

# ИСТОРИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ КАРТОГРАФИИ

ОЧЕРКИ  
ПО ИСТОРИИ  
ГЕОЛОГИЧЕСКИХ  
ЗНАНИЙ



**THE USSR ACADEMY OF SCIENCES**  
**The Order of the Red Banner of Labour Geological**  
**Institute**  
**Commission on Geological Study of the USSR**  
**Ministry of Geology of the USSR**  
**The Order of Lenin/All-union Geological Research**  
**Institute**

**THE STORY**  
**OF GEOLOGICAL MAP**

**Essays on the history**  
**of geological knowledge**

**Vol. 21**

**Moscow 1982**

**А К А Д Е М И Я  Н А У К  С С С Р**  
**О Р Д Е Н А  Т Р У Д О В О Г О  К Р А С Н О Г О  З Н А М Е Н И  Г Е О Л О Г И Ч Е С К И Й**  
**И Н С Т И Т У Т**  
**К О М И С С И Я  П О  Г Е О Л О Г И Ч Е С К О Й  И З У Ч Е Н Н О С Т И  С С С Р**  
**М И Н И С Т Е Р С Т В О  Г Е О Л О Г И И  С С С Р**  
**В С Е С О Ю З Н Ы Й  О Р Д Е Н А  Л Е Н И Н А  Н А У Ч Н О - И С С Л Е Д О В А Т Е Л Ь С К И Й**  
**Г Е О Л О Г И Ч Е С К И Й  И Н С Т И Т У Т**

**И С Т О Р И Я**  
**Г Е О Л О Г И Ч Е С К О Й  К А Р Т О Г Р А Ф И И**

**О черки по истории**  
**геологических знаний**  
**В ы п. 21**

**Москва 1982**

## История геологической картографии

Освещается круг вопросов, связанных со становлением и развитием геологического картирования. Рассматривается развитие методов геологической съемки в XVIII и XX вв. Охарактеризованы особенности приемов составления современных геологических, палеогеографических, тектонических и других специальных карт крупных регионов и целых материков.

### Редакционная коллегия:

академик А.В. ПЕЙВЕ (главный редактор)  
В.Г. ГЕРБОВА, В.А. КРАШЕНИННИКОВ, П.П. ТИМОФЕЕВ  
Ответственный редактор В.В. ТИХОМИРОВ

### Story of geological map.

There is elucidated the range of questions bound up with the making out and development of geological mapping. The working out of methods of geological survey in XVIII-XIX cc. is considered. There are defined some methodological features of compiling of geological, paleogeographical, tectonic and other special maps of large regions and whole continents.

### Editorial board:

Academician A.V. PEIVE (Editor-in-chief)  
V.G. GERBOVA, V.A. KRASHENINNIKOV, P.P. TIMOFEEV  
Executive editor V.V. TICHOMIROV

## СОДЕРЖАНИЕ

## CONTENTS

Предисловие . . . . .	9
Introduction . . . . .	11
Трифонов Г.Ф. Карты как ступени геологического познания . . . . .	13
G.F. Trifonov. Maps as Steps of Geological Knowledge (Abstract) . . . . .	23
Гольденберг Л.А. Карты полезных ископаемых России XVIII в. . . . .	24
L.A. Goldenberg. Maps of Mineral Resources of Russia in the XVIIIth Century (Abstract) . . . . .	36
Малхасян Э.Г., Г. Абиш и геологическое картирование Армении . . . . .	38
E.G. Malkhasyan. G. Abich and Geological Mapping of Armenia (Abstract) . . . . .	45
Соловьев Ю.Я., Тихомиров В.В. Начало геологического картирования и первые палеогеографические карты в России . . . . .	46
Yu.Ya. Solovyev, V.V. Tikhomirov. The Beginning of Geological Mapping and First Paleogeographic Maps in Russia (Abstract). . . . .	61
Мазарович О.А., Турсина В.В. Геологические карты России с середины XIX века до 1917 года . . . . .	63
O.A. Mazarovich, V.V. Tursina. Geological Maps of Russia From the Mid-XIXth Century (Abstract). . . . .	73
Павлинов В.Н. История геологического картирования и его связь с другими науками . . . . .	75
V.N. Pavlinov. History and Relation of Geological Mapping to Other Sciences (Abstract) . . . . .	83
Милановский Е.Е. Эволюция содержания геологической карты . . . . .	84

È.È. Milanovsky. Evolution of Geological Map Content in Connection With the Development of Geological Science (Abstract) . . . . .	95
Малахова И.Г. Тектоническое картирование как метод корреляции тектонических явлений . . . . .	96
I.G. Malakhova. Tectonic Mapping as a Method of Correlation of Tectonic Events (Abstract) . . . . .	105
Зайцев Ю.А. Геологическое картирование и геотектоника . . . . .	106
Yu.A. Zaitsev. Geological Mapping and Geotectonics (Abstract) . . . . .	118
Яншин А.Л. Развитие геологического картирования в Сибири и его роль в решении проблем теоретической и практической геологии . . . . .	119
A.L. Yanshin. Evolution of Geological Mapping in Siberia and Its Role in the Solution of Problems of Theoretical and Practical Geology (Abstract) . . . . .	124
Кузнецов Г.А. История геологического картирования Восточной Сибири и ее связь с развитием геологических наук . . . . .	126
G.A. Kuznetsov. History of Geological Mapping in East Siberia (Abstract) . . . . .	135
Али-заде А.А., Алиев Ад.А. Развитие геологического картирования в Азербайджане . . . . .	137
A.A. Ali-zade, A.A. Aliev. Development of Geological Mapping in Azerbaijan (Abstract) . . . . .	144
Архипов А.Я., Оленин В.В., Соколов Б.А. История мелкомасштабного нефтегеологического картирования	146
A.Ya. Arkhipov, V.V. Olenin, B.A. Sokolov. History of Small-Scale Petroleum-Geological Mapping (Abstract) . . . . .	156
Межеловский Н.В., Соколов Р.И., Кумпан А.С. Геологическая съемка и геологическая картография в СССР за 100 лет . . . . .	157
N.V. Mezhelovsky, R.I. Sokolov, A.S. Kumpan. Geological Survey and Geological Cartography in the USSR (Abstract) . . . . .	166
Гербова В.Г. Первые карты четвертичных отложений СССР . . . . .	167

V.G. Gerbova. First Maps of the Quaternary Deposits in the USSR and their Role in the Development of Geology of the Quaternary (Abstract) . . .	172
Лорджипанидзе Л.Н. Теоретические результаты геологического картирования платформенных областей в 20-30-е годы XX века . . . . .	173
L.N. Lordkipanidze. Theoretical Results of Geological Mapping of Platform Regions in the Twenties-Thirties of the XXth Century (Abstract) . . . . .	182
Ильина Т.Д. Развитие геофизического картирования в СССР и его роль в уточнении геологического строения региона (1917-1941 гг.) . . . . .	183
T.D. Ilyina. Development of Geophysical Mapping in the USSR (1917-1941) (Abstract) . . . . .	193
Мельникова К.Н. История и методология инженерно-геологического картирования в СССР . . . . .	195
K.P. Mel'nikova. History and Methodology of Engineering Geological Mapping in the US R (Abstract) . . . . .	207
Кудрявцев В.А., Кондратьева К.А., Полтев Н.Ф. Основные этапы геокриологического картирования . .	209
V.A. Kudryavtsev, K.A. Kondratieva, N.F. Poltev. Principal Stages of Geocryological Mapping (Abstract) . . . . .	216
Романова М.М. Из истории создания специализированных карт метаморфизма . . . . .	217
M.M. Romanova. On the History of Creation of Specialized Maps of Metamorphism (Abstract) . .	226
Азгирей Г.Д. К истории геологического картирования Западных Гималаев . . . . .	227
G.D. Azhgirey. On the History of Geological Mapping of the West Himalayas (Abstract) . . . . .	237
Милеев В.С., Юнаковская Ю.В. Объемное геологическое изучение и картографическое изображение . . .	238
V.S. Mileev, Yu.V. Yunaikovskaya. Three-Dimensional Geological Mapping (Abstract) . . . . .	247
Татевосян Л.К., Авчян Г.М. История развития геофизических исследований и геологическое картирование территории Армянской ССР . . . . .	248
L.K. Tatevosyan, G.M. Avchyan. History of Develop-	

ment of Geophysical Investigations and Geological Mapping of the Territory of the Armenian Republic (Abstract) . . . . . 258

Бронгулеев В.В., Воробьев И.В. Новые изопахические карты докембрийских отложений Восточно-Европейской платформы и методика их составления . 259

V.V. Bronguleev, I.V. Vorobyev. New Isopach Maps of Pre-Mesozoic Deposits of the East-European Platform and the Methods of Composing These Maps (Abstract) . . . . . 268

Хаин В.Е., Колчанов В.П. История создания международных тектонических карт . . . . . 270

V.E. Khain, V.P. Kolchanov. History of Compiling International Tectonic Maps (Abstract) . . . 279

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Геологическая картография возникла в период формирования современных наук о Земле. Она является одной из важнейших составных частей всего комплекса исследований состава, строения и истории развития земной коры. Еще в далекие времена человек стремился зафиксировать подчас в самой примитивной графической форме местонахождение минералов, горных пород, руд и других полезных ископаемых, которые он использовал для своих нужд. Постепенно схематическое графическое изображение тех или иных примечательных наблюдений стало входить в практику. Оно осуществлялось во время путешествий в незнакомые районы, ранее не посещавшиеся людьми. В 17-ом и особенно в 18-ом веках появились схематические изображения маршрутов в виде узких полос с нанесенными на них условными обозначениями различных горных пород и отдельных выходов того или иного полезного ископаемого. Вслед за тем к концу 18 века маршрутные схематические карты сменились планами и картами отдельных, иногда довольно крупных площадей. Началось составление литолого-петрографических карт.

По мере развития геологических знаний, расширения и дифференциации отдельных наук разрабатывались новые методы, многие из которых способствовали быстрому совершенствованию геологосъемочных работ. Полеонтологический или вернее биостратиграфический метод обеспечил создание подлинно геологических карт, для построения и совершенствования которых в дальнейшем стали дополнительно использоваться и многие другие исследовательские приемы. Главным образом это методы: палеогеографический, сейсмометрический, гравиметрический, радиогеологический (или изотопный), аэро- и космической съемки и т. п.

В 1980 году Международная комиссия по истории геологических наук (ИНИГЕО) приняла решение о проведении специального совещания с целью всестороннего рас-

смотрения исторического хода развития геологического картирования на фоне прогресса естествознания.

10-й Международный симпозиум ИНИГЕО как раз и посвящен этой проблеме.

Советские ученые постоянно уделяют большое внимание усовершенствованию методов геологического картирования и в связи с этим их участие в работах симпозиума обусловлено стремлением к обмену опытом в данной области.

Настоящий сборник содержит доклады советских геологов, направляемые на 10-ый симпозиум ИНИГЕО. Часть из них посвящена истории геологической картографии и анализу отдельных карт 18-го и 19-го столетий. Другая часть докладов содержит характеристику новейших геологических, а также специализированных карт, таких, как: тектонических, изопахических, геофизических, метаморфизма, объемных геологических исследований и др.

Предлагаемый сборник представляет интерес для читателей, желающих ознакомиться с историей и современным состоянием геологического картирования вообще и в особенности с положением этой отрасли в Советском Союзе.

**В. В. ТИХОМИРОВ**

## INTRODUCTION

Geological mapping dates back to the period of formation of the earth sciences. It is an important branch of all studies of the structure, composition and evolution of the earth-crust. Even in the dawn of history man sought to locate, though in a primitive drawing yet, mineral deposits, rocks and ores which he used for his own needs. As time went on, symbols and conventions were used more and more extensively, in particular during excursions to the areas unknown to man. In the 17th and 18th centuries travellers depicted their routes as narrow strips with symbols for various rocks and minerals lying on or close to the surface. By the late 18th century the route maps had been replaced by diagrams and maps of individual, sometimes large, areas. The time of lithologic and petrographic maps came.

As geologic knowledge expanded and sciences advanced and remified, new methods were elaborated many of them giving impetus to geological surveying. The palaeontologic or, to be more precise, biostratigraphic method brought about truly geologic maps, which were compiled and improved later with the aid of other additional research methods, namely palaeogeographic, seismometric, gravimetric, radiogeologic (or isotopic), aerial and space photography, to mention but a few.

In 1980 the international commission for geological sciences decided to convene a meeting to discuss comprehensively the evolution of geological mapping in the context of the natural science's progress.

The commission's 10th international symposium is to look into this subject.

Soviet scientists constantly seek ways of improv-

ing geologic mapping, which makes them interested in the symposium where they could exchange their experience.

The present collection contains papers by Soviet geologists presented to the 10th symposium. Some of them deal with the history of geologic mapping and analyse individual maps of the 18th and 19th centuries.. Others describe modern geologic and specialised maps, such as tectonic, geophysical, metamorphic, and of extensive geological surveying, and others.

The collection is intended for those who are interested in the evolution and modern techniques of geologic mapping in general, in particular in the Soviet Union.

For the convenience of the foreign readers each article is supplied with a summary in English.

Г. Ф. ТРИФОНОВ

(Чебоксарский государственный университет)

## КАРТЫ КАК СТУПЕНИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ПОЗНАНИЯ

Известно, что целью научного познания является создание теории объекта. Такая задача стоит и перед геологическими науками, ибо, несмотря на значительные успехи, в геологии до сих пор нет общегеологической теории, на что совершенно справедливо обратил внимание Ю. А. Косыгин (1981, с. 99). Для создания геологической теории большое значение имеет анализ особенностей геологического познания, обусловленных спецификой объекта и применяемыми в его исследовании методами и инструментами познания.

В данной статье сделана попытка проанализировать роль карт в геологическом познании. В сложном процессе геологического познания картированию принадлежит важное место. Поэтому начало его применения является значительным рубежом в развитии знаний о земной коре. Появление метода геокартирования во многом обязано палеонтологическому методу в стратиграфии, опираясь на который английскому геологу В. Смитту удалось создать непревзойденные для своего времени образцы геологического картографического искусства — первые геологические карты Англии и Уэльса.

Дальнейшее развитие и совершенствование геокартирования находится в тесной связи со многими другими геологическими методами (с такими, как методы абсолютной геохронологии, геофизики и геохимии, дистанционные методы исследования, метод глубокого бурения и др.), которые, появляясь по мере развития геологических наук, широко использовались в геокартировании и поднимали каждый раз картирование на новую высоту.

Какова же роль карт в геологическом познании? Являясь результатом целого комплекса геологоразведочных работ (геологосъемочных, поисковых, буровых и других), карты сами становятся важным познавательным

средством. Познавательная роль карт, представляющих собой промежуточное звено между познающим субъектом и изучаемым объектом, обусловлена тем, что они являются особой формой отражения геологических объектов, имеющих пространственное распространение. Специфика геологических карт как особой формы отражения состоит в том, что они являются графическими образно-знаковыми моделями (См.: Иванов П.А., 1976, с. 5). Как модели карты обладают многими свойствами, присущими научным моделям, в то же время отличаются от целого ряда научных моделей.

Как правило, моделирование — это такой процесс, в ходе которого исследуется непосредственно не сам объект, а некоторая промежуточная вспомогательная система, т.е. модель. Карта же как модель строится на основе предварительного изучения объекта, а затем уже сама оказывается способной дать информацию об интересующем объекте. Таким образом, она является итогом изучения той или иной территории, в то же время важным средством ее дальнейшего познания. Поэтому карты, завершая один этап геологического исследования, выступают началом следующего этапа.

Как итог познания карты всегда отражают достигнутый уровень геологических знаний, в них реализуются, воплощаются наши познания о геологических объектах. В силу этого карты представляют собой гносеологический образ. Поскольку в них воплощены наши знания, то они являются особой формой отображения и передачи информации о геологических объектах и явлениях. Являясь носителем информации, особой формой ее накопления, хранения и передачи, карты представляют собой своеобразный свод геологических знаний и отражают уровень и состояние последних, присущих той или иной эпохе. И действительно, преобладающее большинство наших знаний о геологических объектах (закономерности их размещения и строения, количественные и качественные характеристики) мы получаем с карты. Кроме того, карта, будучи сама моделью, является основой для построения дополнительных графических моделей исследуемых объектов (разрезов, диаграмм, блок-диаграмм и т.д.).

Следовательно, одной из основных гносеологических функций карт — информационная функция. Она связана с тем, что карта, отражая действительность, является источником информации в той мере, в какой она соответствует объекту. Ни один из практически разработанных на

сегодня способов отображения, хранения и передачи информации о территории не может соперничать с геологической картой в отношении наглядности, четкости и компактности передачи информации.

Важнейшая особенность геологической карты — ее наглядность, поскольку она, представляя собой уменьшенное, обобщенное изображение геологических объектов, выступает в виде "наглядной абстракции". Мерой наглядности карты служит время, необходимое для прочтения ее содержания. Чем быстрее идет процесс: ощущение — восприятие — представление, тем нагляднее карта. На карте реальный объект заменяется его уменьшенным изображением, что дает возможность обозреть на ней значительные пространства, наблюдать и анализировать закономерности размещения крупных геологических объектов, их строение, взаимосвязи, производить необходимые измерения изображенной территории. Поэтому карта не может быть заменена ни текстом, ни живым словом, так как они не дают пространственного обзора территории. Основное отличие карты от текстового описания состоит в том, что описание рассказывает, а карта показывает. С наглядностью карт связана их иллюстративная функция. Карте принадлежит весьма существенная роль в передаче и усвоении новых научных представлений, особенно тогда, когда геологическое познание проникает на новые, ранее неизученные территории.

Весьма существенным в гносеологическом плане является экстраполяционно-прогностическая функция карт. Карта превосходит простую описательную систему, фиксирующую информацию об объекте прежде всего тем, что она может подобно теории служить инструментом для предсказания до сих пор не наблюдавшихся явлений. Значение карт не ограничивается фиксацией размещения явлений и установлением закономерностей этого размещения. На основе анализа закономерностей строения земных недр по геологическим картам оказывается возможным прогнозирование, предсказывание каких-либо новых свойств отраженного на карте объекта. Следовательно, карты позволяют получать новые знания. Прогнозируемые, т.е. предсказанные свойства уже известных объектов или новые объекты наносятся на прогнозные карты или карты-гипотезы.

Отметим, что вопрос о систематическом составлении карт прогноза в нашей стране по инициативе академика А.Д. Архангельского был поставлен уже в конце 30-х го-

дов XX в. Одной из первых прогнозных карт была обзорная карта прогноза углей в СССР в масштабе 1:5000000, изданная в 1941 году под редакцией А.К. Матвеева. Позже появляются многочисленные прогнозные карты по крупным регионам Советского Союза (Ю.А. Вилибин), прогнозные карты на нефть и газ, а также на различные виды неметаллических полезных ископаемых.

Как известно, любой объект обладает огромной информационной емкостью, однако возможности человека переработать эту информацию ограничены. Поэтому построение карты такая гносеологическая процедура, одной из основных задач которой является ограничение и упорядочивание количества информации, поступающей субъекту. Это достигается путем абстрагирования (отвлечения) от чрезмерной сложности, от множества случайных и несущественных связей и выделения тех частей геологических объектов, которые специально интересуют геолога в практическом или теоретическом отношении. В результате применения такого вида абстракции на картах объект выглядит значительно более простым, чем он есть на самом деле. Следовательно, как специфически гносеологический образ карта является научной абстракцией, упрощенной копией объектов.

Характеризуя необходимость такого вида абстракции, В.И. Ленин писал: "Мы не можем представить, выразить, смерить, изобразить движение, не прервав непрерывного, не упростив, не угрубив, не разделив, не омертвив живого. Изображение движения мыслью есть всегда огрубление, омертвление, — и не только мыслью, но и ощущением, и не только движения, но и всякого понятия". (Ленин В.И., Полн. собр. соч., т. 29, с. 233).

Диалектический характер процесса познания здесь заключается в том, что для полного, глубокого и всестороннего познания мы вынуждены создавать неполные, упрощенные модели. Но познание не останавливается на этом, оно идет дальше, переходя от абстракции к конкретизации, от односторонних упрощенных карт к более сложным. В последующем, по мере углубления знания об объекте, абсолютизация, огрубление снимается, первоначально упрощенные карты дополняются все новыми и новыми чертами, происходит обогащение ее содержания. Следует, однако, отметить, что диалектика развития карт такова, что абсолютно точные карты бесполезны и невозможны, слишком же отдаленная, "переупрощенная" карта — источник ошибок.

Таким образом, анализируя роль карт в геологическом познании мы видим, что они являются ярким проявлением восхождения человеческого познания от абстрактного к конкретному. Этот метод познания, как писал К. Маркс во "Введении" к "Критике политической экономии", является тем способом, при помощи которого можно познать конкретное как единство многообразного, как синтез многих определений и воспроизвести его как духовно конкретное (См.: Маркс К. и Энгельс Ф., Соч., т. 12, с. 727).

Процесс конкретизации, т.е. восхождение от абстрактного к конкретному в геологическом картографировании в основном осуществляется двумя путями: во-первых, путем детализации и, во-вторых, путем создания все новых и новых карт.

Детализация проявляется в том, что в последующие карты вносятся необходимые исправления, уточнения, новые факты, добавляются те детали, от которых первоначально считались малозначимыми. В результате происхождения их обогащение, что отчетливо видно при сопоставлении однотипных карт для одной и той же территории, составленных в разное время. Так, если первые карты носили весьма абстрактный, схематичный характер, в них геологическое строение отражалось в самых общих чертах, то в последующем содержание и нагрузка карт постоянно расширяются, постепенно исчезают так называемые "белые пятна". Кроме того, картографическое изучение любой территории идет от создания мелкомасштабных к крупномасштабным картам, что является проявлением углубления познания, свидетельством увеличения объема информации на единице площади карты.

С другой стороны, постоянно увеличивающийся объем информации о той или иной территории вызвал к жизни различные по содержанию специальные карты, отражающие ту или иную сторону геологических объектов. Сюда относятся составление карт четвертичных отложений, геоморфологических, литолого-фациальных, осадочных формаций, тектонических, гидрогеологических, гидрохимических, металлогенических, магматических и других. Кроме того, изменение исследуемого явления во времени передается посредством серии однотипных карт, каждая из которых характеризует явление на определенный момент времени (например, палеогеографические и палеотектонические карты). Последовательное сопоставление таких карт позволяет получить представление о процессе развития дан-

ного явления, об его направлении и интенсивности и дает возможность подойти к прогнозированию его дальнейшего развития.

В настоящее время геологическая картография включает в себя разработку более 30 типов карт разного геологического содержания. Как отмечает В.К. Еремин и др. (1976, с. 93), каждый такой тип, в свою очередь, делится на виды карт уже по характеру назначения и специальному содержанию.

Появление карт самого различного содержания свидетельствует о дифференциации геологического знания. Эти карты являются как бы дискретными моделями отдельных "срезов" и сторон геологических объектов. Переход к целостной, комплексной модели геологических объектов осуществляется в обзорных картах и геологических атласах. На обзорных картах действительность передается в обобщенном, генерализованном виде, в ее главных чертах и характерных особенностях. Еще более важным картографическим методом обобщения, синтеза геологических знаний являются геологические атласы, и их появление оказалось возможным только на определенном этапе геологического познания.

Атласы — это как бы визитные карточки, на которых наилучшим образом отражается современное состояние геологии, ее успехи и проблемы. Так, успехи в литологической изученности территории СССР и методике палеотектонических реконструкций нашли отражение в атласе литологопалеогеографических карт Русской платформы и ее геосинклиналиного обрамления, изданного в 1962 г. под редакцией А.П. Виноградова, В.Д. Наливкина, А.В. Ронova и В.Е. Хаина.

Обзорные карты и геологические атласы выступают в качестве своеобразного инструмента для формирования общегеологической теории, что является, как отмечалось выше, важной задачей геологической науки на современном этапе. Следует отметить, что выяснение взаимоотношения карты с геологической теорией имеет важное значение в анализе познавательной роли карт. Гносеологический анализ карт выявляет их двоякую роль в познавательном процессе. С одной стороны, с помощью карт упрочивается уже возникшая теория. В этом случае карта выступает как "посттеория" и выполняет "реализационную функцию" в экстраполяции и проверке данных теорий. С другой стороны, когда теории еще нет, карта может служить средством построения но-

вой теории, выступает как возможный зародыш теории и является как бы "предтеорией". Давая некоторое предварительное объяснение познаваемого явления, карта служит важным этапом на пути дальнейшей выработки последовательной качественной и количественной теории изучаемого объекта. Все это позволяет построить новую карту, находящуюся в более полном соответствии с объектом и, таким образом, расширить и углубить представление об объекте. Следовательно, карта как звено познавательного процесса является определенным этапом последовательного, более глубокого проникновения в сущность геологических объектов. В поступательном развитии геологического познания карты выступают в качестве гносеологической формы перехода от старой теории к новой, формы их связи.

Рассматривая соотношение карты и теории, нельзя не обратить внимание на диалектическое взаимодействие субъекта и объекта. Это взаимодействие, на котором основывается процесс познания, видоизменяется в результате как усложнения общественно-исторической практики, так и усиления познавательных средств субъекта. Так, современные приемы и средства картирования (использование геофизических и геохимических методов, данных глубокого бурения, дистанционных методов исследования и др.) выдвигают на передний план активность субъекта, его способность постановки и выбора средств исследования. В частности, активность субъекта проявляется в процедуре аппроксимации (упрощения) сложных систем. И чем сложнее объект исследования, тем выше значение фактора аппроксимации. Но усиление активности субъекта в геологическом познании ведет не к субъективистскому произволу, а к более адекватному отображению субъектом объекта.

Как и о любой форме отражения, о картах можно сказать, что они представляют собой субъективный образ объективного мира и, следовательно, любая карта является единством объективного и субъективного. Субъективные моменты заключаются в том, что карты создаются людьми, использующими в процессе их построения различные виды психической деятельности. Кроме того, отбор объектов для картирования, выбор средств и способов для их изображения также относятся к субъективному моменту. На карте объект мы видим таким, каким он был в период съемки, точнее, таким, каким его изобразил картограф.

В то же время любая карта имеет объективное содержа-

ние, которое, являясь объективной истиной, и определяет научный познавательный характер карт. Если карты, как средство исследования, выражают объективную истину, то могут ли карты выразить ее сразу, целиком, абсолютно или же только приблизительно? Этот вопрос представляет собой конкретизацию применительно к картам общей постановки вопроса В.И. Лениным о соотношении абсолютной и относительной истины.

Ни одну, даже самую совершенную карту нельзя рассматривать как выражение абсолютной истины. Создание такой карты невозможно, ибо абсолютно истинная карта, т.е. карта с полным изоморфизмом, практически означала бы воспроизведение объекта во всех деталях. Последнее противоречило бы одной из основных функций карты — быть средством идеализации, упрощения сложного объекта.

Любая карта есть выражение истины и относительной, и абсолютной. Она является выражением относительной истины потому, что: 1) каждая карта является преходящей, временной, отражающей лишь определенную ступень проникновения познания в закономерности и структуру геологических объектов; 2) каждая карта является односторонней, частичной в силу тех отвлечений и упрощений, которые неизбежны при ее построении; 3) в связи с использованием условных знаков и символов на каждой карте значителен элемент условности.

Одновременно карта является выражением абсолютной истины потому, что в определенных границах ее соответствии с объектом может быть настолько полным, что соответствующие ей характеристики или элементы сохраняются без изменений во всех последующих более точных, еще более адекватных картах. Таким образом, хотя невозможно построить абсолютно истинную карту, хотя любая карта всегда носит временный, преходящий, условный характер, тем не менее в любой карте содержатся зерна абсолютной истины, элементы безусловного сходства с объектом.

По аналогии с понятиями, которые В.И. Ленин называл "ступеньками выделения, т.е. познания мира" (Ленин В.И. Полн. собр. соч., т. 29, с. 85), геологические карты следует рассматривать как ступени геологического познания. Роль и значение карт в геологическом познании постоянно увеличиваются. Карты становятся важным средством мышления, а также средством общения. Это хорошо видно на примере геологических карт, созданных на основе международного сотрудничества. Так, только в послед-

ние десятилетия появилась целая серия международных геологических карт Европейского континента: геологическая, тектоническая, литологическая и четвертичных отложений в масштабах 1:2.500.000 или 1:1.500.000.

Международное сотрудничество по составлению геологических карт приняло в настоящее время широкое и многоплановое развитие. Активное участие в составлении многих международных карт принимают советские геологи. Они внесли значительный вклад в разработку программ некоторых карт, в методику их составления, а также в само научное содержание. Истоки международного сотрудничества русских ученых в области геологической картографии уходят в последнюю четверть прошлого века. По предложению русского геолога А.П. Карпинского Вторая сессия международного геологического конгресса в 1881 году приняла в качестве международных единую стратиграфическую номенклатуру и систему условных знаков для геологических карт. Идея А.П. Карпинского были развиты академиком Д.В. Наливкиным, который в 1958 году в Париже предложил проект единой легенды для геологической карты мира.

Познавательное значение международных геологических карт, охватывающих целые континенты, очень велико. Эти карты позволяют выявлять закономерности геологических процессов в глобальном масштабе. Наиболее значительным проявлением международного сотрудничества является издание Мирового геологического атласа, приуроченное к 100-летию Второй сессии международного геологического конгресса.

В заключение отметим, что геологические карты (разные по масштабам и содержанию) являются не только своеобразными показателями состояния геологического познания, но и степени освоения новых территорий, показывают, как расширялась сфера влияния человека на окружающую среду.

## Литература

Маркс К. К критике политической экономии. Маркс К. и Энгельс Ф. Соч., т. 12.

Ленин В.И. Философские тетради. Полн. собр. соч., т. 29.

Еремин В.К., Брижанов В.Н., Соколов Р.И. Геологическое картографирование в СССР на современном этапе и пути его дальнейшего развития. VIII Международная картографическая конференция, 3-10 августа, 1976 г.

Тезисы докладов; вып. 2, М., 1976.

Иваньков П.А. Карта как географическая модель. М., "Знание", 1974.

Косыгин Ю.А. О структуре геологической науки. Вопросы философии, 1981, № 8.

**G. F. TRIFONOV**

**(Cheboksary State University)**

**MAPS AS STEPS OF GEOLOGICAL KNOWLEDGE**

**(A b s t r a c t)**

Maps are an important means of geological knowledge. They perform general gnosiological functions (information, illustrative and extrapolation-forecasting).

Being the result of a whole complex of geological prospecting work, the maps themselves could represent an important means of knowledge since they are an intermediate link between a learning subject and an object under cognition. Completing some stage of geological investigation, the maps are the beginning of the following stage. They represent an original summary of geological knowledge and reflect its level and status characteristic for a particular epoch.

Maps are the steps of geological knowledge, a remarkable manifestation of the human cognition ascending from abstract to concrete things. As a result, an object is created in its integrity, with all relationships. An example of geological maps elaborated on the basis of international cooperation shows that maps became an important means of communication between the scientists from many countries.

Л. А. ГОЛЬДЕНБЕРГ  
(НИИ Зарубежгеология, Москва)

КАРТЫ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ РОССИИ XVIII ВЕКА

Растворись сокровенное земное богатство.  
Покажи нам сие желанное место,  
Укажи где слой и рудные жилы.  
Принеси сокровище скрытое на свет...  
Прочь! Кто рудокопства славного не любит.  
А кто ему склонен, те к нам поспешайте<sup>1</sup>.

По сложившейся традиции в России еще с XVI в. почти все поисково-разведочные работы сопровождались картированием. Экспедициям, направленным на поиски руд, драгоценных камней и строительных материалов, обычно предписывалось выявление месторождения" написать на чертешке именной" (Новомбергский, 1959, с. 12). Лучшие образцы допетровской самобытной русской картографии — карты-чертежи атласов рубежа XVII и XVIII столетий тобольских картографов Ремезовых доносят до наши дни многочисленными сведениями о месторождениях полезных ископаемых и их разработке. Например, "знак серебряной руды" помечен на Урале и вблизи Амура; в верховьях Оби — "тут самоцветное камень", по Тоболу — "белый камень"; по р. Черной — "курья жемчуж промышляли"; вблизи Чусовой — "в камени берут медную руду"; а в "камени Волчьей горы... магнит и сера горючая"; по Ишиму — "медная руда и слюда", "глины новые места" в верховьях Миасса и у озера Чебаркуль, вблизи р. Уфы — "древние места серебряной руды", у г. Куча — "камень, топится свинец, а в нем сера шапгарь". Около Якутска изображена "варница" и "ключ соляной", у озера Беляк — "соль ломовая", на озере

---

<sup>1</sup> Стихи неизвестного автора датируются 1736 г. (Богданова, 1932, с. 237).

Заир — "варят соль". В вершине Ишима у Каратала "думной плавил серебряную руду". На карте Средней Азии показано место, где "плавают свинец", на чертеже Селенги — пункт, где "плавают золото", и гора Крутик, откуда "берут нефть и квасцы" (Гольденберг, 1965, с. 179). В XVI—XVII вв. развитие горного дела опиралось прежде всего на преемственность опыта народных умельцев-рудознатцев Прионезья, Урала, Алтая, Сибири, порубежных земель (Средняя Азия, Кавказ), а также в меньшей степени на привлечение отдельных иностранных специалистов (Goldenberg, 1976a г.).

Объективные исторические причины, такие, как развитие производительных сил, рост материальных потребностей общества, совершенствование методов поисков и добычи полезных ископаемых, появление новых технических средств, возросшие требования к уровню теоретических и практических знаний и к профессиональной подготовке кадров, дифференциация научных дисциплин определяют развитие горно-геологической службы России в XVIII в. Почти повсеместно на обширной территории страны осуществлялся постепенный переход от случайных и несистематических поисков и разведок полезных ископаемых к организуемым из центра московскими приказами властями на местах, а также от проводимых (одновременно с географическим изучением) русскими землепроходцами, крестьянами, местным населением к государственному научно-организованному горно-поисковому делу. Для этого периода характерны: централизация управления горным промыслом, успехи комплексного изучения крупных регионов горными и физико-географическими экспедициями, бурный рост горнорудной промышленности. Первые шаги централизации, как известно, связаны с деятельностью Рудного приказа (с 1700 г.), Бергколлегии (с 1719 г.) и изучением "натуральной" истории Академией наук (с 1724 г.).

В связи с государственным преобразованием выполнение новых экономических задач потребовало углубленного изучения минерально-сырьевых ресурсов, а также создания точных и полных карт. По инициативе Петра I и его сподвижников в начале XVIII в. стала на путь энергичного научного развития и русская картография. В первой половине XVIII в. был заложен теоретический и практический фундамент надежной картографической базы для горнозаводского и геологического картирования. Совершенствуются методы проведения съемочных и

картосоставительных работ. Глазомерная съемка постепенно вытесняется полуинструментальной и инструментальной. В 1717-1752 гг. петровскими геодезистами была проведена первая государственная съемка России. В 1745 г. увидел свет первый академический "Атлас Российский". В течение 1739-1799 гг. главным картографическим учреждением, систематически проводящим измерительные, картосоставительские и картоиздательские работы, стал Географический департамент Академии наук. Благодаря разработкам и трудам М.В. Ломоносова, математика Л. Эйлера, ученых-картографов А.Д. Красильникова, А.М. Вильбрехта и Ф.Ф. Шуберта наиболее значительными явились достижения в области практической и математической картографии (Goldenberg, 1976 б).

Картографические классификации 1748 и 1778 гг. уже фиксируют картографические материалы геологического содержания под собирательным термином "рудники и заводы" или "горнозаводские карты". Последние делились на генеральные (обзорные), партикулярные (региональные), специальные (детальные) и примерно соответствовали мелкому (менее 1:1.000.000), средне- и крупномасштабным картам. Помимо коллекции академика И.Ф. Германа (Горные карты, 1932), значительные собрания горнозаводских карт, планов и чертежей сохранились в государственном архиве Свердловской области, рукописном отделе Библиотеки Академии наук, в центральных Государственном архивах древних актов (ЦГАДА), военно-историческом (ЦГВИА), историческом (ЦГИА), а также в ряде областных и городских краеведческих музеев. Многие горнозаводские карты описаны (Гольденберг, Овчинников, 1959; Goldenberg, 1971; Ястребов, 1974). Однако следует иметь в виду, что к классу горнозаводских карт и планов в XVIII в. относились картографические материалы самых разнообразных типов и категорий: карты и планы, составленные в связи с отысканием и разработкой месторождений полезных ископаемых; планы и чертежи заводов, рудников, горных выработок, приисков, шахт; карты и планы с обозначением земельных участков для строительства заводов и рудников или населенных пунктов, приписанных к заводам, карты и планы, составленные в связи с отводом казенным и частным заводам лесных участков и т.п.

Среди горнозаводских карт и планов XVIII в., изображающих размещение полезных ископаемых, самой малочисленной является группа обзорных карт двух типов. Чаще встречаются генеральные карты, показывающие и дислокацию заво-

дов, рудников и приисков, отводы земельных и лесных дач, и местоположение полезных ископаемых. Так, на генеральной карте 1774 г. заводов Сибирской, Казанской и Оренбургской губерний (масштаб в 1 дюйме 32 версты) нанесены 111 заводов, рубежи лесных массивов, отведенные отдельным заводам, месторождения полезных ископаемых, захваченные Е.И. Пугачевым. На карте и в экспликации к ней обозначены: "L — белый мрамор" (на р. Чусовой), "М — белый мрамор" (на р. Пышме), "N — аметистовые и разные цветные камни при Мурзинской слободе"<sup>1</sup>. На генеральной "Карте Восточной Сибири с нанесением рудников и месторождений полезных ископаемых" 1769—1774 гг. масштаб в 1 дюйме 24 версты наряду с помещенными серебряными, "медеплавильными" заводами, медными и железными рудниками, серебряными приисками показано размещение полезных ископаемых. Месторождения выполнены перспективным рисунком горы, у вершины которой проставлен особый индекс: "Г — камень горновой, Д — камень точильный, Е — камень фундаментальный, Ф — уголь каменный, А — глина на дело кирпичной на кладку плавильных печей, П — глина на маску кузнечных горнов и форм, Т — гора серная, С — гора железная, У — гора яшмовая, Ц — гора каменная крутая с утесом, на котором имеется сок, называемый масло (нефть — Л.Г.), О — известь, R — гора каменной лен" (асбест)<sup>2</sup>. Месторождения меди и железа нанесены на карте Томского, Кузнецкого и Красноярского уездов, "где описаны рудники и под заводы угодные места"<sup>3</sup>. Гораздо реже составлялись генеральные карты, специальные карты, специальной нагрузкой которых были только полезные ископаемые. Такова, например, генеральная карта размещения полезных ископаемых Южного Урала, 1765 г.<sup>4</sup>. На ней нанесено 157 месторождений мрамора, яшмы, агата, хрусталя, слюды, сланца, красной меди, кварца, а в легенде приведена опись 129 занумерованных на карте точек, как-то: "30. Агат красной з белыми пятнами и поблизости красная яшма". "61. Яшма темнокрасная и поблизости оной избела зеленая и агат темнокрасной з белыми прожилками". Следует подчеркнуть, что авторы проявили исключительную наблюдательность и

<sup>1</sup> ЦГВИА, ф. ВУА, № 149, л. 1-2 (Гольденберг, 1959, с. 253).

<sup>2</sup> ЦГВИА, ф. 421, № 114, а также ф. ВУА, № 25562, 25566, 25575 (Гольденберг, 1961, с. 325).

<sup>3</sup> ЦГАДА, ф. 271, оп. 3, № 143.

<sup>4</sup> ЦГВИА, ф. ВУА, № 24575 (Goldenberg, 1971, p. 45).

сумели передать словами все богатство и многообразие цветной палитры уральских камней. Среди 40 разновидностей яшм они насчитали 12 оттенков яшм зеленых (от "избела" зеленой до зеленой с красными "проростами") и 11 красных (от темно-вишневой с зелеными и белыми полосами до "збура красной"), в числе 30 видов агата — 16 оттенков красного (от красного с белыми крапинками до темно-красного "прожелтоватого" с черными жилками).

Самыми распространенными на протяжении всего XVII в. были среднemasштабные (размещение полезных ископаемых и заводов) и крупномасштабные (отдельные месторождения, рудники, заводы) горнозаводские карты и планы. Создавались они преимущественно в результате проверок многочисленных сообщений об открытиях месторождений руд и минералов, а также расширения поисков и разведки вокруг сложившихся горнорудных центров, вызванного обычно "истощением" рудных мест. Картографический метод применялся и на заключительном этапе сбора фактических данных для подтверждения определенных научно-теоретических воззрений (горообразование и закономерности геологического строения, учение о месторождениях полезных ископаемых), при проектировании комплексных обследований территории страны Академией наук и Горным ведомством, в процессе деятельности рудопоисковых партий Бергколлегии и горных начальств на местах. Составлением горнозаводских карт и планов большей частью занимались служащие горного корпуса, имеющие соответствующую подготовку в области картирования, берггешворены, маркшейдеры, шихтмейстеры, гиттенфервальтеры и другие чины, участники академических экспедиций, геодезисты и геодезии ученики, позднее — военные топографы, прикомандированные к горным округам (Татищев, 1931, с. 153). Так, в экспедиции "у прииску цветных камней" в Оренбургской губернии в 40-50 гг. XVIII в. "все места описывали и планы и профили сочиняли" геодезисты Мингалев и Куроедов<sup>1</sup>. На карте Северной России 1739 г. геодезиста И. Веснина нанесено и описано 11 рудных месторождений серебра и свинца, врезкой помещен крупномасштабный (в 1 дюйм 100 сажен) "Чертеж Медвежьему острову, где самородные серебряные руды, таже и свинцовые объявлены на Белом Соловецком море" (1736 г.) с описанием "добрых признаков", протяжения, глубины залегания и направления "руд-

<sup>1</sup> ЦГАДА, дворцовый отдел, № 61593, л. 49 об.-57 об.



ных жил" в 5 шахтах<sup>1</sup>. Геодезист В. Шишков в 1736 г. составил "Ландкарту Соликамской провинции" с описанием "медным заводам и рудникам, где до сего времени копали и ныне руды копают". Унтермеханик С. Костромин в 1750 г. на карте междуречья Чусовой и Исети обозначил "в каком месте и урочища лежит камень мрамор". На ландкарте части Вятской провинции (1755 г.) шихмейстера И. Костыгина нанесены все "свидетельствованные казенные железных руд рудники" по Каме и Вятке, на "сколько оных и какая в них надежда показано в описании". Помимо рудников и проектируемых заводов, на карте помещены и "отысканные камень": "Е — горновой; С — точильной и брусовой; Н — известной в трех местах". Латинскими же литерами показаны четыре месторождения железной руды на карте бассейна Кыштыма (1755 г.) с примечательным пояснением: "а в раскопанных коях по бокам и вглубь железных руд состоит довольство"<sup>2</sup>. В 1740 г. геодезии прапорщик И. Шишков на ландкарте района реки Белой с притоками показал, "в каких урочищах поземельное сокровище найдено"<sup>3</sup>.

К наиболее ранним из сохранившихся горнозаводских карт Бергколлегии следует отнести два чертежа 1722 г.— "Чертеж с Верхотурских горах, на которых руды объявлены" и чертеж части бассейна Тагила и Нейвы, на котором в устье реки Выи нанесены три "отведенные медные ямы", "магнитная гора", "магнит-камень стоит сверх горы", "медная яма в магнитной горе"<sup>4</sup>.

Среди крупномасштабных карт, созданных после обследований "благонадежности" заявленных открытий, укажем на типичные: "Чертеж ... рекам, лесам, горам и рудным местам, лежащим около Якутска и по реке Тыре" обергешворена А. Мятенева (1747 г.), план местности вблизи деревни Яборово унтершихтмейстера А. Попова (1767 г.), чертеж 15-ти рудных приисков вблизи Уткинской слободы, осмотренных унтершихтмейстером П. Фроловым и унтерштейгером П. Волявиным (1764 г.), планы обергешворена И. Князева (1769 г.) и маркшейдера И. Маке (1770 г.) месторождений каменного угля на реке Мсте (Гольденберг, 1968).

<sup>1</sup> ЦГАДА, ф. 271, оп. 3, № 111.

<sup>2</sup> Там же, № 336, 148, 216, 194.

<sup>3</sup> Гос. б-ка им. Ленина, рук. отд., 177.18.

<sup>4</sup> ЦГАДА, ф. 271, оп. 3, № 128, 135.

На начальном этапе картирования горных пород и руд горнозаводские картографические произведения в целом по содержанию следует отнести более к картам географо-экономическим, чем к геологическим. На них особенно детально нанесены рельеф, речная сеть и леса, т.е. наиболее существенные элементы при организации освоения выявленных месторождений и для определения экономической целесообразности их разработки. В ландкарте 1734 г. Томского и Красноярского уездов можно найти обозначение "вновь приiskanой медной руды", но основная нагрузка падает на отображение речной системы Енисей — Чулым, "рудных и удобных к строению местам, и около оных урочищ, и жилью, сколько оного где есть, и о пути ж способном...". На другой горнозаводской карте междуречья Обь — Иртыш показано "положение всех около заводов и рудников и между ними ближних мест и лежащим при том горам и лесам". Изображению "со описанием в ситуации рек, лесов, гор каменных и хрептов пустых, також серебряных рудников удобного места к строению заводов и протчего" посвящена ландкарта части Илимского уезда, составленная берггешвореном М. Кутузовым в 1731 г.<sup>1</sup> Особо тщательное изображение горных систем связано с господствовавшими в то время теоретическими воззрениями на процессы рудообразования и рудопоявления. С 30-40 гг. рудники и горные заводы, разведанные месторождения отмечаются и на общегеографических картах (например, в атласах 1734 и 1745 гг.).

Горнозаводское картирование в России первой половины XVIII в., являющееся фактическим предисторией геологического картирования до сих пор, к сожалению, недостаточно изучено. Нельзя полностью согласиться с мнением, что по отношению к картам, которые были созданы в период слабо развитой геологической науки, можно использовать слово "геологические" в самом широком смысле и сюда "включать любые карты, специально составленные для нанесения геологической информации любого типа, даже если главная цель была экономической" (ЕуIес, 1976, р. 362). На самом деле многочисленные горнозаводские карты лишь в незначительной степени несут сведения геологического содержания, превышающие информацию о местоположении месторождений полезных ископаемых, руд и горных пород.

<sup>1</sup> ЦГАДА, ф. 192, Тоб. губ. № 41; ф. 271, оп. 3, № 142, 2560.

В 20-40 гг. XVIII в. карты полезных ископаемых имели обширные заголовки и пространные текстовые пояснения ("экспликация", "реестры", "рописи"), подробно описывающие характерные особенности местности для пространственной локализации месторождений; горногеологическое же описание занимало весьма скромное место. Важным положительным моментом было то, что в них прослеживается тесная взаимосвязь между точностью географической основы и описательной частью. Со второй половины XVIII в. по мере изготовления более точных географических основ детальную текстовую топографическую характеристику сменяет более тщательное раскрытие особенностей рудных тел (простираение, падение, размеры), руд (цвет, твердость, содержание металла); в росписи отмечаются поисковые признаки, степень изменения оруденения с глубиной, условия залегания и другие наблюдения во время "опричисления"; высказываются суждения о промышленных запасах (довольство и доброта), себестоимости и рентабельности разработок. На среднемасштабных специальных картах Терско-Сунженского бассейна 1768-1772 гг. (Гольденберг, 1959 г.) впервые отмечаются попытки обозначить прямыми цветными линиями простираение "жильных руд".

Постепенное совершенствование на протяжении всего столетия картографического языка горнозаводских карт повлекло за собой, с одной стороны, значительное увеличение числа условных знаков, применяемых цветосочетаний и фоновой раскраски, а, с другой, неизбежно привело к сокращению текстовых данных и к относительной лаконичности заголовков. С 60-70 гг. все описательные части карты нередко объединяются общим картушем. К концу столетия описания в какой-то степени принимают вид протобраза современной легенды. Происходит медленная трансформация условных знаков — от цифровых или русских и латинских буквенных обозначений месторождений полезных ископаемых с соответствующим раскрытием их значений в легенде (описании) до безмасштабных рисунков (гора, холмик), символов (знаки Зодиака и планет: серебро — Луна, медь — Венера и т.д.), линейных знаков, пунсонов в самых различных сочетаниях.

В последней четверти XVIII в. появляются первые русские геогностические (литолого-петрографические) карты, изображающие распределение и границы горных пород (гранита, сланцев, известняка и др.). Сопоставление таких карт Забайкалья, Алтая, части берегов

Ангары и Иртыша с современными геологическими данными выявило определенную достоверность характеристик и границ петрографических групп пород (Пресняков, 1926-1927; Хабаков, 1950; Ламакин, 1953; Савельев, 1956; Савельев и Зайцев, 1959). В этот период Бергколлегия разработала для горного ведомства методику составления петрографических карт, а экспедиционные отряды и партии снабжались инструкциями по их составлению. Предписывалось в петрографической карте "для каждой горной породы определить известную краску и оною покрывать все пространство таковой односложною породою занимаемые... Но, как очень часто случаются по ней рассеянными слои, или, так сказать, остатки, малое протяжение имеющие, других пород, то оныя в должных им местах поверх кряжей означать известными принятыми знаками" (Гольденберг, 1973, с. 147).

Переход к составлению геогностических карт послужил толчком к дальнейшей существенной эволюции содержания и методики построения карт полезных ископаемых. Определлась возможность их построения не только на географической, но и на геологической основе, тем самым наметился путь создания принципиально новых картографических работ-карт прогнозов. Появление в мировой практике (почти одновременно в ряде стран) собственно геологического картирования (в современном понимании) относится к первым десятилетиям XIX в. и связано с развитием биостратиграфического метода.

#### Литература

- Богданова Н.Г. Стихи XVIII века о рудокопном деле. Труды комиссии по древнерусской литературе Академии наук. Л., 1932, с. 231-246.
- Гольденберг Л.А. Карты Северного Кавказа (1768-1772 гг.) и "Краткое изъяснение или опыт моего знания о горном деле" (1767 г.). Вонявина С.Л. — Очерки по истории геол. знаний, 1959, вып. 8, с. 127-148.
- Гольденберг Л.А. Карта Ивана Чурнасова 1769-1774 гг. как источник по истории Сибири. В кн.: Вопросы соц.-экономич. истории и источниковедения периода феодализма в России. М., 1961, с. 322-327.

- Гольденберг Л.А. Семен Ульянович Ремезов — сибирский картограф и географ. 1642 — после 1720 гг. М., 1965, с. 260.
- Гольденберг Л.А. Михаил Федорович Соймонов (1730—1804). М., 1973, с. 191.
- Гольденберг Л.А., Овчинников Р.В. Горнозаводские карты и планы 70-х годов XVIII века как источник Крестьянской войны под руководством Е.И. Пугачева. — Проблемы источниковедения, 1959, вып. 8, с. 239-266.
- Горные карты. Описание карт, планов и чертежей рудников и заводов архивного фонда академика И.Ф. Германа. — Вестник АН СССР, 1932, № 1, с. 51-58.
- Ламакин В.В. Первая геологическая съемка р. Ангары. — Очерки по истории геологических знаний, 1953, вып. 2, с. 225-230.
- Новомбергский Н.Я., Гольденберг Л.А., Тихомиров В.В. Материалы к истории разведки и поисков полезных ископаемых в Русском государстве XVII в. — Очерки по истории геологических знаний, 1959, вып. 8, с. 3-63.
- Пресняков Е.А. О геологической съемке 18 века в Нарчинском округе. — Геологический вестник, 1926-1927, т. 5, вып. 4-5, с.
- Савельев Н.Я. Геологическая съемка Иртыша в 1804 г. — Очерки по истории геол. знаний, 1956, вып. 5, с. 213-218.
- Савельев Н.Я., Зайцев Н.С. Одна из первых геологических карт Алтая. — Очерки по истории геол. знаний, 1959, вып. 8, с. 149-152.
- Татищев В.Н. Заводской устав. — Горный журнал, 1831, ч. III, кн. 8.
- Хабаков А.В. Очерки по истории геологоразведочных знаний в России, М., 1950, ч. 1, 212 с.
- Ястребов Е.В. Картосоставительные работы и картирование природных ресурсов на Урале в XVIII веке. В сб.: Вопросы природных ресурсов. М., 1974, с. 53-70.
- Eyles V. Mineralogische Karten als Vorlauffer moderner geologischer Karten. — Geologie, 1976, N 4-5, s. 362-366.

Goldenberg L.A. *Russian Maps and Atlases as Historical Sources*. Cartographica, monograph N 3. Toronto, 1971, p. 76.

Goldenberg L.A. *Der Beitrag deutscher Wissenschaftler und Bergbaukundiger an der Entwicklung des Berggeologischen Dienstes in 18. Jahrhundert.* — Zeitschrift für geologische Wissenschaften, 1976a, H.2, s. 245-254.

Goldenberg L.A. *The Geographical Department of the Russian Academy of Sciences.* In: *A Short History of Geographical Science in the Soviet Union*. M., Progress Publ., 1976b, p. 53-65.

L. A. GOLDENBERG

(Research Institute for Geological  
Prospecting in Other Countries,  
Moscow, USSR)

MAPS OF MINERAL RESOURCES  
OF RUSSIA IN THE XVIII<sup>th</sup> CENTURY

(A b s t r a c t)

In the first half of the XVIII<sup>th</sup> century the fundamentals of the methods of mining-metallurgical and geological mapping were developed. Cartographic documents with the elements of geological content, so called "mining-metallurgical maps", were noted even in the classifications of 1748 and 1778. General maps showing dislocation of plants, mines, land and forest allotments, mineral occurrences were common. Location maps showing only mineral occurrences were less common. The medium-scale (location of economic minerals and plants) and large-scale (individual deposits, mines and plants) mining-metallurgical maps were most common throughout the XVIII<sup>th</sup> century. These maps were usually compiled when checking out the information on finding ores and minerals and when carrying out additional prospecting in the vicinity of depleted ore localities. The first mining-metallurgical maps should be referred to as geographic-economical rather than geological ones. In the late XVIII<sup>th</sup> century appeared the first Russian geognostic (lithologo-petrographic) maps showing the limits of distribution of various rocks. The geognostic maps allowed in turn to compile maps of economic minerals not only on geographical but also on a geological basis. This initiated the compiling of principally new cartographic documents - forecasting maps.

The geological mapping proper (in its present-day

understanding) appeared in several countries almost at the same time in the first decades of the XIX<sup>th</sup> century, this being connected with the development of a biostratigraphic method.

## Э. Г. МАЛХАСЯН

(Кавказский институт минерального сырья, г. Ереван)

### Г. АБИХ И ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ КАРТИРОВАНИЕ АРМЕНИИ

Территория Армении по сложности геологического строения и богатству полезных ископаемых с давних времен привлекала внимание не только отечественных исследователей, но и многих зарубежных естествоиспытателей и путешественников. Еще в начале XIX века, т. е. в первые годы изучения географии и геологии Армении, основными объектами исследований явились классические разрезы палеозоя с их фауной, магматические породы и связанные с ними полезные ископаемые, а также многочисленные потухшие вулканы и продукты их деятельности, которыми изобилует Армянское нагорье.

Армения привлекала натуралистов с давних времен. Начиная со второй половины XVIII века, Закавказье посещалось различными естествоиспытателями, среди которых были члены Петербургской Академии наук И. А. Гюльденштедт и Э. И. Эйхвальд, а также зарубежные ученые Ж. Шарден, Ф. Дюбуа де Монпере и некоторые другие, однако их исследования не носили сколько-нибудь систематического характера и, главное, не сопровождались геологическими работами. Только труды члена Петербургской Академии наук Г. Абиха составили исключение и явились выдающимся этапом в истории геологического изучения Кавказа. Приехав на Кавказ в 1843 году, он первый начал вести геологическое картирование этой интересной и сложной страны, посвятив ее изучению более 30 лет. Г. Абиха с полным основанием называют "отцом кавказской геологии", поскольку нет ни одного сколько-нибудь серьезного вопроса, которого бы он не коснулся в своих многочисленных сочинениях. Его интересовали и осадочные, и магматические породы, и окаменелости, и минералы; тектоника, вулканизм и разнообразные полезные ископаемые. Его тонкая наблюдательность, громадный опыт, приобретенный в

Закавказье и сопредельных частях Турции и Ирана, большая эрудиция и временами почти гениальная интуиция помогали ему лучше и правильнее разбираться во многих сложных и трудных вопросах, чем это удавалось крупным ученым, работавшим гораздо позже. Труды Г. Абиха по геологии Армении явились свидетельством его исключительной способности к региональным обобщениям и умению быстро схватывать особенности геологического строения весьма сложных областей. Трудно представить себе, что такая масса наблюдений и количество выполненных маршрутов, является делом одного человека.

По рекомендации А. Гумбольдта в 1843 г. Г. Абих был приглашен в Дерптский (Юрьевский) университет на должность ординарного профессора по кафедре минералогии. В августе 1843 г. там он произносит актовую речь: "Über die Geologische Natur des Armenischen Hochlandes", вскоре опубликованную, в которой обобщил взгляды различных геологов — современников на геологию Кавказа, а также высказывает свои собственные мнения по данной проблеме. Вскоре после этого, в связи с катастрофическим обвалом 1840 г., засыпавшим на северном склоне Большого Арарата селение Ахури, Г. Абих был откомандирован в Армению для выяснения причины катастрофы, а также для изучения природных ресурсов этого богатейшего края.

В течение 1844 г. Г. Абих исследует Закавказье от Тифлиса до границ Турецкой Армении и делает попытку восхождения на Большой Арарат, закончившуюся безуспешно из-за плохой погоды и тяжелых условий подъема. Зимой 1844-1845 гг. он исследует собранный материал, а весной вновь отправляется путешествовать с целью геологического изучения гор Алагез и Арарат. 29 июля 1845 г. после четырех безуспешных попыток Г. Абих достигает вершины Арарата. Многие исследователи полагали, что катастрофа 1840 года была вызвана исключительно землетрясением, но первоначальное исследование самой горы и вершины не позволили осторожному в своих научных заключениях Г. Абиху сразу сделать какой-либо определенный вывод по поводу причин происшедшей катастрофы. Только позднее он пришел к выводу, что это был громадный селевой вынос, возникший из моренных образований, пересыщенных водой вследствие усиленного таяния снегов и ледников в верховьях ущелья, вызванного жарким летом. Сейсмический толчок лишь ускорил это явление, пламя же, о котором говорили очевидцы, он считал просто световым эффектом заходящего солнца в облаке пыли, поднявшимся при обвале.



Абих Вельгелем-Герман  
(Герман Васильевич)  
(1806-1886)

После небольшого перерыва, который был вызван обработкой огромнейшего материала, полученного из разных районов Кавказа, в 1858 г. Г. Абих вновь приезжает в Закавказье, и несмотря на почтенный для геолога возраст — 52 года, выполняет ряд важнейших маршрутов по Малому Кавказу.

Ценность работ Г. Абиха заключалась в том, что в большинстве случаев геологическое описание местности исходило из стратиграфических построений, сопровождавшихся палеонтологическим обоснованием. Несмотря на то, что некоторые фаунистические определения Г. Абиха и не могут быть признаны точными, а его стратиграфические заключения впоследствии неоднократно вызвали возражения и требовали исправления (П. Оппенгейм, Ф. Освальд, Б.Ф. Мефферт), все же эти данные и до сих пор служат ориентиром по ряду вопросов, как, например, описание окаменелостей девона в юго-восточной Армении.

Отдельные неточности и ошибки, допущенные Г. Абигом, имеют значительно меньший удельный вес, чем тот огромный положительный вклад в стратиграфию Армянского нагорья, который был им сделан в итоге его длительного самоотверженного труда.

В 1857 г. издается большая монография Г. Абиха, посвященная соленосным отложениям Армении, в которой детально описываются палеозойские разрезы, верхнемеловые, "нуммулитовые" и миоценовые образования бассейна р. Аракс.

Г. Абиху принадлежат детальные описания юрских и меловых разрезов. Впервые им высказывались взгляды о юрском возрасте Лалварского горного сооружения. В окрестностях Шамлуга и из других участков Алавердского рудного бассейна он собрал богатейшую коллекцию брахиоподовой фауны, которая в дальнейшем была изучена М. Неймаером. Довольно точно Г. Абих расчленил меловые отложения Малого Кавказа и нашел, что здесь выступают все ярусы мела, и указал на наличие среди них значительного количества вулканических пород, точную датировку которых ему установить не удалось. Следует подчеркнуть, что этот сложный вопрос вызывает споры вплоть до наших дней.

С большой тщательностью он рассматривал также третичные комплексы Центральной и Южной Армении, выделив в них 3 отдела. Из окрестностей Еревана и Вокчаберда описан ряд олигоценых форм гастропод и двустворчатый, а также много кораллов. Интересно указать, что третичные пресноводные отложения ущелья р. Раздан (на участке Арзни-Канакер) Г. Абигом отнесены к палеоцену. Впоследствии В.В. Богачев на основании своеобразной колониальной фауны *Corbula*, принятой им за *Mastra*, описал их как сарматские.

В обнажении близ Арарата Г. Абих обнаружил миоценовые песчаники с остатками растений и морской фауны.

К стратиграфии третичных отложений Армении Г. Абих возвращался в ряде своих работ. В его итоговой сводке (1882) имеется весьма интересный раздел, посвященный сопоставлению третичных отложений Армении, Турции, Ирана с одновозрастными отложениями Западной Европы, Африки и Индии. Правда, исследования, проведенные позднее, главным образом в Индии и Африке, где Г. Абих не работал, дали новый фактический материал, заставивший существенно пересмотреть многие положения, что было вполне естественно.

Почти во всех работах, посвященных Армянскому наго-

рю, Г. Абигом заметное место отведено описанию вулканических пород. Им были изучены мезозойские и новейшие лавовые образования между Курой и Араксом. Много внимания он уделил вулканическим образованиям Армянского нагорья и в частности окрестностей Карса, Ленинакан (бывший Александрополь) Эрзрума и др. Он одним из первых высказался о вулканической природе г. Арагац. Г. Абигом описывались также разнообразные по составу и возрасту глубинные магматические породы, в частности в Присеванской зоне, его внимание привлекли развитые здесь ультрабазитовые породы, которые составляют Севанский офиолитовый пояс. Кроме магматических пород, Г. Абих с успехом изучал и описывал также метаморфические образования.

Много сделал Г. Абих и в изучении тектоники региона. Однако в его построениях кроме несомненно положительного, имеется много спорных вопросов. Весьма сбивчивое неясное объяснение структур (осей поднятия) соответствует тогдашнему состоянию тектонических теорий и представлений. Контракционная теория только намечала пути своего развития. Вулканические силы при этом, по Г. Абиху, как и вообще по господствовавшим тогда представлениям, сыграли главную роль в тектонике. Г. Абих наметил ориентирующие, истинно геологические линии в хаосе гор Кавказа.

Впоследствии весь этот материал послужил Ф. Освальду в переработанном им виде для создания замечательной тектонической схемы Кавказа и Малой Азии, но уже в свете контракционной теории.

Г. Абих устанавливает направление основных тектонических линий Кавказа и увязывает с ними очаги землетрясений. Он укладывает в геометрически правильную сеть, отвечающую этим тектоническим линиям, грязевые вулканы суши, равно как и острова. Это построение блестяще оправдывается всеми позднейшими исследованиями до настоящего времени.

Правда, Г. Абих стоит твердо на почве неверного теоретического представления о вулканической природе тектонических сил, т.е. приписывает активному влиянию магмы поднятие всех горных цепей и куполов.

Сопоставление этих геологических явлений во времени и по основным тектоническим линиям приводит Г. Абиха к заключению о внутренней и причинной их связи. Наряду со многими талантливыми выводами и догадками Г. Абиха некоторые из его построений оказались неудачными. Так, например, ошибочным оказалось его мнение о том, что узкие

каньоноподобные ущелья Армении приурочены к тектоническим разломам (р. Ахурян и др.). Как показали последующие детальные съемки, — это типичные эрозионные формы, возникшие в период поднятия.

Значительное место в работах Г. Абиха занимали также вопросы прикладной геологии — выяснение рудоносности отдельных рудных зон и районов. В частности, для Армении он приводил данные о наличии в Алавердском районе медного оруденения и отмечал перспективность этого месторождения. Рассматривая генезис руд, он связывал последние с внедрением "порфиров".

В работах Г. Абиха заметное внимание уделялось также неметаллическим видам минерального сырья и имеющимся на Кавказе многочисленным минеральным источникам, которым приписывалось ювенильное происхождение.

Особый интерес представляет составленная Г. Абихом геологическая карта Армении в масштабе 1:420.000, на которой выделены 28 различных стратиграфических единиц и горных пород. К этой карте приложены разрезы и геологические панорамы, которые для своего времени явились выдающимся достижением в области геологической картографии.

Десять больших панорам представляют область Арарата, среднего течения р. Аракс, пояс Нахичеванских (Иланду — Дардаг и др.) лакколитов, несколько ландшафтов Армении и Турции (Эрзерумское плато).

Необходимо отметить, что геологические карты, разрезы и зарисовки Г. Абиха отличаются большой художественностью исполнения, благодаря чему его графические материалы легко воспринимаются читателями. Чрезвычайно любопытные иллюстрации — не фантазии художников, а зарисовки самого геолога-наблюдателя, — придают абиховскому описанию дополнительную ценность.

Карта Армении в масштабе 10 верст в дюйме имеет 28 красок легенды. При переводе их на язык современности следует признать за этой картой большие достоинства. Во всяком случае, первая схема геологического строения края была дана достаточно правильно. Бесспорно, карта эта совершенно устарела, но в истории геологического изучения Кавказа она занимает почетное место.

Г. Абих, являвшийся крупнейшим специалистом в области региональной геологии, был одинаково компетентен в различных областях геологической науки, благодаря чему его монументальные труды резко выделяются своей глубиной и разносторонностью.

Опубликованное литературное наследие Г. Аби́ха насчиты-  
ывает более 200 крупных и мелких работ. Кроме того,  
большое количество его рукописей осталось неопублико-  
ванными. Исключительное трудолюбие Г. Аби́ха, его добро-  
совестное отношение к использованию фактического матери-  
ала, выдающаяся эрудиция и умение делать крупные науч-  
ные обобщения являются редкими качествами, присущими  
только незаурядным ученым.

Несомненно, что многое в сочинениях Г. Аби́ха уста-  
рело, многое имеет только исторический интерес, и для  
современного читателя, в особенности неискuschenного в  
ходе развития геологических идей, звучит странно. Од-  
нако не следует забывать, что построения Г. Аби́ха отра-  
жали господствовавшие в то время представления. Его  
выводы из полевых наблюдений часто поражают своей пра-  
вильностью и иногда намного опережали свое время.

Работы Г. Аби́ха подытоживали огромный ценный и раз-  
нообразный фактический материал долголетнего система-  
тического изучения Армении. Следует отметить, что мно-  
гие положения, выдвинутые этим тонким наблюдателем,  
сохраняют свою ценность и в настоящее время.

## Л и т е р а т у р а

Abich H. *Über die geologische Natur des Armenischen Hochlandes.* Dorpat, 1843.

Abich H. *Über das Steinsalz und seine geologische Stellung im russischen Armenien.* Mem. de l'Acad. des sci de st. Petersbourg, sci math., etphis., ser. 6, t. 12, 1857.

Abich H. *Geologische Forschungen in des Kaukasischen Landern, Th. 2, Geologie des Armenischen Hochlandes. 1. Westhalfte,* Wien, 1882.

E. G. MALKHASYAN

(Caucasian Institute of Mineral Raw Material, Yerevan)

G. ABICH AND GEOLOGICAL MAPPING OF ARMENIA

(A b s t r a c t)

G. Abich is rightly referred to as "the father of Caucasian geology". However less or more serious the problems should be, he paid attention to them in his numerous works. He was interested in sedimentary and magmatic rocks, the problems of tectonics, volcanism and various mineral resources.

Before G. Abich, no systematic geological studies and mapping had been carried out in the Caucasus. His work opened a new epoch of geological investigation of the Caucasus and, in particular, Armenia. He was the first to perform geological mapping of this interesting and complex mountainous territory to the study of which he dedicated more than 30 years.

G. Abich's works on geology of Armenia demonstrate his remarkable capability to perform regional generalization and to catch the peculiarities of geological structure of extremely complicated areas. G. Abich paleontologically substantiated the age of many sedimentary deposits of Armenia, particularly, the Devonian, Jurassic and Cretaceous ones. He paid great attention to the study of the Quaternary lavas and intrusive formations various in age and composition.

A summary geological map of a major part of the Lesser Caucasus, scale 1:420 000, compiled by G. Abich as well as the sections and geological views to this map are of particular interest. The map was a great achievement of that time in the field of geological mapping, summarizing a great scope of various and valuable data obtained as a result of systematic study of the Armenian territory for many years.

Ю.Я. СОЛОВЬЕВ, В.В. ТИХОМИРОВ

(Геологический институт, АН СССР, Москва)

## НАЧАЛО ГЕОЛОГИЧЕСКОГО КАРТИРОВАНИЯ И ПЕРВЫЕ ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКИЕ КАРТЫ В РОССИИ

Начиная с XVII в. стали накапливаться сведения о размещении на территории России месторождений различных полезных ископаемых. Такие данные, привязанные к конкретным географическим пунктам, явились первоначальным материалом для последующего нанесения их на топографическую основу. В первой половине XVIII столетия стали появляться подобные схематические карты с указанными на них выходами некоторых горных пород и руд. В архивах сохранились среднemasштабные обзорные "чертежи", на которых изображено расположение отдельных месторождений полезных ископаемых и некоторых горнозаводских центров, а также крупномасштабные "планы" разведанных приисков и рудников. Такого рода картографические документы составлялись непосредственно по заданию "Приказа рудокопных дел", созданного в 1700 г. по указу Петра I и реорганизованного в 1717 г. в Бергколлегию. Сохранились, например, составленные в 1722 г. "Чертеж Верхотурским горам, на которых руды объявлены" и "Чертеж месту Демидовых медных и железных заводов". Подобные карты сопровождались тщательным описанием топографии обследованного района (Гольденберг, 1968). В петровское время были направлены в Подмосквовный и Донецкий бассейны специальные экспедиции для разведки каменного угля и всячески поощрялись поиски месторождений полезных ископаемых в самых удаленных местах Российской империи.

С середины XVIII в. в России началось серьезное изучение природных богатств отдельных регионов, одновременно наступил переломный момент в области горного дела и геологического образования. Широкий размах получили экспедиции Горного ведомства и Академии наук по целевым программам, имевшие специализированный геодезический, этнографический, минералогический и "геогностический"

характер. В целом экспедиции охватили огромные площади России, особенно ее европейскую часть. Имевшиеся к началу последней четверти XVIII в. данные о распространении минералов, руд, горных пород и окаменелостей, заключенных в различных земных слоях, привели к обособлению в конце 80-х годов "геогностической топографии", т.е. зачатков геологического картирования. Новому методу познания геологического строения верхних частей земных недр и выявления минерального сырья стало уделяться все большее внимание. Подготовка специальных кадров по горным знаниям осуществлялась не только в Петербурге и Москве, в частности в Высшем горном училище (ныне Ленинградский горный институт) и Московском университете. Начальные горные школы в 60-70 годах появились на Урале. В 1779 г. в Барнауле было основано Алтайское горное училище, прославившееся высоким уровнем преподавания, богатыми коллекциями и приборами. Д.И. Гордеев (1967) полагает, что именно на Алтае в конце XVIII в. зародилась первая отечественная школа геологического картирования. В 1789-1794 гг. воспитанники Алтайского горного училища Дорофей Лебедев и Михаил Иванов на основе геологической съемки составили "петрографическую" карту Нерчинского горного округа в масштабе 5 верст в 1 вершке (примерно 1:120.000) с охватом местности в 38.000 кв. км (Хабаров, 1950). Эта карта Восточного Забайкалья явилась одной из первых в мире примитивных геологических, точнее петрографо-литологических карт и вполне возможно первой в России. На ней выделялись: "гранит", "известковый камень" (известняки), "горнштейн" (измененные известняки и известковистые породы), "шифер" (сланцы всех видов и возрастов), "песчаный камень" (песчаники и туфы), "траппы" (эффузивные породы), "гнейс" (все инъецированные и метаморфизованные породы), "дикакошенная брекчия" (конгломераты). Дополнительными знаками на карте отмечены порфиры, медные и серебро-свинцовые рудники, ключи, соляные озера.

Следует заметить, что во второй половине XVIII в., т.е. на раннем этапе истории развития геологического картирования в России, геологические съемки вообще являлись крайней редкостью. Даже виднейшие натуралисты этого периода, подготавливая к изданию свои сочинения, чаще предпочитали не прибегать к картографическим изображениям особенностей геологического строения разных местностей.

Однако некоторые из крупнейших библиотек и архивов

нашей страны располагают ценными сведениями, которые неоспоримо свидетельствуют, что начало геологического картирования в России относится к последней четверти XVIII в. В.В. Ламакин (1953) обнаружил в Государственной библиотеке СССР им. Ленина два рукописных картографических документа под названиями: "Карта части озера Байкал, реки Селенги и всего течения Нижней Ангары" и "Карта всего течения реки Верхней Тунгузки и части Енисея". Составлены они обе в 1798 г. унтершхтмейстерами Сергеем Сметаниным и Егором Копыловым под руководством берг-гешворена Никиты Корелина и дополнены в 1799 и 1800 годах берг-гешвореном Петром Фроловым — известным деятелем отечественной горной промышленности и техники конца XVIII — начала XIX столетий. На упомянутых картах масштаба 10 верст в 1 дюйме (1:420000) с координатной сеткой, проведенной через 1 градус, берега рек разделены на участки, где красным цветом показано распространение коренных выходов "гранита", коричневым цветом — "песчаного камня", зеленым цветом — "извести" и синим цветом — "шифера". Следует добавить, что в название "гранит" включены здесь кристаллические породы в истоке Ангары и трапы в ее нижнем течении. Хотя по геологическому содержанию обе карты сейчас выглядят весьма примитивными, мы должны признать их существенным достижением своего времени, когда геологическое картирование только зарождалось. Из этих карт вполне можно почерпнуть изначальное представление и необходимые сведения о характере горных пород и их чередовании по берегам рек Ангара, Верхняя Тунгузка и частично Енисея. Данная геологическая съемка осуществлялась служащими Колывано-Воскресенских заводов попутно с обследованием Южно-Сибирской водной трассы с целью выяснения возможностей перевозки свинца из Нерчинских заводов в г. Барнаул для нужд Колывано-Воскресенских заводов на Алтае.

Примечательно, что для самого раннего этапа геологического картирования в России характерно стремление одновременно решать теоретические и прикладные вопросы геологии. Горное ведомство нередко организовывало "посылку горных инженеров" с целью подтверждения научных взглядов тех или иных крупных естествоиспытателей. Проверка известных идей академика П.С. Палласа о строении и образовании гор, например, была осуществлена в 1769 г. посредством специальной геологоразведочной экспедиции. Ее изыскательским партиям вменялось в

обязанность обследовать горы в "русских пределах", с одной стороны, и "способствовать посланным для натуральной истории профессорам" — с другой; "от оных к своим поискам заимствовать пользу" (Гольденберг, 1968, с. 54). В эти годы полевые наблюдения с элементами геологического картирования велись горными офицерами на отдельных участках огромной территории России по строго заданным маршрутам. На топографической карте проводилась линия пройденного пути, вдоль которого различным цветом помечались по минеральному составу обнажающиеся в определенных местах породы (известняк, песчаник, гранит и т.д.), хотя и без указания их относительного возраста. Распространение тех или иных горных пород нанесено на карту узкой полосой вдоль рек. Современные данные показывают, что выделяющиеся петрографические группы пород в общем характеризовались правильно и границы их выходов на дневную поверхность оконтуривались достаточно точно.

На рубеже XVIII—XIX вв. сбор, накопление и обобщение геологического материала осуществлялись во многих районах России, но с различной интенсивностью по ряду объективно существовавших причин. Однако охватываемая наблюдениями площадь во время полевых изысканий постепенно расширялась за счет увеличения количества экспедиционных маршрутов. Стали появляться отдельные карты, охватывающие довольно широкие пространства. В государственном архиве Алтайского края (г. Барнаул) хранится "Петрографическая карта части Алтайского хребта, находящегося при реках Катунь, Бия, Кокса, Чуя и Бухтарма, озере Телецком". Составили ее в 1804 г. маркшейдер Шлаттер во время поисков рудопроявлений в этих местах. Горные породы — "гранит", "шифер", "порфир", "яшма", "известь", "горншифер", "кварц" нанесены разными цветами. Без раскраски показаны "белый мрамор и рудные признаки", местонахождения которых помечены на карте масштаба 15 верст в 1 вершке (примерно 1:360000). По обе стороны от трассы маршрута на большом расстоянии отмечены породы и участки рудопроявлений. Можно предположить, что маршруты проводились и в разные стороны от основного пути. На этой карте распространение горных пород показано не узкой полоской, а на достаточно широкой площади. По современным геологическим данным оказалось, что в районе Телецкого озера действительно имеются коренные выходы гранитов и серия метаморфических сланцев, вероятно, докембрийского возраста, кото-

рые более 150 лет назад были верно охарактеризованы Шлаттером. (Савельев и Зайцев, 1959).

В 20-е годы XIX в. в России уже имелись работы с подробным литологическим описанием геологических формаций, прослеживающихся на десятки километров. Интенсивные "геогностические" наблюдения производились, как правило, вблизи существовавших рудников, либо в районах, где обнаруживались признаки какого-либо ценного минерального сырья.

Первый "эскиз" геологической карты Европейской России опубликовал В.Т. Странгвейс (Strangways, 1824) в своей краткой сводке по геологии России, составленной по материалам 20-х годов XIX в. Эта работа содержала расплывчатые, нередко ошибочные представления о геологическом строении данной территории. Однако ценность ее несомненна, ибо геологическим картированием в эти годы охватывались, как правило, ограниченные территории, прилегающие обычно к горным округам и непосредственно к заводам, например к Богословским, Пермским, Камско-Воткинским, Екатеринбургским, Златоустовским, Гороблагодатским, Кольвано-Воскресенским (или Алтайским), Нерчинским, Олонецким, Луганским и другим (Тихомиров, 1960).

"Петрографические" карты стали неперменной составной частью геолого-разведочных работ (Аносов, 1826; Вансович, 1827). Заметим, что в те годы палеонтологический метод при исследованиях почти еще не применялся, однако карты продолжали постоянно совершенствоваться. В "Горном журнале", выходящем в России с 1825 г., можно нередко обнаружить "петрографические" карты в виде приложений к отчетам о проведенных полевых изысканиях.

Постоянно увеличивающиеся в первой половине XIX в. темпы роста производительных сил в России предьявляли повышенный спрос на разнообразные полезные ископаемые. Необходимо было регулярно обеспечивать минеральным сырьем промышленные предприятия. От государственной горнопоисковой службы настоятельно требовалось организовать систематическое геологическое картирование территории страны. Горное ведомство приняло решение о составлении специальной инструкции изыскательским партиям, занимающимся геологоразведочными работами в горных округах. На примере Урала — древнейшего центра горнозаводской промышленности — В.Ю. Соймонов (1829) подготовил руководство для проведения геологосъемоч-

ных работ. Согласно этой "Инструкции", было предписано составлять "петрографические" карты горных округов России. Одной из первых таких карт была опубликованная (1829) "Петрографическая карта" Донецкого края, простирающегося по Бахмутскому и Славяно-сербскому уездам Екатеринославской губернии и по Миусскому начальству земли Войска Донского...", составленная Евгр. П. Ковалевским в масштабе 5 верст в 1 дюйме (1:210.000). На ней выделялись формации: "среднего флецового известняка" (мел); "флецового гипса" (пермь); "флецовых песчаников и глинистых сланцев" (карбон); "переходного филлада" (нижний карбон, метаморфизованные породы); "новейшего известняка, смешанного с наносом" (породы третичного возраста). Специальными знаками нанесены выходы пластов каменного угля и "прииски железных и свинцовых руд".

Со второй четверти XIX в. материал полевых наблюдений стал интенсивно накапливаться в виде карт, образцов разных руд, горных пород, минералов и отдельных окаменелостей. Особенно заметно это было для наиболее населенных областей России, каковыми являлись Центральная Россия, Донбас, Кавказ, Крым, Урал и отчасти Туркестан. Тем не менее геологическая изученность территории России в 30-е годы XIX в. оставалась все еще недостаточной, поскольку огромные пространства Сибири, Дальнего Востока, Средней Азии и Казахстана представляли собой "белые пятна", в пределах которых очень редко проводились отдельные маршруты, отстоящие друг от друга на сотни и даже тысячи километров.

Требовались сводные карты с показом геологического строения обширных континентальных площадей. Выполнению этой задачи первостепенного значения содействовало специальное обращение профессора Института корпуса горных инженеров Д.И. Соколова в 1834 г. в Ученый комитет по горной и соляной части. В этом представлении указывалось на необходимость целенаправленной подготовки материалов для составления в будущем "геогностических" описаний и обзорных "петрографических" карт крупных регионов России (Тихомиров, 1955).

В самом начале 40-х годов XIX в. берлинский издатель А. Эрман опубликовал геологическую карту европейской части России и Урала, составленную А.К. Мейендорфом (Erman, 1841). Следом за ней вышла в свет генеральная карта горных формаций Европейской России Г.П. Гельмерсена (1841). Эти карты хотя и имели все еще ряд не-

достатков, но уже выгодно отличались от карты В.Т. Странгвейса, т.к. по ним уже можно было судить о характерных чертах строения равнинной части Европейской России. В 1845 г. В.И. Мурчисон совместно с Э. Вернейлем и А.А. Кейзерлингом опубликовали фундаментальную сводку по геологии Европейской России и Урала с "геогностической" картой, на которой отчетливо вырисовывались все основные структурные особенности данной территории (Murchison, etc, 1845). Этот труд, в котором широко использовались материалы, специально подготовленные русскими геологами, работавшими в горных округах, был существенно дополнен А.Д. Озерским новыми фактами и переведен им на русский язык (Мурчисон и др., 1849).

Появление в свет "The Geology of Russia in Europe and Ural Mountains" и особенно его русского перевода оказалось очень важным событием не только для России, но и для ряда крупнейших стран мира. Долгое время почти все исследователи геологии европейской части России и Урала, а также преподаватели высших учебных заведений неизменно обращались к этой книге.

На протяжении последующих 30 лет в учебных пособиях и монографиях неоднократно публиковались геологические карты и схемы этого огромного региона, за основу которых бралась "геогностическая" карта Мурчисона, уточненная и исправленная в соответствии с новыми данными (Эйхвальд, 1846; Мейендорф, 1849; Куторга, 1858; Леваковский, 1861-1864).

Важно подчеркнуть, что Р.И. Мурчисон, Э. Вернейль и А.А. Кейзерлинг, занимаясь геологическими наблюдениями, "старались сосредоточить особое внимание на важном физическом вопросе, относящемся к прежней географии земной поверхности, на которой мало или вовсе не было обращено внимание (1849, с. 595)". Площадь Европейской России, по их убеждению, испытав за огромный отрезок времени неоднократную смену моря сушей, постепенно вступила в континентальную фазу развития. Так, например, известняки, окружающие Каспийское, Азовское и Аральское моря, рассматривались как "остатки огромного средиматерикового водовместилища, столь же просторного, как нынешнее Средиземное море, и, по всей вероятности, не имеющего сообщения с океаном" (там же). При этом предполагалось, что средиматериковое горько-соленое море южной России "испытало существенные физические перемены" в течение третичного и послетретичного времени, так как "дно его

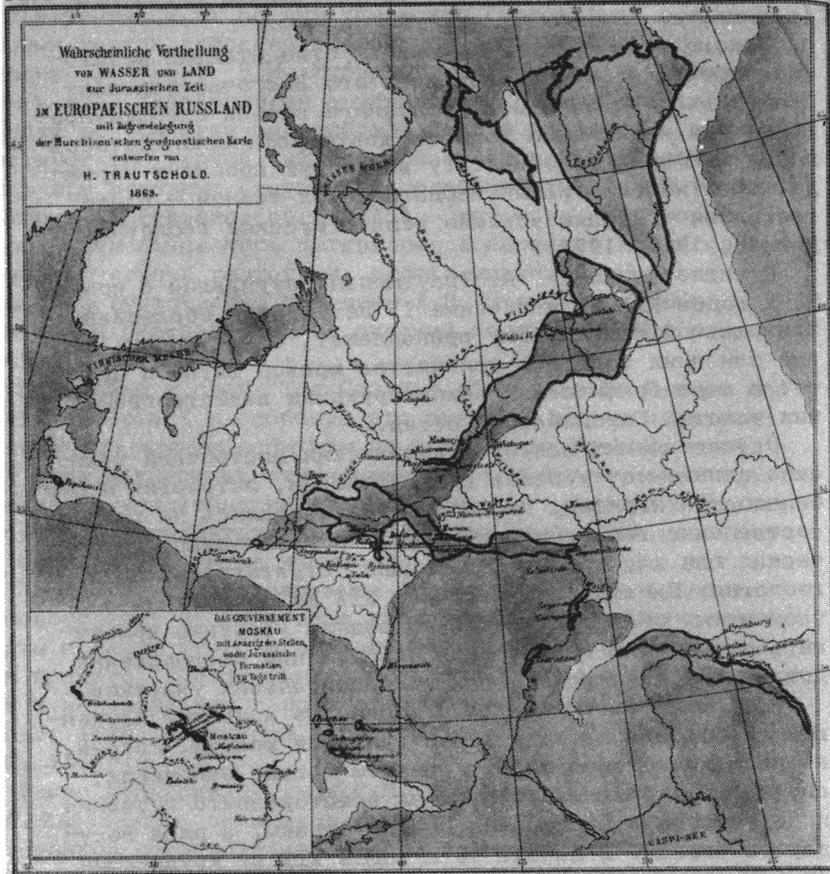
подвергнулось несколько раз повторявшимся поднятиям" (там же, с. 601-602).

Такого рода суждения и выводы относительно физико-географических обстановок прошлого Восточно-Европейской равнины давались в этой книге весьма схематизированно без каких-либо попыток картографического отображения минувших условий. Эту важнейшую проблему нарождающейся новой отрасли геологических знаний — палеогеографии — начали успешно решать русские геологи (Соловьев, 1966, 1977).

В числе их был Г.А. Траутшольд, изучавший с конца 50-х годов XIX в. в течение 15 лет юрские образования Центральной России. Ему принадлежат, в частности, первые описания большого количества юрской фауны и приоритет в картографических реконструкциях палеогеографических условий Европейской России.

Осуществление палеогеографических построений зависело целиком от успехов палеонтологии, литологии и особенно стратиграфии, на которых базировалось не только составление геологических карт, но развивалась историческая или как тогда ее называли "стратиграфическая" геология. Имевшиеся в середине XIX в. достижения в упомянутых областях знаний позволили уверенно приступить к созданию графических изображений расположения древних морских водоемов и континентальных участков.

В третьей четверти XIX в. одним из наиболее изученных периодов в истории Земли считался юрский. Россия, на площади которой широко развиты юрские отложения, служила прекрасным объектом их всестороннего изучения и корреляции в пределах не одной страны, а ряда государств Европы. В начале 60-х годов XIX в. крупнейший знаток юрских образований А. Оппель предложил Г.А. Траутшольду написать об изученности русской юры на основе палеонтологического материала. В 1862 г. в № 4 Бюллетеня Московского общества испытателей природы такая статья была опубликована, а в следующем году переиздана отдельной книжкой (Trautschold, 1863). В ней содержалась картографическая зарисовка под названием "Вероятное распределение моря и суши в юрское время в Европейской России, представленное на основе геогностической карты Мурчисона". На этой первой палеогеографической карте (рис. 1), изданной в России, изображались пока еще только основные черты физико-географических условий прошлого в виде контуров моря и суши без показа существовавших особенностей осадконакопления, т.е.



*Die mit lila umrandeten Theile des Meeres stellen Jurassischen Meeresboden dar, der größtentheils zur Präsenszeit trocken gelegen war (Fossilfunde sind einige Theile der Ukraine, Moldau, Servien u. s. w. im Nordwesten von Rußland). Die mit 3 bezeichneten Stellen des Meeres deuten an, wo hier noch keine Laps gefunden ist, dass aber das Dasein von Verbindung zwischen den verschiedenen Meereszeiten nicht unvoraussichtlich ist.*

**Рис. 1. Первая палеогеографическая карта европейской части России для юрского времени, составленная Г.А. Траутшольдом (Trautschold, 1863). Море обозначено серым цветом, а суша — белым; пунктирной линией оконтурены части моря, представлявшие в юрское время морское дно, которое в меловое время в основном было сушей; знаком вопроса отмечены пункты, где юрские отложения не были найдены, но связь между различными частями морского бассейна вероятнее всего существовала**

фациальных обстановок. Г.А. Траутшольд по находкам фауны фиксировал на геологической карте разновозрастные морские образования, соединял эти пункты линией, которая изображала очертания водоема. Согласно его палеогеографическим построениям, в юрское время на территории Европейской равнины море распространялось на юг до Каспия и соединялось со Средиземным морем.

Проводившиеся геологами в третьей четверти XIX в. таким упрощенным картографическим приемом древние береговые линии были, естественно, условными, поскольку не учитывался размыв осадков с течением геологического времени и не принимались во внимание отложения, находящиеся сейчас под уровнем океана. Однако в отношении первой палеогеографической карты России интересно отметить следующее. Через 100 лет на карте верхнеюрского времени из "Атласа литолого-палеогеографических карт Русской платформы и ее геосинклинального обрамления" (1961) контуры суши и моря оказались очень сходными с картой, опубликованной Г.А. Траутшольдом в 1862 г. Северный и южный юрские бассейны на обеих картах сообщаются между собой посредством широкого пролива, располагавшегося на Русской равнине.

70-е годы XIX в. ознаменовались тщательным анализом фаций и окаменелостей мезозойских образований в России и Западной Европе. Обсуждалась, в частности, проблема соотношения юры и мела в свете изучения зоогеографических провинций и климатических зон. В.О. Ковалевский (1874), обобщая накопленные факты относительно границы между отложениями верхней юры и нижнего мела, развивал идею существования в это время трех провинций: европейской, средиземноморской и русской. При решении упомянутого стратиграфического вопроса для территории всей Европы он использовал палеогеографические реконструкции, составив три схематические карты европейского материка для поздней юры, титон-вельдского времени и среднего неокома. Различия в составе фауны верхнеюрских слоев Европы и Центральной России он объяснял своеобразием палеозоогеографии.

Накопление новых фактов в последней четверти XIX в. и использование при геологическом картировании фациального и палеоэкологического методов дало возможность русским геологам составлять палеогеографические карты для различных и в том числе менее изученных геологических периодов. Г.А. Траутшольд (1877), в частности, проследил на пяти схемах изменение распределения воды и суши на

"русском материке" в каменноугольный, пермский, верхнеюрский, меловой и третичный периоды. Стремясь расшифровать последовательный ход важнейших событий, он наметил в первом приближении историю геологического развития Европейской части России в палеозое, мезозое, кайнозое.

Свою первую попытку воссоздать конфигурацию суши и моря для карбона, девона, перми и триаса сделал А.П. Карпинский (1880), опираясь не только на данные геологической карты, но и на результаты фациального анализа образцов, взятых как на поверхности, так и из скважин. Он графически показал распространение моря и приблизительное геологическое строение суши на площади Европейской России в конце каменноугольного времени. Это была по существу одна из первых палеогеологических карт.

С организацией в 1882 г. Геологического комитета стало осуществляться геокартирование всей территории России и, в частности, составление отдельных листов десятиверстной геологической карты европейской части страны. Еще до начала этой планомерной геологической съемки А.А. Иностранцев (1884), используя накопленную информацию, составил геологический очерк Европейской России и предпринял попытку восстановления ее палеогеографии для всех периодов геологической истории. В качестве иллюстрации им были составлены довольно точные карты распределения материков и морей в начале карбона, в начале перми, в середине юры, в начале мела и в миоценовую эпоху. Проведенные им границы древних береговых линий очень приближаются к тем, которые изображаются в настоящее время. А.А. Иностранцев подчеркивал, что отмеченные на геологических картах породы наиболее древнего возраста (докембрийские кристаллические массивы) в течение длительного времени составляли сушу, окруженную морем, в котором накапливались осадки с отложениями более молодого возраста. Он отводил существенную роль тектоническому фактору при объяснении причин трансгрессий и регрессий моря, а также при установлении связи между колебательными движениями и процессом формирования слоистой структуры земной коры.

В конце 80-х годов XIX в. А.П. Карпинский пришел к твердому убеждению в том, что кризсообразовательные процессы имели прямое отношение к перераспределению прошлых морских водоемов, "иногда являясь главной его причиной" (Карпинский, 1887, с. 35). На основе данных геологического картирования с широким использованием фа-

циального метода он систематизировал весь имевшийся палеогеографический материал и убедительно показал на одиннадцати картах-схемах распространение морских бассейнов впервые для всех геологических периодов на территории Европейской России. Через семь лет А.П. Карпинский (1894) вновь проанализировал смену очертаний древних бассейнов на площади Русской платформы и выявил закономерности тектонических движений в пределах этого региона. Он установил, что в девоне, корбоне и перми, когда происходили энергичные движения Уральского кряжа, в восточной части Русской равнины преобладали меридиональные понижения. В периоды же интенсивных движений Кавказа, т.е. уже в средней юре, особенно в верхнем мелу, палеогене и неогене, наоборот, имели место широтные прогибания. В результате геологических работ, проведенных сотрудниками Геологического комитета за первые 10 лет его существования, вышла в свет в 1893 г. "Геологическая карта Европейской России" (на 6 листах) в масштабе 60 верст в 1 дюйме вместе с объяснительной запиской на 24-х страницах. Эта карта составлялась под руководством А.П. Карпинского (главного редактора), С.Н. Никитина и Ф.Н. Чернышева. Несмотря на то, что региональное картирование оставалось в основном мелко-масштабным, новый фактический материал продолжал накапливаться и совершенствовались фациальный и палео-экологический методы. А это обеспечило возможность графического изображения физико-географических обстановок, существовавших на сравнительно непродолжительных отрезках геологической истории. Классической работой в этом отношении следует считать, например, исследование А.П. Павлова (Pavlov, 1901) по русским нижнемеловым отложениям, проведенное на основе тщательного палеонтологического анализа. Если А.П. Карпинский составил для всей нижнемеловой эпохи только общую, весьма схематичную палеогеографическую карту, то А.П. Павлов уже смог представить палеогеографические карты отдельных ярусов нижнего мела (нижний неом, готерив-бароем, апт, альб) для Европейской России. Построения, сделанные А.П. Павловым, были поразительно точными и впоследствии подвергались лишь незначительным изменениям. Позднейшие исследования убедительно подтвердили, что уже первые геологические карты России оказались надежной фактодокументографической основой при палеогеографических построениях любого масштаба в пределах крупных участков земной коры.

Таким образом, успешное развитие геологического картирования способствовало познанию особенностей строения земной коры и привело к становлению палеогеографии, обеспечившей превращение геологии в историческую науку, освещающую ход преобразования лица Земли.

## Литература

Аносов П.П. Геогностические наблюдения над Уральскими горами, лежащими в округе Златоустинских заводов. — Горн. ж., 1826, № 5.

Атлас литолого-палеогеографических карт Русской платформы и ее геосинклинального обрамления. Ч. 2. Мезозовой и кайнозой. Масштаб 1:5.000.000. Гл.ред. А.П. Виноградов. Отв. ред. А.В. Ронов, В.Е. Ханн. М.-Л., Госгеолтехиздат, 1961, 95 л. карт.

Вансович Г.Г. Геогностическое обозрение Курляндской и Лифляндской губерний. — Гор. ж., 1827, № 8.

Гельмерсен Г.П. Пояснительные примечания к генеральной карте горных формаций Европейской России. — Горн. ж., 1841, № 4.

Гольденберг Л.А. Государственные геологоразведочные экспедиции в России XVIII века. — В кн.: Проблемы истории геологических наук. Докл. сов. геол. Проблема 13 В, XXIII сессия МГК, М., Наука, 1968.

Гордеев Д.И. История геологических наук, т. 1. Из-во МГУ, 1967.

Иностранцев А.А. Геологический очерк Европейской России. — В кн.: Реклю Э. "Земля и люди". Дополн. к т. V, вып. 2. СПб., 1884.

Карпинский А.П. Замечания об осадочных образованиях Европейской России. — Горн. ж., 1880, № 4-5.

Карпинский А.П. Очерк физико-географических условий Европейской России в минувшие геологические периоды. — Зап. Акад. наук, 1887, 55, прил. № 8.

Карпинская А.П. Общий характер колебаний земной коры в пределах Европейской России. — Изв. Акад. наук, 5 серия, 1894, 1, № 1.

- Ковалевский В.О. Несколько слов о границах между юрской и меловой формациями и о той роли, которую могут играть юрские отложения России в решении этого вопроса. — Изв. Об-ва любит. естествозн., антропол. и этногр., 1874, т. XIV, протоколы заседаний.
- Ковалевский Евгр. П. Геогностическое обозрение Донецкого края. — Горн. ж., 1829, № 1.
- Куторга С.С. Естественная история земной коры с геогностической картой Европейской России. СПб., 1858.
- Ламакин В.В. Первая геологическая схемка р. Ангары. В кн.: "Очерки по истории геологических знаний", вып. 2. М., Изд-во АН СССР, 1953.
- Леваковский И.Ф. Курс геологии, Харьков, 1861-1864.
- Мейендорф А.К. Опыт прикладной геологии преимущественно северного бассейна Европейской России. СПб., 1849.
- Мурчисон Р.И., Вернейль Э., Кейзерлинг А.А. Геологическое описание Европейской России и хребта Уральского. Перевод с англ. с примечаниями и дополнениями. А.Д. Озерского. Ч. 1-2 с двумя картами и многими чертежами. СПб., 1849.
- Савельев Н.Я. и Зайцев Н.С. Одна из первых геологических карт Алтая. В кн.: "Очерки по истории геологических знаний", вып. 8, М. "Углетехиздат", 1959.
- Соймонов В.Ю. Инструкция горным партиям для геогностического описания хр. Уральского и для прискания руд и золотосодержащих россыпей. Горн. ж., 1829, № 4.
- Соловьев Ю.Я. Возникновение и развитие палеогеографии в России. — Труды ГИН АН СССР, 1966, вып. 147.
- Соловьев Ю.Я. К вопросу о закономерностях развития палеогеографии. — В кн.: "Методология и история геологических наук", М., Наука, 1977.
- Тихомиров В.В. Новые данные об организации геологического картирования в России. В кн.: "Очерки по истории геол. знаний", вып. 4, М., Изд-во АН СССР, 1955.
- Тихомиров В.В. Геология в России первой половины XIX века. Ч. 1, М., Изд-во АН СССР, 1960.
- Траутшольд Г.А. Основы геологии. Ч. 3. Стратиграфия. М., 1877.

- Хабаров А.В. Очерки по истории геологоразведочных знаний в России (Материалы для истории геологии), ч. 1. Под ред. А.Л. Яшина. Изд-во МОНП, 1950.
- Эйхвальд Э.И. Геогнозия преимущественно в отношении к России, ч. 2, СПб., 1846.
- Эйхвальд Э.И. Палеонтология России. Новый период. СПб., 1850.
- Erman A. Über den dermäligen Zustand und die allmähliche Entwicklung der geognostischen Kenntnisse von Europäischen Russland.-Erman's Archiv für wissenschaftliche Kunde von Russland Bd. 1, Berlin, 1841.
- Murchison R., Verneuil E., Keyserling A.A. The geology of Russia in Europe and the Ural Mountains. Vol. 1. Geology. Vol. 2 Paleontologie. London-Paris, 1845.
- Pavlov A.P. Le Gretace inferier de la Russie et sa faune. - Nouv. Mem. Soc. natur. Moscou, 1901, 16, livr. 3.
- Strangways W.T. An outline of the geology of Russia - Trans. Geol. Soc. London, Ser. 2, 1824, v. 1.
- Trautschold H.A. Nomenclator palaeontologicus der Jurassischen Formation in Russland. Buchdruckerei d.k. Univ. M., 1863.

Yu.Ya. SOLOVYEV, V.V. TIKHOMIROV

(Geological Institute of the USSR Academy of Sciences)

THE BEGINNING OF GEOLOGICAL MAPPING  
AND FIRST PALEO GEOGRAPHIC MAPS IN RUSSIA

(Abstract)

In the first half of the XVIII<sup>th</sup> century, in Russia, general drawings, of deposits and plans of explored mines were compiled as well as "petrographic" maps representing mineral composition of rocks without showing their age. In the early XIX<sup>th</sup> century the first geological sketch map of European Russia was compiled (W.T. Strangwayse, 1824). The petrographic maps of mining districts served as a basis for compiling summary geological maps of the European part of the USSR and the Urals (A.K. Meyendorf, 1841; G.P. Helmersen, 1841; R.I. Murchison, E. Vernuil, A.A. Keiserling, 1845). R.I. Murchison's work was translated into Russian by A.D. Ozersky and published in 1849 with essential supplements while the "geognostic" map served as a basis on which the Russian geologists had been plotting updated information during 30 years.

From the second half of the XIX<sup>th</sup> century, graphic representation of land and sea contours of the most studied geological periods started to appear in Russia. The first paleogeographical map of Jurassic time of the European part of Russia was compiled by Trautschold in 1862 and reprinted in 1863. Later on, V.O. Kovalevsky (1874), G.A. Trautschold (1877), A.P. Karpinsky (1880, 1887) and A.A. Inostrantsev (1884) published a series of small-scale paleogeographic maps of the European part of Russia and Europe as a whole representing many geological periods. A.P. Karpinsky (1894) ascertained the regularities of tectonic movements within the Russian platform from the change of contours of old water reservoirs on this area. In the

late XIX<sup>th</sup> - early XX<sup>th</sup> centuries the Russian geologists reconstructed physico-geographical environment existed during relatively short periods of geological history (A.P. Pavlov, 1901).

Even the first geological maps were a reliable basis for paleogeographical reconstructions to various scales. Advances in geological mapping assisted in studying the peculiarities of the earth's crust and led to formation of paleogeography that converted geology into a historical science describing transformation of the Earth's image.

О. А. МАЗАРОВИЧ, В. В. ТУРСИНА  
(Московский государственный университет,  
Всесоюзный заочный политехнический институт)

ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ КАРТЫ РОССИИ  
С СЕРЕДИНЫ XIX ВЕКА ДО 1917 ГОДА

Создание минерально-сырьевой базы любой страны является одной из необходимых предпосылок независимости и обеспеченности государства. Потребность в черных, цветных и благородных металлах, минеральном топливе, строительных материалах, солях, водных ресурсах и т.п. ощущалась постоянно и с течением времени усиливалась. В конечном счете эта потребность настоятельно диктовала необходимость знания горных пород, их размещения, умения извлекать из недр полезные ископаемые и развивать горные промыслы. В связи с общим прогрессом науки, и в частности естествознания, начиная с XVIII века, стал формироваться целый комплекс наук о Земле, виднейшее место в котором по праву занимает геология. Подлинно научное ее содержание стало проявляться в связи с созданием геологических карт, появившихся в ряде стран, в том числе и в России, в первой половине XIX века. Таким образом, создание геологических карт диктовалось исторической необходимостью и их появление вслед за географическими картами представляется вполне закономерным.

Составление геологических карт в любой стране определяется соблюдением следующих трех условий: 1) элементарном знании горных пород (литологии и петрографии); 2) созданием географической, и в частности топографической основы и 3) разработки геохронологической шкалы, базирующейся на знании последовательности напластования и определении относительного возраста пород на основе представления об эволюции органического мира.

Эти необходимые условия складывались постепенно на

протяжении тысячелетий. Особенно длительным (около полутора тысячи лет) был процесс эмпирического познания характерных свойств и внешних признаков минералов, горных пород, главным образом полезных ископаемых (руд, строительного камня и т.д.). Относительно более быстрым (300-400 лет) оказался период создания первых преимущественно географических, а затем и более детальных топографических карт и схем, позволяющих читать элементы рельефа. Напомним читателю, что первой географической картой всей страны явилась "Генеральная карта России", составленная И.К. Кирилловым в 1734 г. В конце XVIII века появились первые литолого-петрографические, а в начале XIX столетия и геологические карты. Напомним также и то, что первой рукописной геологической (петрографической) картой в России и одной из первых карт в мире такого типа явилась карта масштаба 1:120.000 для территории Восточного Забайкалья, составленная в 1790-1794 году Д. Лебедевым и М. Ивановым. Первой же изданной в 1822 году картой была петрографическая карта России (издатель — англичанин Странгвейс). Об этом более подробно сказано в других статьях этого же сборника (см Л.А. Гольденберг, Ю.Я. Соловьев и В.В. Тихомиров, В.Н. Павлинов, Е.Е. Милановский и др.). В первой половине XIX века в основном была разработана стратиграфическая шкала фанерозойских отложений.

К середине XIX века, т.е. около 150 лет тому назад, все необходимые условия для составления геологических карт в общих чертах сложились как в Западной Европе, так и в Восточной — в России. С 40-х годов этого столетия стали последовательно издаваться геологические карты как всей Европейской России и ее отдельных губерний и районов, так и отдельных краев в Сибири и Туркестане.

Одной из первых обзорных карт явилась очень любопытная "Генеральная карта горных формаций Европейской России", составленная Г.П. Гельмерсенем и изданная Академией наук в 1841 году. Масштаб карты 50 геог. миль в дюйме.

На этой карте Балтийский щит и Урал показаны практически нерасчлененными, вдоль Финского залива правильно показан силур: угадываются западные ограничения Московской синеклизы по выходам "каменноугольной почвы", контуры распространения древнего красного песчаника в пределах Главного девонского поля, поле нового красного песчаника в центральной части Московской синеклизы, по-

ля развития мела и третичных отложений на Украине и в Крыму. Следует заметить, что общие контуры строения Русской плиты Г.П. Гельмерсеном были намечены более или менее верно.

В том же 1841 году в Германии на немецком языке была опубликована "Обзорная карта горных формаций Европейской России", составленная русским географом — экономистом А.К. Мейендорфом. По степени детальности она близка к карте Гельмерсена, однако имеются некоторые дополнительные детали: древний красный песчаник именуется "девонскими сланцами", новый красный песчаник — формацией цехштейна, третичные отложения на ней подразделены на древние и молодые, более подробно показаны интрузивные и метаморфические породы. Кроме того, на карте расширены контуры Украинского щита, намеком показаны структуры на Среднем Урале. В отличие от карты Гельмерсена Крым, Прикаспийская низменность, Закаспий и Кавказ никакой геологической нагрузки не несут.

Примерно в те же годы из печати вышла "Обзорная геолого-географическая карта Печорского края" А.А. Кайзерлинга и П.И. Крузенштерна (1846), отражающая строение Печорской синеклизы, острова Вайгача, п-ва Пайхой, Полярного и Северного Урала. Буквами здесь обозначены граниты (а), амфиболиты (в) и азойские метаморфические сланцы (с), а цифрами силур (1), доманик (2), девон (3), горный известняк (4), жерновой песчаник (5), пермь (6), затем делювий по сланцам юры (7) и глины и ракушечники Полярного моря, Урал, Пайхой и Вайгач изображены в виде линейно-вытянутых зон, которые весьма схематично, но в принципе правильно отражают складчатое строение Урала.

Очень интересна "Геологическая карта Европейской России и хребта Уральского, составленная Мурчисоном, Вернейлем и Кайзерлингом при участии Н.И. Кокшарова в 1845 г. и дополненная А.Д. Озерским в 1849 г.". На этой карте в общих чертах правильно показаны контуры распространения многих отложений Русской плиты и весьма приблизительно на Кавказе и Урале. На Балтийском щите выделены азойские толщи (индекс-а), а также изверженные (в) и метаморфические породы (с). На Русской плите обозначены цифрами "осадочные системы" от 1 до 11. Силурийская система обозначалась двумя индексами 1 и 1', древний красный песчаник — 2, каменноугольная — 3 и 3' (цвет синий), пермская — 4, триасовая ("в горе Богдо") — 5, юрская — 6 (цвет коричневый), меловая — 7, нижнетретич-

ная — 8, среднетретичная — 9, плиоценовая и четвертичные отложения соответственно 10 и 11. Кроме того, на карте обозначены "другие явления": "суть в новейшее время образованная, грязные вулканы и нефтяные ключи". Карта сопровождается разрезом "от Санкт-Петербурга до Азовского моря" и расположенной справа колонкой, где показаны фациальные изменения ряда толщ, в том числе и карбона. Карта в целом знаменует очевидный прогресс в деле познания геологии Европейской России.

В 1854-1855 гг., во время Крымской войны, вышла "Геологическая карта южной части Уральского хребта и составленная Н.Г. Меглицким и А.И. Антиповым". Масштаб карты: в английском дюйме — 10 верст. На этой карте принято примерно такое же расчленение геологического разреза, что и на карте Печорского края. Обе карты являются по существу первыми, достаточно детальными картами Урала.

Несколько позднее появляется "Геологическая карта С. Петербургской губернии", составленная И.И. Бокон в 1866-1867 годах, в масштабе 20 верст в английском дюйме (1:840000), где пласты силура (1 ярус) и девона (3 яруса) подразделены на 15 стратиграфических единиц.

Примечательной является таблица, помещенная с левой стороны карты. Она называется "горная порода и окаменелости" и представляет собой текстовую стратиграфическую колонку. На ней выделены 1) силурийская и девонская система, причем в обратном порядке, т.е. девон помещен ниже силура. Затем 2) ярусы (в силуре только "нижний", а в девоне "нижний", "второй" и "третий"; последний в таблице помещен в самом низу), 3) "знаки пластов", т.е. сквозная нумерация от более древних до более молодых пластов нижнего силура. Последних — всего 8, приведена подобная нумерация для девона, где пронумерованы все пласты (от 1 до 7). Выделена голубая глина, унгулитовый песчаник, глауконитовый песок, ортоцеративный известняк и т.д. В каждом из пластов приводятся обширные списки остатков фауны с рядовыми видовыми названиями и автором каждой формы. В легенде силурийская система именуется в отличие от таблицы "нижне-силурийской", которой придан серый цвет, девон же изображен коричневым цветом. Границы показаны очень упрощенно, они нередко угловатые. Сплошные поля обнаженных отложений заштрихованы. Выборгская губерния, в отличие от Лифляндской, Псковской и Олонейской, на карте белая, т.е. лишенная геологической ситуации. Весьма сходна по манере исполнения "Геологическая карта Московской губер-

нии", составленная Г.Е. Шуровским и изданная в 1867 году.

Из региональных карт особое внимание привлекает "Плоская карта Донецкого каменноугольного края", составленная по результатам работ, произведенных с 1864 по 1870 год Алексеем Ивановичем Антиповым, Львом Степановичем Желтоножким, Александром Алексеевичем и Анемполистом Алексеевичем Носовыми, Васильевым (имя и отчество, к сожалению, не установлены), под руководством академика Гельмерсена и изданная в 1872 году в масштабе 10 верст в 1 дюйме. Карта точно исполнена и прекрасно отображает складчатость открытого Донбасса.

В последней четверти XIX века вышли в свет региональные геологические карты Азиатской России. К их числу относится "Геологическая карта Туркестанского края", составленная Г.Д. Романовским и И.В. Мушкетовым преимущественно на основании личных наблюдений, произведенных в 1874-1880 годах. Карта опубликована в 1884 г. в масштабе 30 верст в дюйме. Легенда карты сверху вниз включает: 1 — потретичную систему (делювий и аллювий), 2 — третичную систему (1 и 2 объединены в кайнозойскую группу), 3 — меловую систему, 4 — юрскую систему (юрская формация и буроугольные образования), 5 — триасовую систему и фосфориты (3-5 объединены в мезозойскую группу), 6 — каменноугольная формация, 7 — девонскую и 8 — силурийскую систему палеозоя. В азойской группе выделены кристаллические сланцы, филлиты, кремнистые сланцы, кварциты и туфы.

Исследования отдельных районов Азии отразились на карте Закаспийской области (в дюйме 100 верст), составленной И.В. Мушкетовым в 1891 году по работам, проведенным К.И. Богдановичем, В.А. Обручевым и Н.И. Андрусовым.

Существенный интерес представляют карты верхнего течения р. Сосьвы, составленной в 1894 г. Е.С. Федоровым в масштабе 5 верст в 1 дюйме, и Семиреченской области, опубликованной в 1911 г. П.А. Казанским в масштабе 1:420000, а также карта полезных ископаемых Туркестана и Бухары В.Н. Вебера в масштабе 1:1680000.

Заметным событием в развитии русской геологической картографии явилась "Карта месторождений полезных ископаемых Европейской России" масштаба 1:420000, составленная в 1882 г. профессором В.И. Мёллером, директором Петербургского горного института. На карте выделены 9 систем фанерозоя, 4 разновидности метаморфических и

магматических пород и 29 видов различного минерального сырья. Карта, явилась капитальной сводкой по полезным ископаемым западной части России.

Исключительно важным событием в деле геологической картографии явилось учреждение Международного геологического конгресса. На I сессии конгресса в 1878 году в Париже было решено, что одной из основных его задач должно быть "установление правил составления карт, геологической номенклатуры и классификации". На II сессии в Болонье (1881 г.) выработаны международные условные обозначения и определена терминология ряда понятий. Огромная роль в этом важном деле принадлежала А.П. Карпинскому и А. Гейму. После Болонской сессии конгресса на геологических картах появились общепринятые ныне индексы и цвета различных систем фанерозоя.

В январе 1882 года был создан Геологический комитет и утвержден его Устав. В его задачи входило изучение недр страны и составление геологических карт. Первым директором Комитета был назначен академик Г.П. Гельмерсен. Член Комитета Ф.Н. Чернышев в 1907 году писал, "Добросовестно составленная карта и полное описание к ней должны дать драгоценный материал для решения всех вопросов по теоретической геологии, связанных с данным районом, так и ту канву, на которой всякий практический деятель может строить те или иные заключения о возможности развития в описываемом районе горных промыслов .

Комитет за относительно короткий срок отснял в Европейской части страны множество "десятиверстных" (т.е. в масштабе 10 верст в дюйме или 1:420000) листов геологической карты. Эти карты и объяснительный текст к ним издавались на высоком картографическом и научном уровне и были отмечены специальными дипломами и медалями на Колумбийской выставке в Чикаго (1893 г.) и Международной выставке в Брюсселе (1897 г.).

В 1897 г. Геологическим комитетом была издана составленная А.П. Карпинским сводная геологическая карта Европейской России в масштабе 60 верст в дюйме. На ней нашли отражение существенные уточнения в связи с новыми данными, полученными в ходе работ геологов Комитета.

---

1

Цитируется по А.П. Марковскому (1975, стр. 6).

Выход в свет этой карты подытожил работы русских геологов к концу XIX века и наметил дальнейший прогресс геологической науки.

В конце XIX века наряду с составлением мелкомасштабных геологических карт все большее внимание стало уделяться разработке методики крупномасштабного (детального) геологического картирования. Так, с 1892 года начала составляться детальная карта Донбасса под руководством Ф.Н. Чернышева. С 1897 года эти работы возглавил Л.И. Лутугин, создавший целую серию замечательных карт, поражающих своей точностью. Возникла русская школа детального геологического картирования. Разработанная Л.И. Лутугиным методика с большим успехом применялась при составлении детальных геологических карт во многих районах России. Детальные карты Донбасса представляли собой выдающееся достижение геологической картографии. Высокая оценка этой работы выразилась в присуждении ей золотой медали на Всемирной выставке в Турине в 1913 г. Сводная карта Донбасса в масштабе 1:420000 была издана уже после революции, в 1920 году. А в 1908 году Н.И. Лебедевым была опубликована "Геологическая карта Кавказского края" масштаба 60 верст в дюйме. Геологическое строение на ней в основных своих чертах показано очень полно. Карта имеет много общего с современными картами Кавказа. Однако заметим, что в осевой части Главного Кавказского хребта черносланцевые толщи юры, главным образом нижней юры, отнесены к нерасчлененному палеозою и объединены с метаморфическими образованиями Эльбрусско-Садонского антиклинория.

В отличие от Европейской части России, для которой в предреволюционный период, т.е. до 1917 года, уже имелось довольно много геологических карт различного масштаба, Азиатская часть страны оставалась закартированной совершенно недостаточно. Только на рубеже XIX и XX веков изучению геологии Сибири и Дальнего Востока был придан новый импульс в связи с проектированием и строительством Транссибирской железной дороги. Исследованиями была охвачена огромная территория. В работах принимало участие большое число крупных специалистов, в том числе А.К. Мейстер, А.А. Краснопольский, К.И. Богданович. Имевшиеся региональные карты были сведены воедино в "Геологическую карту части Сибири" в масштабе 220 верст в дюйме. На этой карте в красках впервые были показаны исследованные области Западной Сибири, Северного Казахстана, Енисейского края, Южного Прибайкалья, Забайка-

лья. Еще восточнее геологические данные были нанесены узкими полосами вдоль левобережья Амура и Уссури по Охотскому побережью. Была охвачена также большая часть Камчатки и отдельные участки на Чукотском полуострове. Схематичность изображения многих районов, показанных на карте, вполне объяснима огромными пространствами и их труднодоступностью.

Остальная часть Сибири, если не считать маршрутных пересечений по р. Лене, оставалась неисследованной.

Таким образом, до Октябрьской революции были заложены основы геологического картирования России, некоторые районы были детально изучены, геологическая же характеристика всей страны была выявлена лишь в самых общих чертах, огромные же площади оставались неизученными. В конце XIX — начале XX столетия сформировалась русская геологическая школа высококвалифицированных, широко мыслящих геологов и горных инженеров, перед которыми после революции открылись поистине безграничные возможности по изучению территорий Советского Союза.

#### Литература

1. Генеральная карта горных формаций Европейской России. Г.П. Гельмерсен. Масштаб в 1 дюйме 50 географ. миль. СПб. Изд. имп. Академии наук.
2. Геогностическая карта Европейской России и хребта Уральского. Составлена в 1845 году. Предпочтительно по наблюдениям, произведенным гг. Мурчисоном, Вернейлем и графом Кайзерлингом при содействии штабс-капитана Кокшарова I. Дополнена по октябрь 1849 года полковником Озерским.
3. Геогностическое описание нижнесилурийской и девонской системы С. Петербургской губернии — Мат. для геол. России, 1869, т. 1, с. 101-187, табл., 1 л. карты. Рец. Варбот-де-Марни Н.А. — Горн. журн., 1869, ч. 2, кн. 4, с. 173-178.
4. Геогностическая карта С. Петербургской губернии. Составлена в 1866 и 1867 годах. И. Бок, масштаб 1:840.000.

5. Геологическая карта Донецкого каменноугольного бассейна. Изд. Геологического комитета, 1920. Масштаб 10 верст в дюйме, составлена на основании исследований В.В. Богачева, А.А. Борисенко, П.И. Вутова, А.А. Ганеева, Д.В. Голубятникова, А. Гурова, В. Домгера, Н.И. Лебедева, Б.К. Лихарева, Л.И. Лутугина, В.Ф. Мефферта, И. Марозевича, Д.И. Мушкетова, В.А. Наливкина, Н.Ф. Погребова, Н.А. Родыгина, Н.Н. Славянова, А.А. Сняtkова, В.И. Соколова, Н.А. Соколова, П.И. Степанова, Ф.Н. Чернышева, В.И. Яворского, Н.Н. Яковлева и других.
6. Геологическая карта береговой полосы озера Байкал. Составлена на основании исследований 1877-1880 гг. И.Д. Черским. Издана императорским русским географическим и императорским Санкт-Петербургским минералогическим обществом под редакцией И.В. Мушкетова. Масштаб 10 верст в дюйме.
7. Геологическая карта верхней части бассейна р. Сосы. Составлена в 1894 г. горн. инж. Е.С. Федоровым. Масштаб 5 верст в англ. дюйме.
8. Геологическая карта Европейской России, изданная Геологическим комитетом, 1897. Масштаб 150 верст в 1 дюйме.
9. Геологическая карта Европы. Масштаб 1:2.600.000. Составлена по Мурчиссону, Гельмерсену, Мёллеру и исследованиям Минералогического общества для России и по картам Дюмон и Дешен для Европы 1845.
10. Геологическая карта Закаспийской области на основании исследований, произведенных горными инженерами К.И. Богдановичем и В.А. Обручевым в 1886-1887 гг. и магистром Н.И. Андрусовым в 1888 г. Составлена И.В. Мушкетовым. С. Петербург 1891. Масштаб 100 верст в дюйме.
11. Геологическая карта Кавказского края. Составлена по поручению Кавказского Горного Управления проф. Н.И. Лебедевым, 1908.
12. Геологическая карта Московской губернии. Г.Е. Щуровский. Масштаб 20 верст в дюйме, 1867.
13. Геологическая карта Сибири, исследованной по поручению Комитета Сибирской железной дороги. Масштаб 220 верст в 1 англ. дюйме. Год издания и автор не установлены.

14. Карта к отчету за 1894 год горного инженера И. Ижицкого. Масштаб 1:840 000.
15. Карта месторождений полезных ископаемых Европейской России. Составил В. Мёллер 1882 г. Масштаб 1:420000.
16. Карта полезных ископаемых Туркестана и Вухары. Составил В. Вебер, 1912. Масштаб 1:168 000.
17. Карта района геологических исследований в Семиреченской области в 1911 году, П.А. Казанский. Масштаб 1:420 000.
18. Краткий очерк 25-летней деятельности Геологического комитета. Изв. Геологического комитета, 1907, т. 26, с. 24. Иванов Г.И. Геология угля об. "История геологии", Изд. "Наука", М., 1973 г., с. 292-305.
19. Марковский А.П. Научные направления и школы Геологического комитета — ЦНИГРИ-ВСЕГЕИ. Сб. "Региональные комплексные геологические исследования территории СССР". Тр. ВСЕГЕИ, т. 234, Л. 1975, с. 6-22.
20. Е.В. Милановский. Геологические карты, их чтение и построение. Госуд. науч.-техн. геол. разв. изд. М.-Л., 1933, с. 131.
21. "Пластовая карта Донецкого каменноугольного кряжа", составлена по распоряжению министерств военного и финансов по результатам работ, произведенных с 1864 по 1870 год под главным руководством академика Гельмерсена горными инженерами Антиповым 2, Желтоножкиным, Носовым 1, Васильевым 2. Издание горного департамента, 1872. Масштаб в английском дюйме 10 верст.
22. Тихомиров В.В. Геология в России первой половины XIX века. Изд. АН СССР, 1960-1963, ч. I-II, 228 с.
23. Тихомиров В.В. Геология в Академии Наук (от Ломоносова до Карпинского). Очерки по истории геологических знаний, вып. 20. Изд. "Наука", М., 1979, с. 293.

O.A. MAZAROVICH, V.V. TURSINA  
(Moscow State University,  
USSR Correspondence Polytechnical Institute)

GEOLOGICAL MAPS OF RUSSIA FROM  
THE MID-XIX<sup>th</sup> CENTURY TO 1917

(Abstract)

A geological map can be compiled with three conditions available: 1) fundamental knowledge of rocks (lithology and petrography); 2) topographic base; 3) established geochronological and stratigraphic scale based upon knowledge of succession of strata, age of rocks and evolution of organic world.

Knowledge of rocks acquired by people as far back as ancient times forestalled the development of geological science. A topographic basis was elaborated with regard to the attained level of knowledge and to the possibility of reaching various regions of the world by a man. Development of the topographic basis started in the age of the Great Geographic Discoveries (the XV-XVI<sup>th</sup> centuries) and completed in the early XIX<sup>th</sup> century. A stratigraphic base originated in the second half of the XVIII<sup>th</sup> century and had been formed into a harmonious system at the close of the XIX<sup>th</sup> century.

The first geographic map of the whole territory of the country was the "General map of Russia" compiled by I.K. Kirillov in 1734. A map of the Eastern Transbaikalian territory (scale 1:120 000) compiled by D. Lebedev and N. Ivanov in 1790-1794 was the first manuscript geological (petrographic) map in Russia and one of the first maps in the world. A petrographic map of Russia published in 1882 (editor - Strangwise, U.K.) was the first edited map.

"General map of rock formations of Russia" (1841),  
"Geological map of the southern part of the Urals

Ridge" (1854-1855), "Map of mineral deposits of the European Russia" (1882), and a number of other regional maps were compiled on the basis of the stratigraphic scale which had been already elaborated by that time.

At the boundary between the XIX<sup>th</sup> and XX<sup>th</sup> centuries there appeared symbols on the geological maps of European Russia (the II<sup>nd</sup> Geological Congress, 1881). Maps compiled by the Geological Committee were characterized by detailed stratigraphic differentiation. However, in Asia, enormous territories turned out to be completely unexplored.

By 1917, in pre-revolutionary Russia, the Russian geological school had been formed comprising highly skilled geologists and mining engineers who had laid the fundamentals of geological mapping of the country.

В. Н. ПАВЛИНОВ

(Московский геолого-разведочный институт)

## ИСТОРИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО КАРТИРОВАНИЯ И ЕГО СВЯЗЬ С ДРУГИМИ НАУКАМИ

Эволюция геологического картирования тесно связана с развитием всех отраслей геологических знаний, горного дела и многих естественных наук. Она имеет несколько синонимов, но в общем отражающих одни и те же задачи методической организационной дисциплины по полевой геологической съемке, камеральной обработке материалов и составлению геологических карт разных типов и масштабов, предназначенных для решения как теоретических, так и прикладных практических задач. В настоящее время составляются карты различного геологического содержания, наименования которых насчитывают более сорока видов. Среди них главнейшими являются: собственно геологические, стратиграфо-геохронологические, структурно-тектонические и карты полезных ископаемых.

Методика составления всех типов геологических карт развивалась постепенно. Некоторые их прототипы зародились уже более 250 лет тому назад, а другие имеют совсем молодой возраст. Геологическое картирование, несомненно, и в дальнейшем будет развиваться как часть общего геологического изучения Земли на все больших глубинах, базируясь на данных естественных наук и всегда в связи с развитием потребностей человечества в минеральном сырье и решением инженерно-геологических задач.

Первые начальные элементы "геологических" карт в виде отметок местонахождения золоторудных разработок, изображенных на папирусе в XIII веке, найдены в Египте. Аналогичные археологические находки с пометками на берестовых свитках были зафиксированы на Урале. Известно, что в древней Греции составлялись схемы трасс проведения каналов с указанием мест распространения рых-

лых, пористых и твердых пород. В конце XVI века Д. Оуен показал на географической основе Ю. Уэльса выходы каменноугольных известняков в виде узкой полосы.

Как известно, первая геологическая карта была составлена М. Листером в конце XVII века. На ней указаны породы с залеганием "снаружи вниз". Карта Д. Аубрея этого же времени для Англии показывала выходы горных пород и минералов в красках. Это была эпоха, когда стали составляться примитивные геологические схемы. Она приурочена к периоду развития горного дела, географической картографии и первоначальных знаний в области минералогии. В то время на картах-схемах показывались отдельные находки и выходы некоторых минералов и горных пород в виде точек, полосок и пятен.

Большое значение в развитии геологического картирования во второй половине XVII века имело зарождение принципов стратиграфии и структурной геологии, изложенных в 1669 г. датчанином Н. Стеноном. На геологических картах, правда довольно схематичных, стали указываться границы слоев, их протяженность, элементы залегания слоев и даже нарушения первичного залегания. В начале XVIII века зародился метод микроскопического изучения осадочных горных пород, причем тогда уже научились выявлять изменения этих пород в результате воздействия вулканического жара, т.е. возникли первые элементы петрографии (М.В. Ломоносов, Г.В. Рихман, П.С. Паллас и др.). До середины XVIII столетия в Англии, Франции и в России составлялись планы и схемы с показом на них выходов известных в то время минералов и горных пород, но без указания очертаний таких обнажений и без их взаимной увязки. Так, например: карта Уэльса Х. Пэка (1743 г.) показывала изолированные холмы, сложенные различными породами и поле аллювиальных образований, а карты Атласа Франции, составленные Ж.Э. Геттаром (1751 г.), указывали выходы минералов, ракушечников различной штриховкой. На более поздних картах выходы различных пород отмечались символами или символами и цветными знаками, например карта Тюрингии (1762 г.) Фюкселя; карта Саксонии (1775 г.) Готлиба и Глезера. На карте, составленной в 1778 г. В.Ф. Шерпантье, выделялись цветными знаками формации, т.е. типы горных пород. Несколько более совершенной была карта Сметанина и Копылова бассейна р. Ангары, хотя и она содержала только петрографические сведения. К такому же типу карт относились карты И.Т. Лемана (1754 г.) и карты (на 8 лис-

гах) Пиренеев, составленные французским аббатом Паласу в 1782 г. в штрихах и символах, принятых им для выделения отдельных горных пород и с указанием знаков простирания и падения слоев. В России в самом конце XVIII века была составлена Д. Лебедевым и М. Ивановым геогностическая карта Восточного Забайкалья в масштабе 1:120.000 с указанием на ней различных осадочных, интрузивных и метаморфических пород, а также полезных ископаемых в красках. Эта карта, охватывающая территорию в 38000 кв.км, была одной из наиболее точных литолого-петрографических карт того времени.

Новая эпоха составления геологических карт началась с применения палеонтологического метода, обеспечившего возрастное расчленение горных пород, структурное изучение и картирование, при выявлении временного и пространственного их взаимоотношения.

Отражением новой эпохи явилось сопоставление геологических карт крупного масштаба В. Смитом (1796-1799гг.), руководившим работами по проведению каналов в некоторых районах Великобритании. Слои пород на них прослежены в стратиграфической последовательности, причем упомянуты заключенные в них окаменелости.

С начала XIX века быстрое развитие палеонтологии, минералогии, петрографии, структурной геологии и особенно биостратиграфии и учения о рудообразовании дало новый толчок в разработке методики составления геологических карт. Появились сводные геологические карты крупных территорий разных стран. В России во 2-ой четверти XIX в. были изданы различные по содержанию и оформлению, а также по обоснованию возраста пород карты: 1) Г.Ф. Странгвейса — северной половины Европейской части России; 2) Евгр. П. Ковалевского — первая карта Донецкого бассейна, а также карты Европейской части России и Урала, составленные Г.П. Гельмерсенем, А.К. Мейендорфом и Мурчисоном.

Следующая эпоха развития геологического картирования (вторая половина XIX и начало XX в.) характеризовалась составлением карт на основе биостратиграфического расчленения осадочных пород. На таких картах указывались границы слоев, пластов и магматических тел. На некоторых из карт были показаны складчатые и разрывные структуры, что отражало все возрастающий тогда интерес к вопросам тектоники. К началу XX века все чаще и чаще стали появляться сводные геологические карты крупных регионов. При построении разнородных геологи-

ческих карт заметно сказывалось влияние распространенных в то время геотектонических гипотез: "контракции", "геосинклинальной" и А. Вегенера о движении материков.

До последней четверти XIX века не существовало единой стратиграфической схемы и только в 1882 г. на II-й Сессии геологического конгресса была принята международная геохронологическая шкала, узаконившая расцветку всех стратиграфических подразделений земной коры (проект А.П. Карпинского и А. Гейма). Наступила эпоха составления современных геологических карт, опирающихся на достижения всего комплекса геологических наук: палеонтологин, биостратиграфии, литостратиграфии, структурной геологии, зародившейся геотектоники, геоморфологии, минералогин, учении о полезных ископаемых, учения о фациях и палеогеографии.

Первая половина XX века ознаменовалась развитием многих новых методов изучения земной коры: геохимии, геофизики, изотопного метода определения абсолютного возраста горных пород. Составляются первые обзорные и региональные тектонические карты по типу карт А.Д. Архангельского и Н.С. Шатского с возрастным расчленением по времени формирования платформ и геосинклинальных областей. Значительно расширилось и усовершенствовалось металлогеническое картирование. Сформировались новые методы биостратиграфии и, в частности микропалеонтологический, который удалось распространить практически на весь комплекс фанерозойских отложений.

К середине столетия появились первые обзорные карты молодых вертикальных движений земной коры, составленные Н.И. Николаевым и С.С. Шульцем. Постепенно развивается картирование кристаллических, особенно древнейших пород, и петроструктурный анализ на основе микро-тектонического и тектонофизического методов. Геокартирование проводится на топооснове в горизонталях с использованием аэрофотоснимков. Формирование отрасли, изучающей геометрию недр (П.К. Соболевский и его ученики) и структурной геологии привело к широкому развитию глубинного картирования и составлению структурных карт подземных горизонтов.

Разработка советскими геологами проблемы эволюции геологических процессов (направленности, необратимости и поэтапного развития земной коры) нанесла сокрушительный удар по катастрофизму в геологии, наложившему свой отпечаток на метод составления геологичес-

ких карт с выделением одновременных глобальных фаз тектогенеза. Появились новые палеогеологические, палеогеографические карты и атласы, отражающие эволюционный и скачкообразный характер развития земной коры. Благодаря достижениям радиогеологии была получена широкая информация об абсолютном возрасте ее древнейших образований, главным образом магматических и метаморфических. Это позволило показать на геологических картах как относительный, так и абсолютный возраст горных пород. Во многих странах на основе успехов развития естественно-исторических наук и методики комплексного геологического картирования, с середины текущего столетия было начато составление кондиционных государственных геологических карт все более и более детального масштаба. Представилась возможность уточнения возрастной шкалы докембрийских образований на основе развития петрологических, геохимических, общих стратиграфических, изотопных, палеотектоно-физических и палеонтологических методов. Определение абсолютного возраста молодых отложений по изотопам углерода позволило составлять детальные геологические карты генетических типов четвертичных образований. Развитие же сейсмологии дало жизнь неотектоническим картам.

Зарождение и развитие в СССР новой отрасли знаний — "тектонофизики" (М. В. Гзовский) и применение ее методов, а также методов геохимии, петрологии, структурной геологии обеспечили возможность составления структурно-тектонических и металлогенических карт с указанием на них возраста и условий образования месторождений полезных ископаемых и приуроченности их к тем или иным полям различных тектонических напряжений и проницаемости земной коры.

Новейшая (современная) эпоха геологического картирования происходит в период бурного развития научно-технической революции — с середины XX века по настоящее время. Наблюдается возникновение новых и разработка существовавших прогрессивных методов изучения и картирования земной коры в связи с дальнейшим прогрессом естественных наук и техники. Возрождается в новом виде гипотеза дрейфа материков, что особенно сказывается на типах составления обзорных геологических и тектонических карт с указанием зон субдукции, абдукции и превращения океанической коры в континентальную. Формирование глобальной тектоники плит было обусловлено широким изучением геологии морей, геофизически-

ми, геохимическими, петрологическими, аэрогеологическими и космическими методами. Много ранее неизвестных данных было получено благодаря палеомагнитным исследованиям, драгированию и бурению дна океанов.

В настоящее время отчетливо проявляется тенденция сочетания гипотез горизонтального движения крупных плит (мобилизм) и геосинклинального развития земной коры (В.Е. Ханн, А.В. Пейве и др.). Эти представления существенно отразились и на геологическом картировании. Детальные и сводные мелкомасштабные геологические карты разного типа стали фиксировать реликты древнейших и молодых зон океанической коры (офиолиты) и типы преобразования ее в континентальную кору. Выявляются грандиозные разломы коры не только типа раздвигов, прокровов и поддвигов, но и сдвигов и сопряженных с ними разломов полей напряжений растяжения, как каналов поднятия с глубины расплавов рудосодержащих флюидов. Особое внимание стали обращать на выделение и геологическое картирование срединных массивов, имеющих свою специфическую рудоносность (А.Д. Щеглов). При поисках полезных ископаемых стали больше заниматься составлением глобальных карт и выделением на картах первичной и вторичной геохимической зональности (С.В. Григорян и др.). Ведется картирование с указанием теплового режима как в пределах континентов, так и дна океанов, показывающее проницаемость земной коры и свидетельствующее также об общей тенденции расширения Земли. Совершенствование дистанционных и космических съемок поверхности Земли позволили выявить и откартировать крупные и глобальные тектонические структуры (линеаменты), а также ранее неизвестные, исключительно крупные кольцевые, дугообразные и линейные геологические формы. Аналогичные карты составлены для Луны и Марса.

Бесспорным достижением советских геологов явилось издание Атласа литолого-географических карт Европейской части СССР с отображением зон расположения полезных ископаемых в различных возрастных горизонтах (А.П. Виноградов) и набор карт рельефа разновозрастного фундамента Восточно-Европейской платформы с морфологическим их анализом (В.В. Бронгулеев). Теоретический и прикладной интерес имеют составленные и изданные в самые последние годы сводные геотектонические карты СССР, Евразии и других крупных территорий, а также и всей нашей планеты (А.Л. Яншин, А.В. Пейве, М.В. Муратов, В.Е. Ханн и пр.).

Совершенствование формационного анализа магматических и метаморфических образований позволило установить их первичный состав (А.В. Сидоренко) и составлять детальные геологические и структурные карты районов развития древнейших кристаллических пород.

Современный этап истории геологического картирования характеризуется применением прежних классических методов в комплексе с новыми точными методами различных наук. В основе раскрытия строения глубинных частей земной коры остается геолого-структурный тектонический метод с использованием технических средств и широкой информации, получаемой от других наук, особенно благодаря применению точных математических методов и машинно-электронной автоматизированной обработке аэро- и космической информации.

Геологическое картирование зон газового и флюидного "дыхания" и выявление причин вулканизма земной коры, степени ее проницаемости особенно в областях современного и древнего рифмообразования (Е.Е. Милановский) и составление палеогеологических и тектонических карт является очередной задачей современной геологии. При составлении специальных геологических карт, несомненно, и в дальнейшем будут применяться методы изолиний равных величин, зональные фациальные и формационные карты, карты эффективной мощности пластов и тел полезных ископаемых, карты пористости и трещиноватости пород, карты экранирования нефти, газов и флюидов, карты магнитной восприимчивости пород, карты термобарометрические и геокрилогические, карты скоростей молодых горизонтальных смещений блоков земной коры и другие.

Основным графическим документом итогов изучения строения и развития участков земной коры была и остается геологическая карта в широком смысле этого слова. Следует иметь в виду, что ни один из методов геологического картирования не может служить единственным методом при геологической съемке. Эту задачу можно решить успешно только в результате применения всего комплекса современных методов геологического картирования. И даже в этом случае, несмотря на получение обширной информации, она все же недостаточна полна, так что никакая хорошо составленная геологическая карта не может считаться окончательной и неизменяемой навечно. Геологическое картирование проникает во все более глубокие зоны и горизонты земной коры, чему

способствует современная наука и техника, в итоге выявляются ранее неизвестные качественные и количественные стороны развития земной коры. Это отчетливо свидетельствует о тесной связи геологического картирования с другими науками.

V. N. PAVLINOV

(USSR, Moscow Geological Prospecting Institute)

HISTORY AND RELATION  
OF GEOLOGICAL MAPPING TO OTHER SCIENCES

(Abstract)

Five stages have been distinguished in the history of compiling geological maps.

The first period is characterized by the earliest mineralogical petrographic sketch maps and, beginning in 1669, by the primitive stratigraphic lithological maps compiled in accordance with the N. Steno's principle. The second stage (beginning in 1799, W. Smith) is represented by the first biostratigraphic maps and the maps showing outcrops of magmatic rocks of folded and ruptured structures called into being by the advent of new geotectonic hypotheses of the XIX<sup>th</sup> century. The third period (beginning in 1882) is represented by stratigraphic, paleogeographic, tectonic and other maps compiled after approving the single geochronological scale by the International Geological Congress and elaborating new methods of geological mapping. The fourth period (beginning in the mid-XX<sup>th</sup> century) is characterized by the development of new sciences (marine geology, geochemistry, geophysics, formational method, geotectonics, aerogeological survey, ore formation science, tectonophysics and knowledge of deep faults) which made it possible to create more than 40 types of geological maps. The fifth (modern) period is characterized by application of conventional methods of map construction with the use of remote sensing data as well as new hypotheses of evolution of the earth's crust, oceanic and continental structures.

**В. Е. МИЛАНОВСКИЙ**

(Московский Государственный университет)

### **ЭВОЛЮЦИЯ СОДЕРЖАНИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ КАРТЫ**

Геологическая карта является наиболее важной, точной и наглядной графической формой фиксации основных данных о геологическом строении всей поверхности Земли или отдельных ее участков, их миниатюрной "геологической моделью". Как всякая модель, которая не представляет просто уменьшенную копию какого-либо природного объекта, а отображает обычно в несколько обобщенном, схематизированном, виде его наиболее существенные, характерные черты и свойства, геологическая карта не может дать исчерпывающую, всестороннюю информацию о всех особенностях какого-либо участка земной поверхности. Этому препятствуют как неполнота наших геологических знаний о той или иной территории, так и ограниченные возможности, которые предоставляют нам двухмерные плоские изображения для передачи структуры, состава и различных свойств сложных геологических тел, выходящих на поверхность данного района. Составляя геологическую карту, исследователь всегда ограничивает себя отбором и показом на ней лишь некоторых показателей геологического строения, чаще всего геометрических, вещественных и временных, которые представляются ему наиболее важными и поддающимися изображению. При этом основным приемом моделирования, применяемым при составлении геологических карт, является мысленное расчленение исследуемой территории на отдельные участки, отличающиеся по тем или иным выбранным объективным признакам и разделенные более или менее отчетливо наблюдаемыми или условно намечаемыми границами, и перенос этих границ, вернее их проекции, на горизонтальную плоскость в уменьшенном виде на топографическую карту.

На протяжении последних 200 лет, охватывающих почти всю историю геологии как науки, содержание ее карт существенно усложнялось и видоизменялось. Эти изменения

отражают прогресс геологической науки, причем главные качественные изменения в принципах составления, построения и содержания графических "геологических моделей" связаны с двумя важнейшими революционными рубежами в развитии геологии — в первые десятилетия XIX века и во второй половине XX-го века.

Геологические или, как они первоначально часто именовались, геогностические карты, стали составляться в Западной Европе в середине 18 века. Так, в 1751 г. французский естествоиспытатель Ж.Э. Геттар составил карту распространения пород и руд Парижского бассейна, а его соотечественник Н. Демаре в 60–70 гг. 18 в. — первые карты древней вулканической области Центрального Французского массива. Примерно в то же время (1762) немецкий естествоиспытатель Г.Х. Фюксель иллюстрирует свою книгу "История Земли и моря, восстановленная по истории Тюрингенских гор", разрезами и картой, на которую он нанес распространение на этой территории различных осадочных напластований. Одна из дошедших до нас геогностическая карта Нерчинского горного округа (Восточное Забайкалье) в масштабе 5 верст в вершке (1:120000), составленная русскими горными инженерами Дорофеем Лебедевым и Михаилом Ивановым, относится к 1789–1794 гг. Все эти и некоторые другие геогностические карты, составлявшиеся в 18 веке, существенно отличались от геологических карт последующего времени тем, что в основу их был положен не возрастной, а вещественный принцип; на них объединялись и показывались одним знаком или цветом выходы на поверхность геологических образований сходного вещественного, т.е. петрографического или минерального состава, а геологические границы на этих картах разделяли поля распространения этих вещественных комплексов. Это не означает, что на всех картах 18 в. совершенно не отражалась последовательность их формирования (в частности, напластования осадочных пород), напротив, этот вопрос интересовал многих геогностов 18 века и на геологических разрезах они нередко показывали свое понимание этой последовательности, что можно уловить при рассмотрении некоторых геогностических карт 18 в. Однако, поскольку научные основы стратиграфии в то время еще отсутствовали, а наивные историко-геологические представления носили в значительной мере натурфилософский характер и не давали фактической базы для обоснованного возрастного расчленения и корреляции отложений, воз-

растной принцип не мог быть использован как основной критерий при подразделении и группировке геологических объектов и районирования.

Уже в 17-18 вв. многим естествоиспытателям стало ясно, что геологическое строение любой местности изменяется с глубиной (это видно, в частности, на ряде старинных геологических разрезов). В связи с этим карта, как двумерная модель, не может характеризовать геологическое строение и, в частности, вещественный состав пород на сколько-нибудь значительную глубину и ее задача должна ограничиваться только показом состава лишь тех отложений (или каких-либо других особенностей геологического строения), которые наблюдаются на земной поверхности или в непосредственной близости к последней. Этот важный принцип, вносящий в составление геологических карт необходимую строгость и однозначность, сохранился до наших дней. Однако его соблюдение, несомненно, объединяет информацию о геологическом строении района, даваемую геологической картой. Это, конечно, ощущали уже естествоиспытатели 18 века, и потому сопровождали свои геогностические карты поясняющими и дополняющими их разрезами, показывающими геологическое строение на ту или иную глубину.

Первые два десятилетия 19 века<sup>1</sup> ознаменовались в истории геологии событиями, которым суждено было сыграть величайшую революционную роль в ее развитии, привести к превращению ее в естественно-историческую науку и создать основу для возникновения таких важнейших ее разделов и направлений, как стратиграфия, относительная геохронология, палеонтология, палеогеография, а также геологическая картография, структурная геология и геотектоника; на базе этих направлений, в свою очередь, начали формироваться синтетические представления о геологической истории Земли. Таким событием было открытие палеонтологического метода определения возраста и сопоставления отложений, т.е. установление того, что состав органических остатков, заключенных в каком-либо горизонте осадочных пород, сохраняется постоянным при его прослеживании по простиранию (часто даже при изменении его литологического состава) и,

---

<sup>1</sup> Точнее — время с 1799 года — появления первой рукописной работы В. Смита.

напротив, изменяется при переходе к выше и ниже лежащим отложениям. Иными словами, органические остатки можно использовать как своего рода маркеры, дающие возможность коррелировать разновозрастные отложения и, зная, что соответствующие органические остатки могут присутствовать лишь в отложениях определенного возраста, устанавливать с их помощью принадлежность последних к тем или иным подразделениям стратиграфической шкалы и выяснять их возрастные соотношения.

Открытие этих объективных закономерностей, ныне кажущихся любому геологу азбучными истинами, было сделано в 1799-1819 гг. английским инженером В. Смитом, изучавшим, главным образом, юрские морские отложения Англии и Уэльса, содержащие раковины моллюсков. В 1807 г. были опубликованы материалы знаменитых французских естествоиспытателей Ж. Кювье и Ал. Броньяра, которые исследовали верхнемеловые и третичные отложения Парижского бассейна, заключающие остатки беспозвоночных, млекопитающих и растений. По смене их комплексов в вертикальном разрезе упомянутые ученые установили стратиграфическую последовательность осадочных образований и изменения палеогеографической обстановки, происходившие на всем протяжении накопления осадков, в частности постепенную смену морских условий континентальными. При этом как В. Смит, так и Ж. Кювье и Ал. Броньяр пришли к правильному заключению, что эти открытия будут иметь важное значение не только для целей стратиграфии и прежде всего для создания единой стратиграфической шкалы, но и для геологического картирования, позволяя положить в основу его возраст отложений, а не их состав. Они убедительно продемонстрировали возможность использования стратиграфического принципа, успешно применив его при составлении первых геологических карт (в современном понимании этого термина) Англии и Уэльса (В. Смит) и Парижского бассейна (Ж. Кювье и Ал. Броньяр). Интересно отметить, что эти карты были построены в то время, когда стратиграфические подразделения, так же как и различные системы, отделы и ярусы мезозоя и кайнозоя, к которым принадлежат откартированные комплексы отложений, еще не только не получили своих современных названий, но вообще еще только начали выделяться.

Последовавшее за этим второе двадцатилетие 19 в. (1822-1841) в истории стратиграфии и исторической

геологии явилось той геронической эпохой, когда на основе изучения разрезов Англии, Франции, Бельгии, Германии и Европейской России были выделены по существу все системы и группы. Это, в свою очередь, открыло широкие возможности для применения стратиграфического принципа в геологической картографии, т.е. применения в качестве главного критерия при составлении геологических карт возраста отложений, выходящих на поверхность на той или иной территории. Для показа возраста обычно использовалось главное изобразительное средство — раскраска карты. При составлении карт относительно слабо изученных областей, а также для мелкомасштабных обзорных карт обширных территорий геологии обычно ограничивались расчленением отложений до систем, а составление более детальных карт диктовало необходимость разработки более дробных возрастных подразделений, стимулируя тем самым дальнейшее развитие стратиграфических и палеонтологических исследований.

В 20-х и 40-х гг. 19 в. появляются довольно многочисленные детальные и обзорные геологические карты многих районов и целых стран Западной Европы, а также Европейской России и отдельных ее областей (Донецкий бассейн, Московская и Петербургская губернии и др.). Из числа обзорных карт, на которых показано распространение всех выделенных к тому времени систем фанерозоя, следует упомянуть геогностические карты Европейской России, составленные и опубликованные в 1841 г. А.К. Мейендорфом и Г.П. Гельмерсеном, а также изданную в 1845 г. карту Р.И. Мурчисона, использовавшего, помимо личных наблюдений, обширные материалы русских геологов. Использование в качестве главного принципа возраста формаций, выходящих на поверхность, открыло широкие возможности для отображения на картах их геометрических соотношений, дав тем самым возможность "читать" из карты не только стратиграфическую последовательность отдельных выделяемых на ней комплексов, но и особенности их залегания, т.е. структурные формы — своды и впадины в областях с субгоризонтальным залеганием отложений (на платформах), антиклинали, синклинали и различные сочетания складок и разрывные нарушения в складчатых областях. Так, например, уже на первых обзорных картах Европейской России вырисовываются такие крупные структурные единицы, как Балтийский и Украинский щиты, Воронежская антеклиза, Московская синеклиза и пр., на первых картах

Донецкого бассейна — складчатая структура этого района и др. Таким образом, геологические карты, составленные по возрастному принципу, явились важным средством фиксации и обобщения не только стратиграфических, но и структурных данных и тем самым обеспечили благоприятные возможности для развития тектоники. Обычным и почти обязательным дополнением к геологическим картам, поясняющим тектоническую структуру района, стали геологические разрезы (профили), составленные, как правило, с применением тех же стратиграфических подразделений, что и карта, и в том же горизонтальном масштабе (вертикальный масштаб разрезов для районов с субгоризонтальным залеганием слоев может быть более крупным).

Составление геологических карт различных масштабов на основе проведения планомерного систематического геологического изучения местности (геологической съемки) стало с середины 19 века и остается до наших дней основным методом регионально-геологических исследований. Методика геологической съемки постепенно совершенствовалась, а правила построения геологических карт унифицировалась; в частности, была разработана и в основном принята на II сессии Международного геологического конгресса в Болонье в 1881 г. единая шкала цветовых обозначений и система символов (индексов) для обозначения крупнейших стратиграфических подразделений в рангах систем. За полтора века, прошедшие со времени появления первых геологических карт, составленных по стратиграфическому принципу, геологическое картирование, проводимое во все более крупных масштабах, постепенно распространялось на все страны и континенты. Ныне, практически, не осталось участков суши (за исключением покрытых ледниковыми щитами Антарктиды, Гренландии и др.), не охваченных геологической съемкой и не изображенных на геологических картах. В последнее время геологические карты стали составляться и для дна морей и океанов и, в первую очередь, для их мелководных шельфовых участков. Большое внимание к составлению геологических карт и значительные материальные средства, выделяемые в большинстве стран на проведение геологической съемки, обусловлены не только и даже не столько их огромным научным значением для познания структуры и истории Земли, сколько тем, что геологическая съемка и составляемые в процессе ее карты служат важнейшим средством поисков полезных ископаемых, выходящих на поверхность или залегающих вбли-

зи нее. Геологические карты дают необходимые данные для научного прогноза их вероятного наличия в том или ином районе.

Принятие в качестве главного принципа построения геологической карты возраста отложений не исключил применение метода условного изображения (в особенности на крупномасштабных картах) вещественного состава и отчасти генезиса геологических формаций, для чего используются обычно различные штриховки, крапы и пр. Это отклонение от соблюдения основного возрастного критерия можно считать "реликтом" первоначально вещественного принципа, который сохраняется на современных геологических картах отчасти вынужденно в связи с затруднительностью точной датировки интрузивных тел, отчасти же умышленно — для более наглядного и контрастного по отношению к "фону" окружающих пород изображения магматических образований.

Отклонением от другого основного принципа составления геологических карт — показа на них горных пород, выходящих на поверхность, — является все шире практикуемое "снятие" с геологической карты наиболее молодых, четвертичных отложений, поскольку последние в виде более или менее мощной пленки присутствуют почти повсеместно и маскируют тем самым распространение подстилающих их "коренных" образований. На новейших обзорных мелкомасштабных геологических картах территории СССР четвертичный покров "снят" даже на тех территориях, где его мощность измеряется сотнями метров или превышает 1 км, (например, Прикаспийская, Куринская впадины).

Вторая половина 20 века характеризуется быстрым ростом потребностей большинства стран и минеральных и энергетических ресурсах и соответственно резким увеличением объема добычи минерального сырья. Это привело к постепенному исчерпанию выходящих на поверхность или близ поверхностных месторождений и диктует необходимость поисков все более глубокозалегающих месторождений и, тем самым, ставит перед геологами задачу получения надежных и возможно полных данных о глубинном геологическом строении перспективных территорий и земной коры в целом. Современные возможности глубокого и сверхглубокого бурения, разработка и внедрение ряда новых, в том числе дистанционных методов исследований (геофизических, геохимических, аэрофото- и космических и пр.), создали возможности для получения достаточно

достоверной комплексной информации о геологическом строении земной коры на все возрастающую глубину. Это открыло новые перспективы для проведения геологической съемки в направлении увеличения ее глубинности, т. е. получения информации не только о геологической структуре земной поверхности, но и верхней части земной коры. К задаче составления геологической карты добавляется задача "объемной" геологической съемки территории для той или иной глубины. Надо сказать, что двухмерный, плоский характер геологических моделей земной поверхности, каковыми являются обычные геологические карты, уже давно не удовлетворяет геологов, стремящихся получить и отразить в геологической графике более "объемную" картину геологического строения изучаемых территорий. Это стремление в последнее время удовлетворялось, помимо "снятия" с геологических карт четвертичного покрова и ставшего обязательным сопровождения крупно- и среднemasштабных карт стратиграфическими колонками и геологическими профилями, также наложением на карту стратиграфических некоторых горизонтов, например поверхности складчатого фундамента, или изопахит перекрывающего его "чехла", приведением разрезов глубоких буровых скважин и пр. Однако такое частичное, фрагментарное отражение на геологических картах данных о строении какой-либо территории на глубину ныне является уже явно недостаточным, поскольку дает лишь отрывочные, нередко довольно случайные сведения о "глубинной" геологической структуре района, а не систематическое и полное (хотя и неизбежно схематичное) объемное представление о ней. Представляется, что в настоящее время назрела необходимость постепенного перехода от традиционного геологического картирования, т. е. создания двухмерных плоских моделей земной поверхности к объемной геологической съемке, т. е. созданию объемных моделей геологической структуры сперва верхней части земной коры отдельных территорий, а в перспективе и всей земной коры и литосферы. Эта задача перехода к объемной геологической съемке, как одна из главных задач геологии на современном этапе, была подчеркнута Н.И. Хитаровым<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Н.И. Хитаров. Основные перспективы развития геологии. "Природа", 1976, № 12, с. 84-89.

В последние годы в некоторых перспективных на минеральное сырье районах Советского Союза были поставлены работы по средне- и крупномасштабной объемной (глубинной) съемке, имеющие пока экспериментально-методический характер. При проведении объемной съемки данные детального геологического картирования земной поверхности последовательно экстраполируются на все большие глубины (от нескольких метров на крупномасштабных картах до 5-7 км на мелкомасштабных картах). При этом надо учитывать, что по мере последовательного перехода к большим глубинам выявляемая картина геологического строения неизбежно становится все более схематичной и менее определенной и достоверной. В дальнейшем глубинность и степень достоверности моделей геологического строения, получаемых при крупномасштабной объемной съемке, будет, несомненно, возрастать.

Одним из способов представления информации о глубинном строении того или иного участка земной коры наиболее традиционным, привычным для геологов, может быть сопровождение основной геологической карты большим количеством колонок, вертикальных геологических разрезов, приложенных по взаимопересекающимся направлениям, а также дополнение ее комплексом или целым атласом специальных карт, изображающих особенности геологического строения района или области на различных глубинах. В качестве примера таких карт можно привести серию "палеогеологических" карт, составленных геологами ВСЕГЕИ для Восточно-Европейской (Русской) платформы (в м-бе 1:5000000), аналогичные карты территории Польской Народной Республики и пр. Другим, давно известным типом дополнительных карт, являются структурные карты по различным горизонтам в стратонизогипсах, третьим типом — карты мощностей отдельных комплексов в изопакхитах, четвертым — геологические карты горизонтальных срезов, проведенных на различных глубинных уровнях — от долей километра до нескольких или даже многих километров. Примерами подобных относительно мелкомасштабных карт могут служить интересные геологические карты срезов на глубинах 3, 5, 7 км, составленные в последние годы украинскими учеными для Днепровско-Донецкой впадины, советской части Карпат и Предкарпатья и пр. Геологические карты глубоких срезов и вертикальные профили могут дополняться также различными блок-диаграммами, дающими наглядное объемное представление о глубинной структуре среза в нескольких измерениях. Весьма

возможно, что для большей выразительности будут создаваться стереоскопические блок-диаграммы, голограммы и пр.

Недостатком всех подобных способов изображения данных о глубинном или объемном геологическом строении тех или иных участков земной коры является неполный, выборочный характер представленной на них информации. Можно предполагать поэтому, что будут найдены различные формы более полного представления данных о геологической структуре в объеме.

Полная информация о геологическом строении отдельных крупных участков земной коры, по-видимому, будет храниться в закодированной цифровой форме в памяти ЭВМ. подобно тому, как это уже сегодня делается в ряде стран для хранения и анализа материалов обычного геологического картирования. Это дает возможность быстрого "машинного" построения геологических разрезов по любым заданным направлениям, структурных и изопачических схем, геологических карт-срезов для различных глубин и карт с теми или иными "снятыми" комплексами, сети разрывных нарушений, систем магматических тел, размещения фаций метаморфизма и т.п. в любых заданных сечениях и в объеме всей заснятой "призмы" земной коры и пр. Можно предвидеть, что по мере того, как объемной геологической съемкой будут охватываться все более глубокие части земной коры, в общей характеристике "снимаемых" комплексов вновь возрастает роль их вещественного состава, которая была ведущим критерием на первом этапе геологического картирования (в 18 в.), а на втором этапе отошла на задний план, уступив свое место возрасту пород. Критерий возраста геологических формаций не утратит своего важного значения и на третьем этапе геологической съемки — этапе объемного геологического моделирования — однако понятие возраста станет более сложным и многозначным, включив в себя не только время возникновения пород, но и время последующих преобразований их состава и структуры под влиянием динамических, магматических, термических и др. воздействий.

Таким образом, содержание геологических карт и регионально-геологических исследований, проводимых с целью их составления (геологической съемки), претерпело в течение последних двухсот лет значительную эволюцию. На заре геологической науки в 18 веке создавались геогностические карты, являвшиеся двухразмерными

плоскими петрографическими моделями. После открытия палеонтологического метода установления возраста и корреляции отложений и внедрения его в практику регионально-геологических исследований в 19-20 вв. стали создаваться более совершенные геологические карты, являвшиеся двухразмерными геолого-стратиграфическими моделями; в основу их становления был положен возраст пород, что для слонстых комплексов позволило даже при изображении их на плоскости достаточно выразительно отобразить геометрию их структуры.

Во второй половине 20 в. в связи с возросшими запросами практики к изучению все более глубоких частей земной коры, двухразмерная плоская геолого-стратиграфическая модель — геологическая карта, начинает преобразовываться в объемную вещественно-историческую модель геологического строения целых призм земной коры. Информация о геологическом строении этих призм может быть представлена в графической форме в виде серии плоских изображений, в макетной (объемной) форме или закодирована в виде системы цифр, хранящихся в памяти ЭВМ.

E. E. MILANOVSKY

(USSR, Moscow State University)

EVOLUTION OF GEOLOGICAL MAP CONTENT IN CONNECTION  
WITH THE DEVELOPMENT OF GEOLOGICAL SCIENCE

(Abstract)

Geological map is the most important, exact and illustrative graphic form of recording principal data on the structure of some territories or of the whole surface of the Earth. The geological map represents their miniature "geological model".

In the early XIX<sup>th</sup> century the maps showed distribution of various mineral types of rocks on the surface thus representing flat petrographic models.

The discovery of the paleontological method of dating and correlation of deposits (Smith, Cuvier) led to elaboration of the scientific basis of modern geology and to the change of the main principle of mapping from that based upon mineral composition to the chronological (stratigraphic) one. The flat geological-stratigraphic model of the earth's surface was supplemented by vertical models (geological sections).

An increasing demand for mineral raw material generates a need for the search of deep-seated deposits. However, it is impossible to carry out prospecting without reliable and rather complete data on deep geological structure of the territory under consideration.

In the last few decades, a man was able not only to study the structure and properties of the earth's crust deeper than 1, 2 and even 3 kilometres but also proceeded to the development of the latter. Therefore, geological mapping is currently aimed at elaboration of three-dimensional models of geological structure of territories. Such method of representing the earth's crust finds ever increasing application in geological practice.

И. Г. МАЛАХОВА

(Геологический институт АН СССР, г. Москва)

ТЕКТОНИЧЕСКОЕ КАРТИРОВАНИЕ КАК МЕТОД  
КОРРЕЛЯЦИИ ТЕКТОНИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ

В начале XIX в. тектоническая мысль развивалась в направлении изучения динамики и установления закономерностей тектонических процессов. Идеи о неравномерном (прерывистом) характере тектонических движений были ограничены рамками катастрофизма.

Автор контракционной гипотезы Л. Эли де Бомон (1829<sup>1</sup>, 1852) выделил на поверхности земного шара отдаленные горные системы, формирование которых происходило, как он считал, в различные, следующие один за другим, короткие периоды "пароксизмов", разделенные длительными периодами сравнительного покоя. При этом он полагал, что образование параллельных горных хребтов имело место на всей поверхности земного шара в одно и то же время. И хотя впоследствии была убедительно доказана ошибочность этого предположения Л. Эли де Бомона, его представления о механизме горнообразования содержали ряд прогрессивных для того времени идей. Так, его несомненной заслугой явилась постановка вопроса о различном возрасте горных сооружений. Считая процесс горообразования неодновременным и прерывистым, Л. Эли де Бомон тем самым установил неравномерный (прерывистый) характер тектонических движений. Это позволило ему выделить отдельные этапы орогенеза и приурочить их к определенным отрезкам геологической истории. Подмеченные Л. Эли де Бомоном закономерности послужили основой для гипотетических обобщений в виде тектонических схем.

<sup>1</sup> Впервые свои тектонические идеи Л. Эли де Бомон сформулировал в докладе французской Академии наук в 1829г.

Причину неравномерности тектонических движений Л. Эли де Бомон видел в неоднородном строении земной коры. Эти его идеи были развиты американскими геологами — Дж. Холлом и Дж. Дэна — основоположниками учения о геосинклиналях. Дж. Холл первым отметил приуроченность складчатых горных сооружений к областям прогибания и накопления мощных толщ осадков (Hall, 1859). Дж. Дэна дал объяснение механизма горообразовательных движений при контракции земли, придав, таким образом, законченный вид гипотезе Л. Эли де Бомона и сформулировав основные положения учения о гессинклиналях (Dana, 1873).

В работах Дж. Холла и Дж. Дэна была изложена геосинклинально-контракционная гипотеза механизма горообразования, продемонстрировавшая структурный подход к выделению отдельных тектонических районов. Орогенетические процессы стали основной не только временной, но и пространственной конкретизации тектонических движений.

Обобщением взглядов на механизм складко (горо)образования явились труды австрийского геолога Э. Зюсса. Причиной тектонических движений Э. Зюсс считал сокращение земного радиуса. Признавая роль как вертикальных, так и горизонтальных движений в создании тектонических форм, Э. Зюсс полагал, что горизонтальные движения являются производными от вертикальных. Последние же проявляются лишь в виде опусканий, носящих неравномерный характер. В третьем томе своего знаменитого труда "Лик Земли" (Suess, 1901-1909), прослеживая по всем материкам взаиморасположение горных систем, Э. Зюсс выделил отдельные эпохи их формирования: докембрийская складчатость (имевшая глобальное распространение), каледонские надвиги, вариссийско-американская и альпийская складчатость. Сочетание геохронологического метода Л. Эли де Бомона и структурного метода представителей американской школы позволило Э. Зюссу показать расположение горных сооружений различного возраста на поверхности земного шара (Suess, 1901-1909).

Метод группировки и сопоставления фактов, которыми мастерски пользовался Э. Зюсс, дал ему возможность, по выражению М. Бертрана, показать в тектоническом строении различных районов земного шара наличие таких связей, которые не были замечены даже при изучении тектоники такой страны, как Франция (Bertrand, 1897).

Как отметил Н.С. Шатский, в вопросах тектонического



**Шатский Николай Сергеевич  
(1895–1960).**

районирования и построения легенды тектонических карт "вряд ли возможен какой-либо другой подход... , кроме исторического, т.е. кроме поисков путей и способов, какими легче и лучше всего можно выяснить и изобразить картографически историю развития главнейших структур земной коры и закономерностей их распределения на земной поверхности." (Шатский, 1963, с. 462).

Первым такой подход продемонстрировал французский геолог М. Бертран. Учитывая длительность и прерывистость тектонических движений, М. Бертран выделил в пределах геосинклиналей отдельные зоны, к которым приурочены поднятия различного возраста. Тем самым были заложены основы тектонического районирования по возрасту складчатости.

Различная процессы складко- и горообразования, М. Бертран считал первый процесс практически непрерывным. Неравномерность складкообразовательных движений М. Бертран объяснял наложением на этот процесс движений, вызывающих трансгрессии и регрессии морских бассейнов. Это явление наложения движений разного порядка, по мнению М. Бертрана, и было причиной формирования складчатых горных сооружений — процесса сложного и длительно-го. Однако, как писал М. Бертран в 1892 г., "крупные горные сооружения все же различаются по возрасту, и мы можем определить зоны, в которых концентрировались поднятия, приуроченные к тому или иному конкретному отрезку времени" (Bertrand, 1931, p. 1730).

В Европе М. Бертран выделил три складчатые зоны, формирование которых происходило в различные эпохи — каледонскую, герцинскую (варисийскую и армориканскую, по Э. Зюсса) и альпийскую (Bertrand, 1887).

Вдохновленный примером Э. Зюсса, М. Бертран развивает сравнительный метод исследований, направленный на установление пространственных и временных соотношений между складчатыми горными сооружениями Европы и Северной Америки.

На основании сравнения топографических, структурно-геологических и минералогических данных по различным горным системам Европы М. Бертраном была составлена тектоническая схема (Bertrand, 1887), на которой показано расположение трех "разновозрастных поясов" — каледонского, герцинского и альпийского. Приведенная в этой работе еще одна схема представляет собой результат сравнения истории развития горных сооружений Европы и Северной Америки.

Представления М. Бертрана о механизме складчатости и горообразования разделял и другой французский геолог Э. Ог. Высказанные Дж. Холлом и М. Бертраном мысли о приуроченности складчатости к геосинклинальным областям, Э. Ог формулирует в виде закона: "...горные цепи образуются на местах геосинклиналей." (Ог., 1938, с. 137; курсив — Э. Ога). Складчатость предшествует поднятию горных цепей. Таким образом, горообразование отождествляется Э. Огом "с образованием областей воздыпания континентальных площадей и, как это ни парадоксально, относится к категории эпейрогенических, а не орогенических движений" (там же, с. 461).

Э. Ога интересовало как пространственное распределение тектонических структур, так и развитие их во времени. Основу его тектонического анализа Э. Ога составило его следующее положение: "Геологическая история нашей планеты есть не что иное, как история следующих друг за другом циклов." (Ог, 1938, с. 21; курсив — Э. Ога). Э. Ог выделил отдельные циклы, соответствующие геологическим периодам. На основании "учения о циклах" Э. Ог дает хронологическую последовательность различных эпох складчатости: гуронская (архейская), каледонская, герцинская, альпийская.

Таким образом, Э. Огом была предложена схема горообразования, учитывающая роль как складчатости, так и эпейрогенических движений в пределах геосинклинальных областей. Кроме того, в его схеме эпохи горообразования получили привязку к геохронологической шкале. На основании этих выводов он предложил первую схему тектонического разделения в планетарном масштабе (Haug, 1907).

В России обобщением взглядов Э. Зюсса, М. Бертрана и Э. Ога на тектоническое строение Европы явилась схема Ф.Н. Чернышева (1915), на которой выделены области складчатости различного возраста в Европе, а по другим районам земного шара прослеживаются структурные несогласия, обусловленные орогеническими движениями в пределах геосинклиналей, существовавших до конца нижнего карбона.

Признание неравномерности тектонических процессов составило основу концепции немецкого геолога Г. Штилле. Объединив складчатость и горообразование в единый процесс орогенеза, Г. Штилле разделил геологическую историю Земли на чередующиеся эпохи длительного тектонического покоя и кратковременных орогенических фаз. Причем эти фазы проявлялись одновременно в различных

областях земного шара. Орогенетические фазы Г. Штилле объединил в "эры": каледонскую, варисцийскую и альпийскую.

Г. Штилле принадлежит заслуга в дальнейшей разработке сравнительного метода тектонического анализа, который он считал решающим для восстановления истории развития Земли "на основе датирования орогенезов и прежде всего основе сравнения их датирования на обширнейших территориях Земли" (Штилле, 1964, с. 677).

Тектонические схемы, приведенные Г. Штилле в различных работах, являются графическим выражением его представлений о пространственном распределении горных сооружений различного возраста.

Развитие идей о неравномерности проявления процессов горообразования в рамках контракционной гипотезы и учения о геосинклиналях привело в первой трети XX в. к созданию ряда тектонических схем как в Западной Европе (Л. Кобер, Г. Бухер, Э. Арган и др.), так и в России (Д.И. Мухометов, А.А. Борисьяк, А.Н. Мазарович и др.).

Говоря о развитии принципов тектонического районирования, следует остановиться на работах М.М. Тетяева, впервые отметившего неразрывную связь между платформенными и складчатыми областями. В основу геотектонического районирования М.М. Тетяев положил деление складчатых зон по возрасту с выявлением их географического распределения, намечающее историческую последовательность изменения и развития структурных связей. (Тетяев, 1933).

Особое место среди первых работ по тектонической картографии занимают исследования А.Д. Архангельского и Н.С. Шатского. На основании обобщения и критического анализа материалов как зарубежных, так и русских авторов, ими была предложена "Схема тектоники СССР" (1933). Основным принципом составления этой карты явилось районирование территории СССР по возрасту той складчатости, после которой соответствующие участки земной коры утрачивали свойства геосинклиналей и приобретали свойства плит (Архангельский, Шатский, 1933).

Сохраняя понятие "геосинклиналь" для анализа развития основных структурных элементов земной коры, А.Д. Архангельский и Н.С. Шатский все же предлагают вслед за М.М. Тетяевым, выделять на карте не геосинклинали, а складчатые горные сооружения различного возраста, так как складчатость не всегда охватывает всю площадь геосинклинали.

Дальнейшая разработка этой методики привела к созданию "Схемы тектоники Евразии" (Архангельский и др., 1937). На ней было показано пять областей складчатости различного возраста: докембрийская, древнепалеозойская (каледонская и более древняя), новопалеозойская (герцинская), мезозойская (тихоокеанская) и третичная (альпийско-гималайская). Выделение геосинклинальных массивов, состоящих из областей складчатости различного возраста и опоясывающих платформенные участки земной коры, дало возможность сравнивать движения не только соседних геосинклинальных областей, но и сопоставлять между собой историю различных платформ, а также удаленных друг от друга геосинклинальных областей. В таком сравнении авторы карты видели путь к решению основных вопросов исторической геологии (Архангельский, 1939).

Метод корреляции тектонических процессов на основании картирования областей с различным временем завершения основной складчатости в геосинклиналях разрабатывался и в дальнейшем и послужил основой для создания мелкомасштабных тектонических карт.

Таким образом, изучение закономерностей тектонического развития Земли шло в двух направлениях: установление временной последовательности тектонических событий и анализ их пространственного распределения.

Развитие представления о фазах складчатости и орогенеза и возникшая идея о возможности корреляции неравномерно протекающих тектонических процессов нашли графическое выражение в виде тектонических схем и карт. Признание неравномерности тектонических движений самым существенным образом повлияло на разработку методики тектонического картирования.

С помощью сравнительного тектонического анализа стало проводиться выявление пространственных и временных соотношений между тектоническими явлениями, т.е. тектоническая корреляция.

Составление мелкомасштабных тектонических карт на основе районирования по возрасту складчатости в геосинклинальных областях обобщало теоретические представления об этапах тектонического развития Земли. В свою очередь, тектоническое картирование давало основу для установления пространственных и временных связей между тектоническими явлениями, т.е. явилось методом тектонической корреляции.

## Литература

- Архангельский А.Д., Шатский Н.С. Схема тектоники СССР. - Бюлл. МОИП, т. 11, отд. геол., вып. 4, 1933, с. 323-348.
- Архангельский А.Д. и др. Краткий очерк геологической структуры и геологической истории СССР. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1937, с. 299.
- Архангельский А.Д. Геологическое строение и геологическая история СССР. Тр. XVII сессии МГК, 1937, т. 2, М.: ГОНТИ, 1939, с. 301-321.
- Ог Э. Геология. Т. 1. Изд. 7-е. М.-Л.: ГОНТИ, 1938, с. 560.
- Тетяев М.М. Принципы геотектонического районирования территории СССР. - Пробл. сов. геол., 1933, № 1, с. 9-34.
- Чернышев Ф.Н. Историческая геология. Каменноугольная и пермская системы. Литограф. изд. лекций. Петроград: Изд-во Коняева, 1915, с. 287.
- Шатский Н.С. Методы составления мелкомасштабных тектонических карт. - В кн.: Академик Н.С. Шатский. Избранные труды. Т. 1, М.: Изд-во АН СССР, 1963, с. 447-462.
- Штилле Г. Избранные труды. М.: Мир, 1964, с. 887.
- Beaumont Elie de, L. Notice sur les systéms de montagnes. Paris, 1852, v. 1-2.
- Bertrand M. La chaine des Alpes et la formation du continent européen. - Bull. Soc. Geol., 3 ser., XV, 1887, p. 423-447.
- Bertrand M. Préface a la traduction française de La Face de la Terre, Paris, 1897, p. V-XV.
- Bertrand M. Oeuvres géologiques. Paris, 1931, v. 3, p. 1404-1946.
- Dana J. On some results of the Earth's contraction from cooling, including a discussion of the origin of mountains, and the nature of the Earth's interior. - Am. J. Sci. and Arts, 1873, vol. 5-6, nn 30, 31-33.
- Hall J. Natural history of New York. Albany, 1859.

Haug E. *Traité de geologie. I. Les phénomènes géologiques.* Paris, 1907, p. 538.

Suess E. *Das Antlitz der Erde. B. III.* Prag-Wien-Leipzig, 1901-1909, H. 1,2.

I. G. MALAKHOVA

(Geological Institute of the Academy  
of Sciences of the USSR, Moscow)

TECTONIC MAPPING AS A METHOD  
OF CORRELATION OF TECTONIC EVENTS

(Abstract)

In the late XIX<sup>th</sup>-early XX<sup>th</sup> centuries the regularities of geotectonic evolution of the Earth were studied in two directions: ascertaining the time sequence of tectonic events and analysis of their spatial distribution.

The idea of irregular nature of tectonic movements was the basis of the concepts on folding stages and orogeny. The possibility appeared to perform correlation of irregular tectonic processes.

A comparative analysis of the earth's crust dislocations allowed to ascertain spatial and time relationship between tectonic events. This assisted in elaborating the methods of correlation of geologic events according to tectonic data.

The revealing of facts pointing to the irregular nature of tectonic movements played the governing role in elaborating the methods of small-scale tectonic mapping.

The compiling of small-scale tectonic maps on the basis of zoning by age of folding in the geosynclinal areas assisted in elaboration of theoretical concepts on the stages of tectonic evolution of the Earth. Tectonic mapping was, in its turn, the basis for ascertaining spatial and time relationship between tectonic events, i.e. it aided in the elaboration of one of the correlation methods.

Ю. А. ЗАЙЦЕВ  
(Московский Государственный университет)

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ КАРТИРОВАНИЕ И ГЕОТЕКТЕНИКА  
(исторический аспект)

"Наилучшим показателем состояния геологических знаний в отношении той или иной страны является состояние геологической карты последней" (Архангельский, 1932)

Развитие геологических знаний в целом и геотектоники в частности теснейшим образом связано с развитием геологического картирования. Геологическое картирование поставляет новые сведения о геологическом строении территорий, создает предпосылки для совершенствования наших представлений о строении и развитии земной коры континентов, является основным методом исследований в области геотектоники. В процессе геологического картирования апробируются новые идеи и теоретические построения геотектоники. Хорошо составленные геологические карты имеют двойное значение: во-первых, как опыт, лежащий в основе геотектонических обобщений и гипотез, во-вторых, как критерий их истинности и объективности. Геологическое картирование оказывает прямое влияние на следующие разделы геотектоники: морфологическую тектонику (структурную геологию), региональную геотектонику, теоретическую геотектонику (установление закономерностей пространственного распределения и происхождения структурных форм, разработку геотектонических гипотез и теорий). В развитии геологического картирования следует различать три главных этапа.

Первый, начальный этап (XIX в. - 30 годы XX в.). Составление геологических карт и действительное изучение структуры осадочной оболочки земной коры стало возможным после разработки В. Смитом и Ж. Кювье биостратиграфического подхода к изучению слоистых толщ. Посте-

пенное совершенствование бностратиграфического метода, давшего в руки геолога не только возможность стратиграфического (историко-геологического) расчленения геологического разреза, установления последовательности слоев, но также их надежной корреляции, открыло совершенно новый путь в развитии геологического картирования. В то же время геологическое картирование с момента своего рождения, а этим событием нужно считать создание В. Смитом первой геологической карты (1812-1815 гг. — "Карта слоев Англии и Уэльса"), служило главным инструментом познания стратиграфии и геологической структуры. Таким образом, с самого начала геологическое картирование было важнейшим и долгое время единственным методом изучения геологического строения, а геологическая карта способом изображения последнего. Наряду с картой геологическая структура изображалась с помощью геологических разрезов. Одни из первых геологических разрезов содержатся в опубликованных в начале XIX века работах В. Смита, Ж. Кювье, д'Обиссона и др.

Классическим методом геологического картирования со времени его возникновения было изучение пространственного положения слоев горных пород, установления их хроностратиграфической последовательности, а затем при прослеживании этих слоев на местности последовательная фиксация их границ, так же как и границ других геологических тел, на топографической карте. Геологи разных стран в прошлом веке к совершенствованию этого метода приложили много сил. В течение XIX века геологическое картирование входит в практику работ геологов как основной метод изучения геологического строения территорий. Геологические карты широко составляются в странах Европы — в Англии, Германии, Франции, Бельгии, России и др., а также в Северной Америке. Это время было периодом быстрого накопления исходного материала, послужившего основой при формировании различных разделов геологии.

Важнейшим результатом геологических исследований XIX века была разработка основы общей стратиграфической шкалы в виде известных ныне геологических систем, отделов и ярусов (Леонов, 1973). Но не менее важным итогом этих первых работ было получение данных о геологической структуре многих областей и появление первых объяснений ее происхождения.

В процессе полевого изучения разнообразных геологических регионов и объектов был накоплен обширный мате-

риал, легший в основу наших представлений о структурных формах, образованных слоистыми толщами, их морфологических классификациях, а также о морфологии и протектоники интрузивных тел. Были сформулированы представления о роли мелких структурных форм, сланцеватости и кливажа, использовании их для реконструкции физико-механических обстановок структурообразования в земной коре (Г. Клоос, Б. Зандер, П. Фурмарье, Н. Гейм, Г. Беккер и др.). Эти исследования в области морфологической тектоники содержали в себе уже начала тектонофизики. Разработки в области последнего направления появились, главным образом, в начале XX в. Они возникли на базе работ по составлению детальных геологических карт различных регионов, главным образом Европы и Северной Америки.

Больших успехов на базе геологических съемок достигла региональная геотектоника. Это способствовало быстрому развитию геологической мысли и появлению многих теоретических обобщающих работ в области геотектоники, оформившейся в начале XX века в самостоятельную науку, возникли и стали развиваться новые геотектонические гипотезы.

Поступление обширного материала по геологическому строению различных складчатых областей показало некую общность складчатой структуры, ее весьма широкое распространение на Земле. Необходимость объяснить явление складкообразования и попытка связать его с развитием земного шара привела к возникновению гипотезы контракции. Эта гипотеза быстро завоевала себе широкое признание. Особую роль в ее возникновении и развитии сыграли геологические исследования Альп в Европе и Аппалачей в Северной Америке. Можно сказать, что все или почти все крупные европейские геологи XIX в. "прошли через Альпы". Контракционная гипотеза, впервые сформулированная в 1852 г. Эли де Бомоном, возникла из понимания Альп как горно-складчатого сооружения, обладающего наиболее напряженной складчатой тектоникой. Гипотеза контракции в дальнейшем развивалась Э. Зюссом (Suess, 1875, 1885-1901), А. Геймом (Heim, 1878, 1919-1922), М. Бертраном (Bertrand, 1884), предложившим термин шарьяж, затем П. Фурмарье (Fourmarier, 1934), привлечшим для описания тектонических покровов материалы по каменноугольному бассейну Шарлеруа в Бельгии, а также с общих позиций Э. Огом и Г. Штилле (Naug, 1907; Stille, 1913) и др. На примерах Аппалачей в Северной Америке гипотезу контракции воспринял Д. Дена

(1873 г.). Гипотеза контракции содержала в своей основе относительно простые посылки, отвечала уровню знаний и научных подходов прошлого века, казалось бы, просто объясняла основные особенности структуры складчатых областей. Поэтому она была принята большинством геологов разных стран.

Геологическое картирование Аппалачей, выполнявшееся в пятидесятых годах Д. Холлом, привело его к важнейшим обобщениям (1875-1859), положенным в основу теории геосинклиналей (Hall, 1959), разработанной впоследствии Д. Дена (Dana, 1873), М. Бертраном (Bertrand, 1887) и некоторыми другими геологами, но главным образом Э. Огом (Haug, 1900), а затем Г. Штилле (Stille, 1940) и др. С этого времени геология развивалась под эгидой геосинклинальной теории, явившейся синтезом гигантского эмпирического материала (Тихомиров, 1970). Теория геосинклиналей опиралась на опыт геологических исследований складчатых областей, причем большинство ведущих ученых пыталось согласовать ее с гипотезой контракции (Д. Дена, М. Бертран, Э. Ог, Л. Кобер, Г. Штилле и др.).

Таким образом, изучение региональной геологии, в основе которого лежало составление геологических карт различных частей континентов, способствовало разработке теории геосинклиналей и гипотезы контракции. Теория геосинклиналей сохранила свое ведущее положение до современности. Гипотеза контракции, несмотря на ее крушение в первых десятилетиях XX века и появление новых гипотез-изостази (Коссмат, Амферер, Арган и др.), осцилляционной (Э. Хаарман), дрейфа континентов (А. Вегенер), все же была самым значительным явлением в георетической геологии XIX века — начале XX века. Совокупность теории геосинклиналей и гипотезы контракции принесла в геотектонику историчность, заложила основы противопоставления активных складчатых геосинклинальных областей платформенным, наметила представления о периодичности и цикличности тектонического процесса, способствовала развитию многих направлений о геологии, в геотектонике, в частности генетическому изучению структурных форм, разработке специальных методов структурного анализа.

Геологические съемки в России в XIX — начале XX вв. были сосредоточены, главным образом, на территории ее европейской части, что являлось одной из главных задач созданного в 1882 г. Геологического комитета. Работы по

Восточно-Европейской платформе А.П. Карпинского (1880 г.), А.П. Павлова (1916 г.), А.Д. Архангельского (1923), А.А. Борисяка (1918 г.), а впоследствии Н.С. Шатского, А.Н. Мазаровича (1933 г.) привели к созданию учения о древних платформах. Были введены понятия о синеклизах и антиклизах как частях плит, о соподчиненности плит и щитов, о понятии "платформа". На примере наиболее полно изученной Восточно-Европейской платформы были выявлены закономерности строения и развития платформ вообще.

Второй этап (30-60-е годы XX в.). В начале 30-х годов в методике геологического картирования происходят важнейшие принципиальные изменения, связанные с первым опытом применения аэрофотоснимков. Внедрение аэрофотометода в геологии по своему значению не имело себе равных. Оно значило не меньше, чем разработка методов геофизического изучения земной коры. В геологическом картировании как главном методе изучения региональной геологии использование аэрофотоснимков было важнейшим качественным скачком. Соединение классических методов геологической съемки, основанных на палеонтологическом расчленении стратиграфического разреза, установления возрастной последовательности слоистых толщ, структурных наблюдений, с дешифрированием аэрофотоснимков, прослеживанием по ним геологических тел и их границ открыло новые возможности перед полевым геологическим картированием. Геологические карты стали точными, более объективными и достоверными. Применение геофизических исследований при геологическом изучении территории также сыграло значительную роль в развитии геологического картирования, но внедрение их шло значительно более медленно вследствие относительно большой стоимости и большей сложности организации.

Быстрое развитие аэрофотогеологического метода, значительно облегчившего тяжелый труд геолога-съемщика, позволило резко ускорить процесс составления геологических карт. Полевая работа геолога стала более эффективной в самых разных разделах: в изучении структуры складчатых и разрывных форм, геоморфологии и изучении новейших тектонических движений, поисков полезных ископаемых. Внедрение геологического дешифрирования аэрофотоснимков в практику геологического картирования в тридцатых-сороковых годах происходило одновременно в разных странах — Советском Союзе, США, Канаде, Великобритании, Франции (работы по геологическим съемкам Ферганы в 1931 г., В.В. Галицкого по

В. Каратау, С.В. Обручева, Н.Г. Кель, М.Н. Петрусевича, в Соединенных Штатах А. Ирдли, Х. Смита и др. Большие темпы геологического картирования способствовали тому, что к 1960 г. вся территория Советского Союза была обеспечена геологическими картами. Это привело к накоплению обширных знаний в области региональной геотектоники.

Наряду с внедрением аэро- и геофизических методов, 30 — 60-е годы ознаменовались быстрым развитием тектонофизических исследований. Эти работы опирались на детальное изучение структурных форм, теории деформаций, определение механических свойств горных пород в различных температурно-барических условиях, а также на моделирование тектонических процессов. В основе нового тектонофизического подхода лежали наблюдения, полученные, главным образом, при геологической съемке.

Тектонофизическим и специальным структурным исследованиям уделялось в Советском Союзе большое внимание. Они проводились в лаборатории тектонофизики Геофизического института АН СССР под руководством В.В. Белоусова при участии М.В. Гзовского, А.А. Сорского и др. Подобные же исследования ведутся ныне Геологическим институтом АН СССР под руководством А.В. Пейве и др. Наряду с этим такие же работы проводятся ныне в Соединенных Штатах и некоторых других странах. В процессе этих работ рассматривались: проблема происхождения складчатости, возможные механизмы складкообразования и возникновения разрывов. Обсуждалась роль и значение наиболее важных механизмов складкообразования — поперечного и продольного изгиба, механизма продольного расплющивания, гравитационного течения (нагнетания). Роль последнего механизма, недостаточно оценивавшегося ранее, была впервые подчеркнута М.М. Тетяевым и В.В. Белоусовым (1949). В течение рассматриваемого периода структурная геология (морфологическая тектоника) из описательной постепенно преобразуется в новую структурную геологию, насыщаемую генетическим содержанием.

Как уже отмечалось выше, в течение 30-60-х годов происходит существенное пополнение багажа региональной геотектоники. Особенно много нового было получено в области региональной геотектоники в Советском Союзе по разновозрастным складчатым областям и платформам. Значительные успехи были достигнуты в изучении многих регионов Европы, Северной и Южной Америки, Африки, Австралии. Бурный рост объема геологического картирования, обеспечившего приток ранее неизвестных данных

по региональной тектонике материков дал толчок для новых теоретических обобщений. Затем достижения советской теоретической геотектоники обеспечили ей одно из ведущих мест в мировой геологической науке.

Наибольший вклад в геологию внесла усовершенствованная и окрепшая теория геосинклиналей. В течение рассматриваемого периода она развивалась в целом на основе фиксистских концепций. Было уточнено понятие "геосинклиналь", предложено обособление геосинклинальных поясов, их разделение на геосинклинальные области, системы и разделяющие последние срединные массивы (Л. Кобер, А.Д. Архангельский, Н.С. Шатский). Была разработана типизация геосинклиналей на основе их пространственного положения внутри геосинклинальной области и соотношения с платформой (многогеосинклинали и эвгеосинклинали), составу слагающих их толщ, степени проявления и характера магматизма (Г. Штилле, М. Кей, А.Б. Пейве, В.А. Синицын и др. Были предприняты попытки разделения геосинклинальных систем на элементарные палеотектонические единицы геосинклинали, геантиклинали А.Д. Архангельского, интрагеосинклинали, интрагеоантиклинали М.М. Тетяева, В.В. Белоусова, Б.Е. Хаина). Были разработаны современные представления об этапности и стадийности развития геосинклинальных областей, об орогенезе, закономерно сменяющем геосинклинальное прогибание, об инверсии тектонических режимов, наконец, о формировании на орогенном этапе внутренних впадин и краевых прогибов, о краевых вулканических поясах как об особом типе краевых структур (Н.С. Шатский, А.А. Богданов). В тесной связи с развитием теории геосинклиналей находится разработанное Н.С. Шатским, Н.П. Херасковым, А.Л. Яншиным и другими геологами учение о формациях. Понимание геосинклинальных формаций как образований, отражающих особый геотектонический геосинклинальный режим, дополнило теорию геосинклиналей, отражало "вещественное" содержание понятия геосинклиналь, что имело огромное значение для прогнозов поисков месторождений разнообразных полезных ископаемых.

Поступление новых данных по геологическому строению Восточно-Европейской платформы позволило Н.С. Шатскому дать более полную картину развития платформы, рассмотреть различные типы пограничных структур, проблемы структурных и историко-геологических соотношений платформ и геосинклиналей, выделить в качестве самостоя-

тельных структурных образований платформ авлакогены. Большое значение имели работы А.Л. Яншина и др. по молодым платформам.

После отказа от гипотезы контракции Земли, занимавшей в науке вначале весьма прочное положение, возник ряд геотектонических гипотез — пульсационная Бухера (Bucher, 1939), В.А. Обручева (1940) и М.А. Усова (1940), радиоактивных циклов Джоли и Холмса (Holmes, 1928), гипотеза гравитационного складкообразования Хаармана (Haarman, 1930), волновая гипотеза Веммелена (Wemmelan, 1933), астенолитная Виллисона (Willis V. a. Willis S., 1941), радиомиграционная В.В. Белоусова (1942, 1943). Большинство из этих гипотез, особенно возникших в начале 30-х годов, опираясь на уже известные факты, объясняло какую-то одну сторону геотектогенеза, акцентируя внимание на том или ином важном возможном механизме этого процесса. В данном случае другие стороны тектогенеза оставались необъясненными, что делало эти гипотезы весьма уязвимыми. В появлении перечисленных гипотез часто отсутствовала прямая связь с успехами региональной геотектоники и с достижениями геологического картирования.

Третий, современный этап (1960-1980-е). В геологическом картировании этот этап характеризовался еще более широким внедрением аэрометодов, использованием космических снимков и привлечением к геологической съемке геофизических методов. Все это вместе взятое обеспечило дальнейшее повышение точности и достоверности геологических карт, глубинности исследований. Возросла роль ускоренной геологической съемки, основанной на использовании аэрофотоснимков (экспресс-метод американских геологов, групповая геологическая съемка в СССР). В Советском Союзе возникли новые виды геологосъемочных работ — глубинная геологическая съемка, объемное геологическое изучение, опирающееся на использование геофизических методов и больших объемов бурения. Последние виды работ преимущественно выполняются на рудных и перспективных районах.

В области морфологической тектоники происходит совершенствование методов структурных исследований. Развивается созданное М.В. Гзовским (1963 и др.) новое направление — изучение тектонических полей напряжений; разрабатываются и совершенствуются представления о механизмах образования складчатости; делаются попытки количественной оценки физических величин, характери-

зующих тектонические процессы. В настоящее время накоплен опыт математического моделирования, структуры соляных куполов и складчатых деформаций (В.П. Мясников, Ж.С. Ерманов и др.). Для изучения анизотропии физических свойств пород, участвовавших в складкообразовании и претерпевших различные тектонические и метаморфические преобразования, используются лазерная и ультразвуковая техника. Несомненно, наиболее важным в дальнейшем будет получение точных количественных характеристик разного типа тектонических движений, участвующих в образовании различного рода структур, — складок, разрывных смещений и пр.

Использование космических фотоснимков поверхности Земли позволило точнее и объективнее проводить геологический синтез, основываясь на совместном изучении космического снимка и имеющихся геологических и тектонических карт, а также решения ряда геоморфологических задач и оценки новейших тектонических движений.

Однако главным в изучении Земли из космоса, с точки зрения автора, является возможность сравнительно-планетологического анализа нашей и других планет солнечной системы. Это новое направление в геологическом картировании земной поверхности, опирающееся на логически оправданную посылку о единстве строения и развития планет, несомненно, принесет в будущем свои плоды и даст материал к разработке современной геотектонической гипотезы.

Геосинклинальная теория по-прежнему является ведущей в геотектонике. Она пополнилась многими новыми разработками, в основу которых положены прежде неизвестные данные по геологическому строению целого ряда регионов. Большим успехом геологической науки является получение новых материалов по структуре и развитию геосинклинальных областей протерозоя, а также современных геосинклиналей в западном обрамлении Тихого океана. Одной из главных проблем, интенсивно обсуждавшихся в литературе, является проблема их фундамента, роль океанической коры и соотношение геосинклиналей с океаном. Эта проблема встала после ярких работ А.В. Пейве (1969), полагающего, что геосинклинали развились на месте бывших океанов. Одной из важных проблем в теории геосинклиналей пока также остается точная оценка роли горизонтальных тектонических движений.

Родившаяся во второй половине рассматриваемого периода новая глобальная тектоника или тектоника плит,

основанная на новых данных по геологии океанов, в частности на установленном в срединноокеанических хребтах явлении растекания морского дна, связей с геологическим картированием континентов не имеет. Многочисленные попытки объяснить закономерности строения и развития внутриконтинентальных геосинклинальных областей с позиций тектоники плит пока нельзя признать удачными, так как они вступают в противоречие с известными закономерностями развития геосинклиналей, выглядят механистическими и весьма произвольными. Современное геологическое картирование складчатых областей, вооруженное новейшими методиками, еще должно дать объективную оценку идеям тектоники плит. Однако, несомненно, что как и все предшествующие гипотезы, рациональное начало тектоники плит в виде доказанного спрединга, роли рифтогенеза в океанах и на материках пополнит наши знания об особенностях жизни земной коры.

#### Литература

- Архангельский А.Д. Успехи изучения геологического строения Европейской части СССР за пятнадцать лет. "Вулл. МОИП.", отд. геол. 1932, т. 10, вып. 3-4.
- Белюсов В.В. Миграция радиоэлементов и развитие структуры Земли. Изв. АН СССР, сер. геогр. и геоф., ч.1, 1942, № 6; ч. II, 1943, № 3.
- Гзовский М.В. Основные вопросы тектонофизики и тектоники Байджансайского антиклинория. М. Изд-во АН СССР, 1963.
- Леонов Г.П. Основы стратиграфии. Т. 1. Изд-во Моск. ун-та, 1973.
- Обручев В.А. Пульсационная гипотеза геотектоники, "Изв. АН СССР", сер. геол., вып. 1, 1940.
- Пейве А.В. Океаническая кора геологического прошлого. "Геотектоника", 1969, № 4.
- Тихомиров В.В. Опыт анализа процесса развития геологии как науки. "Изв. АН СССР", сер. геол. № 4, 1970.
- Усов М.А. Геотектоническая теория саморазвития материи Земли. "Изв. АН СССР", сер. геол., вып. 1, 1940.

- Bemmelin R.W. The undation theory of development of the Earth's crust. "Thans. Int. Geol. Congr." vol. 2, Washington, 1933.
- Bertrand M. Rapports de structures des Alpes de Glaris et du basins houiller du Nord. "Bull. Soc. Geol. France", 3(12), 1884.
- Bertrand M. La chaine des Alpes et la formation du continent Europeen. "Bull. Soc. geol. France", ser.III, vol. 15, 1887.
- Bucher W. Versuch einer Analyse der grossen Bewegungen der Erdkruste. "Geol. Rundschau", ; 3, 4, 1934.
- Dana I.D. On some results of the Earth's contraction from cooling, including a discussion of the origin of mountains, and the nature of the Earth's interior. "Amer. J. Sci. and Arts", ser. 3, vol. 5, N 30; N 31-33, 1873.
- Fourmarier P. Vue d'ensemble sur la geologie de la Belgique. Ann. Soc. Geol. Belg., Mem., 4, 1934.
- Haarman E. Die Oszilationstheorie, 1930.
- Hall J. Natural history of New Jork. "Paleontology", vol. 3, Albany, Printed by C. van Benthuyssen, 1859.
- Haug E. Les geosinclinaux et les aires continentales. Contributio a letude des transgressims et des regressions marines, "Bull. geol. France", ser. 3, vol. 28, 1900.
- Haug E. Traite de geologie. Les phenomenes geologiques. Paris, Libririe Armand, Colin, 1907.
- Heim A. Untersuchungen über den Mechanismus der Gebirgsbildung. Im Anschluss an die geologische Monographie der Tösi-Windfällen Gruppe, Schwabe, Basel, 1878.
- Heim A. Die Geologie der Schweiz, Bd. 1-11 (1,2), Tauchnitz, Leipzig, 1919-1922.
- Holmes A. Radioactivity and Earth movements. Trans. Geol. Soc.", Glasgow, vol. XVIII, pt. III, 1928.
- Stille H. Tektonische Evolutionen und Revolutionen in der Erdrinde. Leipzig, Verlag von Veit Comp, 1913.

Stille H. Einführung in der Bau Amerikas. Berlin, Verlag von Gebruder Borutraeger, 1940.

Suess E. Die Entstellung der Alpen, 1875.

Suess E. Das Antlitz der Erde. F. Tempsky, Wien, Bd. I, 1885; Bd. II, 1888; Bd. III, 1901.

Willis B.,] Willis S. Eruptivity and mountain building.  
"Bull. Geol. Soc. Am.", vol. 52, N 10, 1941.

Yu. A. ZAITSEV

(USSR, Moscow State University)

GEOLOGICAL MAPPING AND GEOTECTONICS

(Abstract)

Development of theoretical geotectonics was connected with geological mapping which, in its turn, had direct influence upon morphological tectonics (structural geology) and regional geotectonics. There are three stages of development of geological mapping. The first stage (XIX<sup>th</sup> century - the '30s of the XX<sup>th</sup> century) is represented by the classical methods of geological mapping. The second stage (the '30s - '60s of the XX<sup>th</sup> century) is characterized by combination of classical methods of geological mapping and air-borne methods as well as by introducing tectonophysical methods into practice. The third stage (the '60s - '80s of the XX<sup>th</sup> century) is characterized by introduction of air-borne and remote sensing methods, geophysical studies and new types of geological survey. Each stage of development offered new approaches and trends in theoretical geotectonics.

А. Л. ЯНШИН

(Сибирское отделение АН СССР)

РАЗВИТИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО КАРТИРОВАНИЯ В СИБИРИ  
И ЕГО РОЛЬ В РЕШЕНИИ ПРОБЛЕМ  
ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ И ПРАКТИЧЕСКОЙ ГЕОЛОГИИ

Разработка серебряных рудников Нерчинского горного округа, добыча мусковита на р. Маме к северу от Байкала, рассыпного золота в отрогах Салаира и Кузнецкого Алатау начались еще в середине XVIII столетия, в связи с чем уже в конце этого века появились первые карты довольно обширных районов Сибири, на которых было показано расположение выходов горных пород различного состава. Однако составление настоящих геологических карт Сибири, на которых показаны площади распространения пород различного возраста, из-за удаленности этого края от старых научных центров России и трудной доступности многих его районов сильно задержалось. Ко времени Великой Октябрьской революции большая часть территории Сибири не имела никаких геологических карт, а первая ее геологическая карта в масштабе 1:2 500 000 без "белых пятен" была издана только в 1956 году.

Только после Великой Отечественной войны геологическое картирование в Сибири стало развиваться быстрыми темпами в связи с возросшими запросами на минеральное сырье восточных областей Советского Союза. Сейчас вся ее территория имеет геологические карты среднего масштаба, а весь Кузнецкий бассейн, значительные по площади районы Салаира, Кузнецкого Алатау, Енисейского кряжа, Западного и Восточного Саяна, Забайкалья и алмазоносной центральной части Якутской АССР закартированы уже в крупном масштабе.

Новые фактические данные, собранные при геологическом картировании Сибири, привели не только к уточнению наших представлений по многим вопросам, но и к принципиальному изменению этих представлений в отношении ря-

да фундаментальных теоретических проблем.

Еще в конце прошлого века выдающийся русский геолог В.А. Обручев установил, что на обширных пространствах, лежащих к востоку и к северу от озера Байкал, развиты высоко метаморфизованные породы и кристаллические сланцы, прорезанные огромным количеством крупных гранитоидных интрузий. Состав пород позволил ему высказать предположение о докембрийском возрасте всех этих образований, что, в свою очередь, позволило Эдуарду Зюссу в III томе его классической монографии "Лик Земли" (1909 г.) развить представление о существовании здесь "древнего теменн Азии", которое постепенно обрастал складчатыми сооружениями более молодого возраста. Это представление широко распространилось в геологической литературе. Между тем еще в 1932 г. Н.С. Шатский установил, что складчатость на обоих берегах озера Байкал происходила не в глубоком докембрии, а перед началом раннего кембрия. Он предложил называть эту складчатость байкальской. Картировочные же работы последних 25 лет открыли во многих местах Забайкалья геосинклинальные морские отложения кембрия, а потом и ордовика, установив тем самым каледонский возраст складчатости основной территории бывшего "древнего теменн". Широко развитые здесь граниты и гранитоиды в значительной своей части оказались не древними докембрийскими, а средне- и верхнепалеозойскими.

Геологическое картирование показало, что настоящим центром формирования северной части Азиатского материка было не Забайкалье, а обширная древняя Сибирская платформа, раскинувшаяся на пространстве от р. Енисея на западе до р. Лены на востоке и частично уходящая дальше на восток в бассейн р. Алдана. Ее фундамент, закончивший свое формирование в эпоху Карельской складчатости около 1700 миллионов лет тому назад, обнажен в пределах Алданского щита и Анабарского массива. На остальной территории платформы он перекрыт мощным чехлом отложений рифея (верхнего протерозоя) и палеозоя, а в Тунгусской синеклизе также траппами нижнего триаса и в Вилуйской синеклизе отложениями мезозоя.

В связи с картировочными работами, которые сопровождались богатыми сборами ископаемой фауны и ее зоографическим описанием, была разработана детальная стратиграфия всего разреза Сибирской платформы. Особенно интересными оказались эти исследования для кемб-

рийской системы и самых верхов докембрия. Удалось палеонтологически обосновать ярусное расчленение всех отделов кембрия. В основании кембрия был выделен ярус, уже содержащий типичных кембрийских археоциатов, но еще не содержащий никаких трилобитов. По названию одного из притоков р. Алдана он получил название томмотского. Позднее этот ярус был выделен Ю. Шубером в разрезах Марокко и М. Глесснером в разрезах Австралии, то есть он оказался имеющим глобальное распространение.

Ниже кембрия в разрезах по р. Алдану и его протокам, а также в разрезах по р. Оленеку при картировании четко была выделена терминальная система рифейской группы, получившая название вендской. Она во многих местах содержит обильные отпечатки бесскелетных организмов — погонофор, червей и медузондов, что позволяет рассматривать разрезы бассейна р. Алдана как наиболее подходящие для установления международного стандарта границы кембрия и докембрия.

К юго-западу от линии, соединяющей Алданский щит и Анабарский массив, на территории Сибирской платформы в раннекембрийское время располагался обширный солеродный бассейн, ограниченный с запада, юга и юго-востока складчатыми сооружениями, возникшими в самом конце докембрия. Площадь этого солеродного бассейна более 2 миллионов квадратных километров, а мощность каменных солей в нем местами превышает 3 километра. Картировочные работы, сопровождавшиеся бурением, установили, что солеродный бассейн сообщался с открытым морем не узким проливом, как залив Каспийского моря Карабогаз-гол, а широким мелководьем, в пределах которого мощность осадков нижнего кембрия резко сокращена и происходит постепенная смена соленосных осадков нормальными морскими. Таким образом, было доказано, что "баровая" гипотеза соленакпления, предложенная в 1878 году К. Оксенюсом на примере Карабогаз-гола, не применима для солеродных бассейнов прошлых геологических эпох и что эти бассейны вовсе не представляли собой лагуны, а следовательно, и отнесение всех соленосных отложений по генезису к лагунным совершенно неправильно.

Проводившееся за последние 25-30 лет среднемасштабное и детальное геологическое картирование привело к открытию в Сибири многих новых месторождений минерального сырья, в том числе таких типов, которые здесь ранее вообще не были известны. На юге Сибири платформы в вулканических трубках взрыва открыты богатые магне-

титовые месторождения Ангаро-Илимской группы, уже разведанные и введенные в эксплуатацию. Они дают сырье для металлургических гигантов Кузбасса. Новые крупные скарновые месторождения магнетита обнаружены в западной части Алтае-Саянской горной области. В контрастных эффузивах нижнего кембрия Кузнецкого Алатау выявлено Усинское месторождение окислов марганца, видимо, имеющее эксгальционно-осадочное происхождение. Несомненно, такой генезис имеют крупные полиметаллические месторождения — Озерное и Холодненское, открытые при картировочных работах на территории Бурятской АССР. Вероятно, такой же генезис имеет недавно обнаруженное Горевское свинцово-цинковое месторождение в низовьях р. Ангары. На севере Читинской области, немного южнее строящейся линии Байкало-Амурской железнодорожной магистрали в верхней части разреза нижнего протерозоя, было открыто Удоканское месторождение медистых песчаников, по масштабу и типам руд очень близкое месторождениям Катангского пояса.

Исследователи, производившие геологическое картирование севера Красноярского края, в бассейнах рек Маймеча и Котуй выявили наличие многочисленных массивов щелочных основных пород с высоким содержанием апатита. Сейчас они разведываются и, несомненно, будут иметь большое значение после истощения запасов апатита в Хибинах на Кольском полуострове. Своеобразное месторождение доломит-магнетит-апатитового сырья Селигдар обнаружено в пределах Алданского щита. Оно тоже подвергается сейчас детальной разведке. При картировочных же работах была обнаружена большая часть алмазных киберлитовых трубок Центральной Якутии.

Таким образом, геологическое картирование территории Сибири, интенсивно развившееся только в послевоенные годы, с одной стороны, дало материал для пересмотра и решения ряда крупных вопросов теоретической и региональной геологии, а с другой стороны, привело к резкому расширению имеющихся сведений о минеральных ресурсах этой обширной территории, что уже нашло отражение в планах развития народного хозяйства всего Советского Союза.

Сейчас намечается переход к сплошной государственной геологической съемке всей территории СССР, в том числе и Сибири, крупного масштаба. Для Венгрии и других стран Центральной Европы это этап уже пройденный, но для Советского Союза в связи с обширностью его тер-

ритории это новая задача огромной трудности. Ее выполнению должна быть предпослана огромная работа по детализации существующих схем стратиграфического расчленения разрезов. Если на картах среднего масштаба выделялись обычно отделы систем и в редких случаях ярусы, то на более крупномасштабных картах должны выделяться ярусы, где это, возможно, зоны и соответствующие им по масштабу подразделения местных стратиграфических шкал.

Несомненно, что завершение геологического картирования Сибири и всей территории Советского Союза в относительно крупном масштабе приведет к решению многих сегодня еще неясных вопросов региональной и теоретической геологии, а также к приумножению минеральных богатств, которыми располагает СССР.

A. L. YANSHIN

(Siberian Branch of the Academy  
of Sciences of the USSR)

**EVOLUTION OF GEOLOGICAL MAPPING IN SIBERIA  
AND ITS ROLE IN THE SOLUTION OF PROBLEMS  
OF THEORETICAL AND PRACTICAL GEOLOGY**

(Abstract)

The compiling of geological maps of Siberia started only after the Great October Revolution. At present, geological maps to a scale of 1:200 000 are available for the whole territory of Siberia while a number of large areas of economic importance are mapped to a scale of 1:50 000.

New factual data gained in the course of geological mapping of Siberia brought about a principal change in ideas concerning some fundamental theoretical problems. It has shown that a real centre of formation of the northern part of the Asian continent is the vast ancient Siberian Platform. Having completed its formation in the epoch of Karelian folding about 1700 million years ago, the platform basement is exposed within the Aldan Shield and Anabar Massif.

Due to the mapping programme, the detailed stratigraphy of the entire section of the Siberian Platform was ascertained.

The medium-scale and detailed geological mapping having been carried out for the last 25-30 years led to the discovery of many new deposits of mineral raw material in Siberia including the types which have never been developed there before. At present, it is envisaged to carry out the State geological survey of the entire territory of the Soviet Union including Siberia to a scale of 1:50 000. The survey will undoub-

tedly result in solution of many problems of regional and theoretical geology which are still to be ascertained for the time being and will lead to the increase of mineral reserves available in the USSR.

Г. А. КУЗНЕЦОВ

(Гомельский государственный университет)

## ИСТОРИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО КАРТИРОВАНИЯ ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ И ЕЕ СВЯЗЬ С РАЗВИТИЕМ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ НАУК

Восточная Сибирь расположена в пределах Лено-Енисейского междуречья от границ Монголии и Китая на юге, до Ледовитого океана на севере. Она занимает около 1/4 территории СССР (более 7 млн. кв. км). Рассматриваемая часть Евразии отличается большой сложностью и своеобразием геологического строения.

Необжитая, отдаленная и труднодоступная Восточная Сибирь оставалась геологически слабо изученной до 40-50-х годов текущего столетия. За годы Советской власти здесь полностью закончено государственное геологическое картирование мелкого и среднего масштаба. Создана минерально-сырьевая база, необходимая для развития топливно-энергетической и металлургической, алмазодобывающей и химической промышленности. В настоящее время Восточная Сибирь занимает одно из ведущих мест в развитии минерально-сырьевой базы СССР.

В истории геологического картирования Восточной Сибири можно выделить три основных периода, подразделяемых на ряд этапов.

I период маршрутных геологических исследований до 1918 г.

1. Этап случайных и попутных геологических наблюдений до середины XIX века;
2. Маршрутные исследования А.Л. Чекановского и И.Д. Черского — 1851-1887 гг.;
3. Геологические исследования В.А. Обручева — 1888-1917 гг.

II период, когда наряду с маршрутной, проводится выборочная специализированная геологическая съемка — 1918-1946 гг.

1. Послеоктябрьский довоенный этап — 1918-1941 гг.
2. Годы Великой Отечественной войны — 1942-1946 гг.

III Период полистных государственных геологических съемок различного масштаба — с 1947 г. по настоящее время.

1. Плановая государственная съемка территории СССР мелкого масштаба — 1947-1955 гг.
2. Государственная геологическая съемка СССР среднего масштаба — 1956-1972 гг.
3. Комплексная "групповая" геологическая съемка; детальное полистное геологическое картирование наиболее важных горнопромышленных районов — 1972 г. по настоящее время.

Первый период (до 1918 г.) — время маршрутных исследований. Его первый этап характеризуется проведением случайных маршрутных геологических наблюдений, имеющих в настоящее время лишь исторический интерес.

Второй этап (1851-1887) связан с именами пионеров геологического освоения Восточной Сибири А.Л. Чекановского и И.Д. Черского, положивших начало ее систематическому изучению. А.Л. Чекановский (1832-1876) по поручению Русского географического общества провел первые систематические геологические исследования юга Сибири, а затем геологические маршруты по рекам Нижней Тунгуске, Оленеку и Лене. В итоге изучения геологии Прибайкалья он выдвинул гипотезу происхождения озера Байкал.

И.Д. Черский (1845-1892) составил первую геологическую карту прибрежной полосы Байкала. Ему же принадлежит мысль о древнейших структурах Земли, описанных Э. Зюссом как "древнее темя Азии" (1909). В 1878 г. И.Д. Черским была выдвинута идея эволюционного развития рельефа Восточной Сибири.

Третий этап этого периода (1888-1917) связан с деятельностью первого штатного геолога Восточной Сибири будущего академика В.А. Обручева. Это был поворотный пункт в изучении геологии всего Восточно-Сибирского региона.

С 1888 по 1892 г. В.А.Обручев работал в Приангарье, Прибайкалье, Ленском золотоносном районе. Вопросами геологии Восточной Сибири В.А.Обручев интересовался до конца своей жизни, и на базе материала создал ряд крупных обобщающих сводок и монографий. Его вклад в науку по теории рудных месторождений, геотектоники, проблемам

мерзлотоведения и четвертичной геологии общеизвестен. Громадный материал о генезисе золоторудных месторождений, эволюции рельефа Сибири и процессов оледенения, по стратиграфии докембрия и палеозоя, проблеме происхождения впадин Байкальского типа и по более общим вопросам тектоники и истории геологического развития региона обобщен в его сводке "Геология Сибири" (Обручев, 1935-1938). Некоторые из этих проблем, перешагнули рамки отечественной геологии (достаточно вспомнить дискуссии о "древнем теменн Азии", провальном происхождении оз. Байкал и "теории шарьяжей"), другие со времени оформились в новые научные направления (например, неотектоника).

Многoletняя деятельность В.А. Обручева способствовала формированию научной школы сибирских геологов, влияние которой особенно ярко проявилось в работе Восточно-Сибирского государственного университета, Иркутского горного института и других высших учебных заведений и различных геологических организаций Сибири.

Оригинальный материал для развития геологической науки был получен в течение этого этапа при геологических исследованиях, связанных со строительством транс-сибирской железнодорожной магистрали (К.И. Богданович, Н.П. Ижицкий, П.К. Яворовский, А.Г. Ржонский, П.И. Преображенский, М.М. Тетяев) (Обручев, 1931-1948).

Второй период (1918-1946) характеризуется проведением наряду с маршрутной специализированной площадной геологической съемки. Ко времени Великой Октябрьской революции площадной съемкой было охвачено только 2% территории Восточной Сибири. После 1918 г. (первый этап - 1918-1941 гг.) эти исследования значительно расширились, особенно в связи с началом освоения энергетических ресурсов р. Ангары и изысканием западной части трассы Байкало-Амурской магистрали (БАМ).

Из исследований этого периода следует отметить геологосъемочные работы в районах Ангаро-Илимских железорудных месторождений и строительства будущих Ангарских ГЭС (Крашенинников, 1936 и др.): работы Восточно-Сибирской экспедиции АН СССР по составлению геологических карт мелкого масштаба для территории Ангаро-Ленского междуречья, проходившие под общим руководством В.А. Обручева и Е.В. Павловского (Очерки по геологии Сибири, 1950, 1955). Одновременно проводились тематические исследования по стратиграфии, петрологии траппов и металлогеним.

Материалы, полученные в результате геологического картирования этих лет, были широко использованы видными советскими геологами. "Влияние свежего фактического материала, — отмечал Е.В. Павловский, — проявилось в известной степени в ряде сводок последних лет (В.А. Обручев, М.М. Тетяев, Н.С. Шатский, А.Д. Архангельский, А.Н. Мазарович и др.)" (Павловский, 1948).

В годы Великой Отечественной войны усилия геологов были направлены на обеспечение страны необходимым минеральным сырьем. Площадные геологические съемки резко сократились. Однако и этот этап (1942—1946) явился весьма продуктивным в развитии геологических наук в Восточной Сибири. М.М. Одинцов произвел корреляцию раннепалеозойских толщ Восточной Сибири с разрезами других регионов мира (1953). Активно включаются в работу видные ученые, эвакуированные из центральных институтов Академии наук СССР и западных ВУЗов: С.С. Смирнов, В.С. Соболев, С.В. Обручев, В.Д. Принада, Е.В. Павловский, Н.П. Семененко, Н.В. Фролова и др. С их именами связаны новые страницы в теории металлогении (учение о рудных поясах), геотектонике (аркогенез, рифтогенез), геологии докембрия, геологии пород траптовой формации, геоботанике и др.

Третий период — время невиданного размаха геологосъемочных работ в Восточной Сибири. Крупные площадные геологические съемки были начаты здесь в 1946—1947 гг. Кроме Восточно-Сибирского геологического управления, в геологосъемочных работах участвовали экспедиции Всесоюзного аэрогеологического треста Министерства геологии, а также многие центральные институты Министерства геологии и АН СССР, обеспечивающие геологическое картирование и тематические исследования.

В первое послевоенное десятилетие была закончена Государственная геологическая съемка мелкого масштаба. В связи с получением огромного нового фактического материала значительно пополнились теоретические построения в области стратиграфии докембрия ("проблема синяя") и раннего палеозоя, геологии пород траптовой формации, тектоники пограничных зон, платформ и подвижных поясов, геологии алмазных месторождений и др.

Окрепла школа местных вузовских ученых-геологов. Она, в свою очередь, явилась поставщиком научных кадров для организации Восточно-Сибирского (Иркутского) научного центра АН СССР (Институт земной коры, Институт геохимии

им. А.П. Виноградова СО АН СССР). В Якутске организуется филиал АН СССР, а в его составе Институт геологии и пока единственный в мире Институт мерзлотоведения СО АН СССР.

Организованный еще в 1918 г. Восточно-Сибирский (ныне Иркутский) государственный университет и в 1930 г. — Сибирский горный институт (ныне крупнейший в стране Иркутский политехнический институт) обеспечили подготовку геологических кадров для Восточной Сибири. При этом сотрудники названных ВУЗов непосредственно выполнили крупный объем полевых геологических исследований. Почти все геологосъемочные работы мелкого и в значительной мере среднего масштаба были выполнены под научным руководством и при непосредственном участии геологов университета в тесном сотрудничестве с производственными организациями Министерства геологии (Трещетников, 1972).

С 1955–56 гг. невиданными темпами развернулась комплексная государственная геологическая съемка среднего масштаба, дающая основу для проектирования и строительства гигантских ГЭС и других крупных промышленных и транспортных объектов. В семидесятих годах в важнейших горнопромышленных районах она переросла в детальное геологическое картирование, а в малообжитых северных районах Сибири в так называемую "групповую" геологическую съемку, широко использующую материалы высотной аэрофото- и космической съемки. Эти работы проводятся на основе унифицированных региональных стратиграфических схем.

Расширяется региональная геологическая служба: от когда-то единого Восточно-Сибирского геологического управления МГ СССР отпочковываются территориальные Красноярское, Читинское, Бурятское, Якутское геологические управления (ныне производственные объединения), в составе которых формируются крупные научно-тематические партии и экспедиции. В 1964 г. организуется Восточно-Сибирский научно-исследовательский институт геологии, геофизики и минерального сырья МГ СССР ("Геол. исследования в Восточной Сибири"... , 1978 г.).

В настоящее время комплексные геологосъемочные работы среднего масштаба на территории Восточной Сибири практически закончены. Осуществляется глубинное изучение региона с применением новейших методов исследований: геофизических, геохимических, аэрогеологических, бурения и материалов космической съемки. Задача сегодняшнего дня — совершенствование методики геологического кар-

тирования, повсеместный переход на групповой метод геологических съемок с широким применением дистанционных и геофизических съемок.

Полученный в процессе работ огромный фактический материал послужил основой новых значительных теоретических построений и обобщений. Необходимость его научной обработки вызвала к жизни открытие и функционирование новых научных подразделений АН СССР в Восточной Сибири: Института цветных металлов в г. Красноярске, Института геологии и полезных ископаемых в г. Улан-Уде и др.

На базе геологических съемок во Всесоюзном геологическом институте МГ СССР для Сибирской платформы и ее складчатого обрамления была составлена серия геологических, тектонических, геоморфологических, гидрогеологических, металлогенических карт. Написаны капитальные сводки: "Геология Сибирской платформы" (1966), "Геология Байкальской горной области" (Салоп, 1967). Разработки Т.Н. Спжарского по тектонике Сибирской платформы позднее легли в основу составления Тектонической карты СССР масштаба 1:2500000, выполненной на базе принципиально новых теоретических концепций.

Усилиями научных и производственных местных и центральных организаций созданы региональные стратиграфические схемы, увязанные с международной стратиграфической шкалой, разработана детальная стратиграфия позднего докембрия, кембрия и ордовика, в том числе описаны стратотипы этих подразделений, разработана методика изучения древнейших, в том числе архейских осадочно-метаморфических образований, получены дополнительные материалы о процессах гранитизации, петрологии пород трапповой формации; разворачивается изучение континентальных рифтовых систем, дополняется учение о пограничных структурах платформ и подвижных поясов, в особенности о краевых (передовых) прогибах. Силами, в основном, сибирских геологов, составляются соответствующие тома капитального труда "Геология СССР" для территории Бурятской и Якутской автономных республик, Иркутской и Читинской областей, Красноярского края.

Обработка материалов, полученных в результате геологического картирования, способствовала зарождению новых отраслей геологических наук: палеосейсмологии, геотермии, математического моделирования геологических процессов и других, становлению сейсмологии, сейсмотектоники, инженерной геологии, мерзлотоведения, разработке вопросов теории рельефообразования и др.

В области прикладной геологии были открыты коренные месторождения алмазов и золота, крупные месторождения сырья для туковой промышленности, древнейшая на планете раннекембрийская нефть.

Многие из упомянутых работ были удостоены Ленинских и Государственных премий. Некоторые труды изданы за рубежом и стали достоянием мировой геологической общест-венности.

В итоге оформилась сибирская школа геологов. Влия-ние ученых-геологов этой школы вышло далеко за пределы Восточной Сибири, за пределы границ СССР. Изучение геологии Восточной Сибири оказало решающее влияние на раз-работку некоторых общих вопросов теории геологии, мно-гих проблем стратиграфии, геотектоники, петрологии, металлогении в трудах крупных ученых — сотрудников центральных геологических институтов страны: А.Д. Ар-хангельского, Н.С. Шатского, В.А. и С.В. Обручевых, М.М. Тетяева, Ф.Ю. Левинсон-Лессинга, С.С. Смирнова, Ф.Г. Вологодина, Д.С. Коржинского, Ю.М. Шейнмана, Е.В. Павловского, Т.Н. Спичарского, А.Д. Щеглова и др. Ма-териалы, полученные в результате комплексного геологи-ческого картирования этого крупного региона, позволили перейти к составлению геологических, тектонических, гидрогеологических, геохимических, металлогенических карт масштаба 1:2 500 000 всей территории СССР, способ-ствовали составлению Тектонической карты Евразии масш-таба 1: 5 000 000 и объяснительной записки к ней (Тек-тоника Евразии, 1966).

Классическая геология XIX столетия, сложившаяся пре-имущественно на западноевропейском материале, вынуж-дена была отказаться от многих канонических представле-ний в результате появления сведений, полученных при геоло-гическом картировании просторов Сибири.

В ВУЗах Восточной Сибири получили геологическое обра-зование представители многих зарубежных стран. С их по-мощью была организована подготовка кадров геологов не-посредственно в Монгольской Народной Республике — на геологоразведочном факультете Монгольского государст-венного университета.

Примером сотрудничества вузовской науки является Со-ветско-Монгольская комплексная экспедиция Иркутского и Монгольского университетов. В настоящее время в ее работе участвуют ученые СССР, МНР, ЧССР и ГДР. Органи-зация подобных комплексных исследований одобрена по

линии Совета Экономической Взаимопомощи (Дашидорж, Кузнецов, 1975).

Геологи-съемщики из Восточной Сибири участвовали в геологическом картировании территории многих социалистических и развивающихся стран: КНР, КНДР, МНР, ДРВ, Индии, Непала, Кубы, Афганистана, Ганы, Заира, Анголы и др.

Геологи-сибиряки участвуют в геологических исследованиях по международным программам (Международный геофизический год, экспедиции по изучению Африканских рифтовых систем, Исландская экспедиция по изучению современного вулканизма, экспедиции по изучению геологии дна океанов и др.). Они принимают активное участие в работе Международных геологических конгрессов, симпозиумов, совещаний.

Ныне геологические науки в Восточной Сибири вряд ли можно отнести к разряду "периферийных". Напротив, можно с полным правом считать, что исследования в области некоторых разделов геологии полезных ископаемых, геохимии, вулканологии, геотектоники, инженерной геологии, мерзлотоведения, сейсмологии, геоморфологии, экономики и охраны природы (программа "Сибирь") находятся на уровне "лучших мировых стандартов".

В утилитарном отношении геологическое картирование и последовавшие за ним поисково-разведочные работы обеспечили создание минерально-сырьевого потенциала Восточной Сибири.

Восточная Сибирь сегодня — громадная строительная площадка, где проводится грандиозный натуральный геологический эксперимент, ведущий к разработке многих новых направлений инженерной геологии, гидрогеологии, геоморфологии, геодинамики и других геологических дисциплин.

## Литература

Геология Сибирской платформы. Изд. "Недра", М., 1966, с. 447.

Геологические исследования в развитии производительных сил Восточной Сибири за 60 лет. Изд. СО АН СССР, Иркутск, 1978, с. 85.

Дашидорж А., Кузнецов Г.А. Совместные монголо-совет-

- ские научные исследования (к вопросу об организации научно-исследовательской работы в вузах). В ан.: Современная высшая школа, Варшава, 1975, № 1(9), с. 129-132.
- Крашенинников Г.Ф. Геология Ангаро-Илимского железорудного района, Тр. Вост.-Сиб. геол. треста, 1936, с. 135.
- Обручев В.А. История геологического исследования Сибири. Изд-во АН СССР, т. I-V, М.-Л., 1931-1948.
- Обручев В.А. Геология Сибири. Изд-во АН СССР, т. I, М.-Л., 1935, с. 364; т. II, М.-Л., 1936, с. 410; т. III, М.-Л., 1938, с. 569.
- Одинцов М.М. Иркутский амфитеатр, геологическая структура и история развития его внутреннего поля. Тр. Ирк. гос. унив., сер. геол., т. 9, вып. 1-2, 1953.
- Очерки по геологии Сибири. Изд. АН СССР, тр. ИГН, М.-Л., 1950, вып. 14, с. 90.
- Очерки по геологии Сибири. Изд. АН СССР, тр. ИГН, М.-Л., 1955, вып. 18, с. 98.
- Павловский Е.В. Геологическая история и геологическая структура Вайкальской горной области. Изд. АН СССР, тр. ИГН, вып. 99, сер. геол. (№ 31), 1948, с. 2.
- Салоп Л.И. Геология Вайкальской горной области. Изд. "Недра", М., т. I, 1964, с. 515; т. II, 1967, с. 699.
- Тектоника Евразии (Объяснительная записка к Тектонической карте Евразии, м-б 1:5 000 000). Изд. "Наука", М., 1966, с. 487.
- Трещетенков М.Н. Научно-исследовательская работа сотрудников геологического факультета Иркутского государственного университета им. Жданова за 50 лет. В кн.: Геология и полезные ископаемые Восточной Сибири. Изд. Ирк. гос. унив., Иркутск, 1972, с. 3-40.
- Suess E.D. Das Antlitz der Erde. Bd. 1-3, Wien, 1885-1909.

G. A. KUZNETSOV  
(Gomel State University)

HISTORY OF GEOLOGICAL MAPPING IN EAST SIBERIA  
(Abstract)

There are three periods in the history of geological mapping of the East Siberia which are subdivided into several stages: the 1<sup>st</sup> period — up to 1918 (stages: up to the middle of the XX<sup>th</sup> century, 1851-1887; 1888-1917); the 2<sup>nd</sup> period — 1918-1946 (stages: 1918-1941; 1941-1946); the 3<sup>rd</sup> period — from 1947 up to the present time (stages: 1947-1955; 1956-1972; 1972 — up to now). Advances in geological mapping during the first period are associated with the first explorers of Siberia A.L. Chekanovsky, I.D. Chersky and a founder of the Siberian school of geologists V.A. Obruchev. The second period is characterized by carrying out route and areal geological surveys. After the Great October Socialist Revolution geological survey was considerably extended. The Tungus basin, the Angaro-Ilim region and other large areas were mapped. The East-Siberian Expedition of the USSR Academy of Sciences carried out much work on compiling small-scale maps. The third period is characterized by a wide scope of geological survey, by completing the State geological survey to a small-scale and elaborating theoretical fundamentals of stratigraphy, petrology and geology of economic minerals. In this period, the Irkutsk University (1918) and the Siberian Mining Institute (1930) provided training of geologists in the East Siberia. In Yakutsk, the Institute of Geology and the Institute of Geocryology of the USSR Academy of Sciences organized in the fifties the State geological survey of a medium scale which in the seventies gave place to the detailed geological mapping and in uninhabited areas — to the "group" complex survey.

At present, the medium-scale geological survey is practically completed. Investigations carried out by the East-Siberian scientists assisted in organization of Geological Surveys and geological education in Mongolia, China and the Korean People's Democratic Republic.

А. А. АЛИ-ЗАДЕ и Ад. А. АЛИЕВ

(Институт геологии, АН АзССР)

## РАЗВИТИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО КАРТИРОВАНИЯ В АЗЕРБАЙДЖАНЕ

До установления Советской власти в Азербайджане (к 1920 г.) детальное геологическое картирование было проведено только на полуострове Апшерон на площади всего лишь в 1100 км<sup>2</sup>. Это составляло около 1,2% от нынешней территории республики.

Первая обзорная геологическая карта Апшеронского полуострова в масштабе 1:168 000 была составлена в 1863 г. Г. В. Абигом (1864). На ней выделены "арало-каспийские" и "третичные" отложения, с последними автор связывал залежи нефти и газа в пределах Апшеронского полуострова. Следующим этапом в истории геологического картирования Азербайджана стала обзорная карта система Дибра-ра и прилегающих частей Юго-Восточного Кавказа в масштабе 1:210000, составленная К. И. Богдановичем (1906). Он впервые детально описал разрезы юрских и меловых отложений юго-восточного Кавказа и разработал их стратиграфию. В этом труде автор высказал новые представления о веерообразном строении юго-восточной части Кавказа и о ее покровных образованиях.

В настоящее время карты Г. В. Абиха и К. И. Богдановича сохранили лишь историческое значение.

В 1914 г. Д. В. Голубятников издал детальную геологическую и пластовую карты нефтяного месторождения Биби-Эйбат. Он описал методику составления пластовой карты продуктивного объекта нефтяного месторождения. Карта IV пласта значительно уточнила тектонику глубоководных слоев и позволила установить, что сбросы, которые зартированы были на геологической карте, с глубиной исчезают. Этот труд явился существенным вкладом в практику геологии того времени и впоследствии получил широкое применение в нефтеносных районах как Азербай-

байджана, так и других регионов Кавказа.

Следующим важным шагом геологосъемочных работ на юго-восточном Кавказе были исследования И.М. Губкина. Он в 1913-1915 гг. закартировал северо-западный Апшерон в масштабе 1:21 000. В результате удалось составить научно обоснованную стратиграфическую схему третичных отложений Каспийской области и сопоставить ее с созданной ранее Причерноморской. И.М. Губкин первый установил возраст во всем мире известной нефтеносной свиты Апшеронского полуострова — продуктивной толщи в интервале между акчагылом и понтическим ярусом, охватывающим весь средний плиоцен. Этим и исчерпываются все данные о дореволюционном периоде в истории геологического картирования Азербайджана.

С момента установления Советской власти в апреле 1920 года начинается новая эпоха в геологическом изучении Азербайджана.

В 1926 году опубликована первая сводка по геологии Азербайджана, к которой была приложена геологическая карта в масштабе 1:840 000 (В.В. Богачев, 1926). На этой карте схематично даны области распространения третичных отложений по укрепленным стратиграфическим интервалам, а мезозойские отложения, обнажающиеся во многих районах республики, показаны по отдельным системам без подразделения их на ярусы. Из-за отсутствия данных крупные участки карты остались незакрашенными. Но, несмотря на все это, карта В.В. Богачева была первым ориентиром в выборе направления предстоящих работ по геологической съемке, а также определения объема и характера поисковых исследований.

В 20-е годы для геологического картирования выбирали наиболее перспективные на нефть, газ и руды районы Азербайджана. С этой целью были приглашены высококвалифицированные геологи Москвы и Ленинграда: И.М. Губкин, Д.В. Голубятников, В.Д. Голубятников, В.В. Вебер, Н.С. Шатский, С.Ф. Федоров, К.Н. Паффенгольц, З.А. Мишунина, М.Ф. Мирчинк, В.А. Сулин, С.И. Черноцкий, С.Е. Похомов, И.Ф. Пустовалов, В.Е. Руженцов, М.М. Жуков и др. На основании полученных ими данных были изданы геологические карты отдельных площадей северо-восточного Азербайджана, Апшеронского полуострова, Кобыстана, северо-восточного склона Малого Кавказа, Южного склона Вольшого Кавказа и Нижнекуринской депрессии.

В 1929 г. был организован Азербайджанский научно-исследовательский институт по добыче нефти с геологи-

ческим и палеонтологическим секторами. В АзНИИ по добыче нефти велись работы по определению возраста и литологии отложений, анализу нефти, воды и газа.

В 1930 г. в Азербайджане созданы два важнейших геологоразведочных учреждения — трест "Азнефтеразведка" и геологическое бюро Закавказского геотреста (Азгеолбюро), затем преобразованного в геологическое управление Азербайджана. С организацией этих специализированных учреждений геологосъемочные, поисковые и разведочные работы в Азербайджане принимают невиданный до той поры размах. "Азнефтеразведка" ведет геологическим картированием, бурением картировочных и глубоких разведочных скважин в нефтегазоносных областях. Перед Азгеолуправлением ставились задачи геологического картирования и поиска рудных и нерудных полезных ископаемых.

В 1933 г. в Баку сформировалось Азербайджанское отделение Закавказского филиала Академии наук СССР, ставшее затем Азербайджанским филиалом АН СССР. В 1945 г. на его базе возникла Академия наук Азербайджанской ССР. В то же время при Академии наук АзССР был создан сектор геологии, преобразовавшийся впоследствии в Институт геологии. Азербайджанский политехнический институт и Азербайджанский государственный университет начали выпускать местных специалистов — геологов, которые и выполнили основной объем научно-исследовательских работ по геологическому картированию, поиску и разведке полезных ископаемых.

В 30-е годы во многих районах Азербайджана широким фронтом было проведено геологическое картирование. В поле одновременно выезжало более 30 геологосъемочных партий и за короткий срок на карты и планы была нанесена большая часть территории республики. Благодаря столь обильному картографическому материалу удалось выявить наиболее перспективные нефтегазоносные и рудоносные территории. Основные исследования в 30-х годах проводили: Ш.Р. Азизбеков, М.С. Кашкай, А.А. Ализаде, В.Е. Хаин, В.В. Тихомиров, И.И. Муллаев, Т.А. Ахмедов, М.Г. Агабеков, М.М. Алиев, П.П. Авдусин, Е.Я. Дмитриев, Б.П. Ясенов, Г.И. Керимов, Р.Н. Абдуллаев, С.М. Сулейманов, В.И. Куликов, К.А. Машкович, А.Л. Путкарадзе, К.С. Магатаев, И.А. Меликов, В.П. Куцев и многие другие. Картированием в Аджиноурской области руководил С.А. Ковалевский, сделавший также многое для подготовки местных кадров геологов. Палеонтологическим

изучением материалов, собранных полевыми партиями, руководил В.В. Богачев.

В 30-х годах впервые в нашей стране для геологического картирования была применена мензула, позволившая по результатам полевых работ построить геологическую, пластовую, структурную и топографическую карты площадей, что значительно повысило качество геологического картирования. Карты морских участков составлялись на основании данных бурения, которое велось с баркаса мелкими скважинами, а также результатов подводных исследований.

Наиболее перспективные участки картировались в масштабах 1:25000 и 1:10000. В 1941 г. была издана новая геологическая карта, а также карта полезных ископаемых Азербайджанской ССР в масштабе 1:500 000.

В послевоенные годы геологическое картирование проводилось в крупном масштабе с целью детального изучения перспективных районов для целей промышленной разведки глубоким бурением и горными выработками. В этот же период широкий размах получают комплексные геофизические исследования с применением сейсморазведки, гравиметрии, электроразведки и магнитометрии. Разработанные в республике методы морской геофизики помогли изучить многочисленные подводные структуры, на которых впоследствии был открыт ряд богатых нефтегазовых месторождений. Эти же методы позволили выявить погребенные структуры на суше, что дало возможность вовлечь их в промышленную разведку и разработку.

В научных изысканиях применялись методы микропалеонтологии, литологии, геохимии и пр.

Сегодня изучены все отложения на территории Азербайджанской ССР до глубины 20 км и более, выяснена их стратиграфия. Палеонтологические, в том числе микропалеонтологические, литологические, геохимические, электрометрические, радиометрические и другие физические методы позволили выделить в осадочных и осадочно-вулканогенных толщах мезокайнозоя корреляционные горизонты, по которым прослежены этапы формирования палеобассейнов и геотектоническое развитие разнохарактерных в геологическом отношении регионов республики.

В 1952-1961 годах была издана семитомная монография "Геология Азербайджана". В ней представлены различные отрасли геологии: геоморфология, стратиграфия, тектоника, грязевой вулканизм, история геологического развития территории, петрография, геология нефти и газа, геоло-

гия рудных месторождений и нерудных полезных ископаемых, а также гидрогеология.

В приложении даны различные карты, в том числе геологическая карта в масштабе 1:500 000, изданная в 1949 г. Второй дополненный вариант этой карты относится к 1954 г. Эта карта существенно отличается от своей предшественницы. В ней был обновлен геологический материал, уточнено стратиграфическое положение некоторых свит.

В объяснительной записке к геологической карте 1954 г. дано геоморфологическое расчленение территории Азербайджана; описан сводный стратиграфический разрез отложений этого региона — от нижнего палеозоя до антропогена, с указанием литофации и мощности каждой стратиграфической единицы.

Указано, что по своей геоструктуре территория Азербайджана распадается на три основных элемента: поднятие (мегантиклинорий) Большого Кавказа, Куринский межгорный прогиб (мегасинклинорий) и поднятие (мегантиклинорий) Малою Кавказа. Вне этих подразделений выделяются Кусаро-Дивичинский синклинорий, Нахичеванский синклинорий и Тальшский антиклинорий. В записке дано описание интрузивных образований, рассмотрена геологическая история и вкратце охарактеризованы полезные ископаемые.

В 1972 г. опубликована неотектоническая карта Азербайджана. На ней территории республики разбиты на районы, в основу выделения которых положены типы движений и характер их направленности. На карте выделены следующие неотектонические зоны: абсолютные поднятия; относительные опускания; районы смены до новейших погружений поднятиями; районы наложенных новейших опусканий.

В 1973 году вышла в свет карта четвертичных отложений Азербайджана. В ее объяснительной записке дается краткий обзор природной обстановки, описаны условия залегания, распространение и генетические типы четвертичных отложений, обстоятельно рассмотрены стратиграфия, тектоника и палеогеография антропогена, а также охарактеризованы полезные ископаемые, приуроченные к четвертичным отложениям этого региона.

Последняя карта представляет большой научный и прикладной интерес. Она способствует выбору направлений дальнейшего детального картирования четвертичных отложений, поиска в них полезных ископаемых, изучению развития природы Азербайджана и решения инженерно-

геологических задач. Ее масштаб 1:500 000.

В 1976 г. издана еще одна геологическая карта Азербайджана, которая выгодно отличается от всех предыдущих высокой степенью информативности. Она явилась составной частью опубликованной в том же году Геологической карты Кавказа масштаба 1:500 000.

Изданная в 1977 г. карта полезных ископаемых Азербайджана содержит сведения о месторождениях (крупные, средние и малые), проявлениях и точках минерализации рудных и нерудных полезных ископаемых. Все они отражена в каталоге, приложенном к карте. Она составлена в многоцветном варианте на геологической основе 1976г.

На карте показаны виды металлических полезных ископаемых, рядом с которыми проставлены символы элементов. Неметаллические полезные ископаемые показаны различными знаками черного цвета. Стройматериалы нанесены кубиками. Карта, сделанная в масштабе 1:500000, снабжена схемой металлогенического районирования масштаба 1:4000000, на которой выделены рудные провинции, рудные зоны, рудные районы и рудные узлы, месторождения нефти и газа как на суше, так и в Каспийском море.

В 1978 г. опубликована карта грязевых вулканов нефтегазоносных областей Азербайджана. В объяснительной записке к этой карте кратко охарактеризованы основные принципы ее составления, рассмотрена схема тектонического районирования Азербайджана, в которую входят юго-восточные окончания мегантиклинория Большого и Малого Кавказа, а также большая часть восточного крыла Куринской межгорной впадины, азербайджанская часть акватории Каспия и Тальшский антиклинорий с его предгорным прогибом. В специальной главе рассмотрен грязевой вулканизм и его природа, классификация и размещение грязевых вулканов, геолого-геохимическая характеристика продуктов их деятельности и вопросы нефтегазоносности областей развития грязевых вулканов. В заключении объяснительной записки даны направления геологопоисковых и разведочных работ.

За период 1972-1976 гг. вышла в свет новая двухтомная монография "Геология Азербайджана", в которой в сжатой форме обобщены большие достижения геологов республики по всем разделам геологических знаний, в том числе в области геологического картирования. В первом томе изложено геологическое описание — стратиграфия, магматизм, тектоника, грязевой вулканизм, сейсмичность,

геоморфология, глубинное строение и история геологического развития. В его приложении даны геологическая и тектоническая карты в масштабе 1:1 000 000.

Второй том посвящен полезным ископаемым Азербайджана.

В оба тома вошли новейшие фактические данные. Здесь с современных позиций освещены как региональные, так и прикладные вопросы геологии Азербайджана, что имеет важное теоретическое и практическое значение.

В ближайшее время должны выйти в свет: карта магматизма и метаморфизма Азербайджанской ССР масштаба 1:500 000; металлогеническая карта Азербайджанской ССР масштаба 1:500 000 и тектоническая карта Азербайджанской ССР масштаба 1:500 000.

Все эти издания — итог шестидесятилетней целеустремленной работы большого коллектива геологов Азербайджана, плодотворный труд которых обеспечил изучение и подготовку минерально-сырьевых ресурсов для бурного развития многоотраслевого промышленного производства республики.

За годы Советской власти азербайджанскими геологами опубликовано множество монографий, в которых отражены огромные успехи развития всех отраслей геологической науки.

### Литература

- Абих Г.В. Краткий обзор строения Апшеронского полуострова и некоторые сведения о минеральных произведениях Бакинской губернии. Пер. с фр. яз. Ф.Г. Фон-Кожкуль, - Зап. Кавк. отд. РГО, 1864, кн. 6, с. 129-153, 2 л. илл., 1 карта.
- Богачев В.В. Геологический очерк Азербайджана. - Ваку, 1926, VI, с 81, карты.
- Богданович К.И. Система Дибрара в Юго-Восточном Кавказе. - СПб., 1906, с. 180, 9 л. табл., 1 карта.

A.A. ALI-ZADE, A.A. ALIEV

(Geological Institute of the Azerbaijan Academy  
of Sciences, Baku, USSR)

DEVELOPMENT OF GEOLOGICAL MAPPING IN AZERBAIJAN

(Abstract)

Before the establishment of the Soviet power in Azerbaijan (by 1920) only 1.2 per cent of the territory of the Republic was covered by geological mapping. The first geological map of the Apsheron Peninsula, scale 1:168 000, appeared in 1863. G.V. Abich was the author of the map. In 1906, K.I. Bogdanovich compiled the geological sketch map of the South-East Caucasus, scale 1:210 000. In 1914, D.V. Golubyatnikov compiled the detailed geological and formational maps of the Bibi-Eibat oil field. In the period of 1913-1915 I.M. Gubkin mapped the northwestern part of the Apsheron Peninsula to a scale of 1:21 000.

In 1926, V.V. Bogachev edited the first geological sketch map of the Azerbaijan SSR, scale 1:840 000, while by the end of the '30s the whole territory of the Republic including separate offshore areas had been mapped. In 1940, the geological map and the map of mineral resources of Azerbaijan to a scale of 1:500 000 were published.

In the post-war years seismic and gravity methods as well as electrical and magnetic prospecting were widely applied; a number of marine structures have been located which turned out to contain oil. Extensive micropaleontological, lithological and geochemical investigations were carried out.

During the last three decades the following works were published: the 7-volume monograph "Geology of Azerbai-

jan" with attached geological, tectonic and other maps, the atlases of mud volcanoes and sedimentary rocks of oil-and-gas-bearing regions and the maps: neotectonic, of Quaternary deposits, the latest geological, of mineral resources etc.

А.Я. АРХИПОВ, В.Б. ОЛЕНИН, Б.А. СОКОЛОВ

(Московский государственный университет)

## ИСТОРИЯ МЕЛКОМАСШТАБНОГО НЕФТЕГЕОЛОГИЧЕСКОГО КАРТИРОВАНИЯ

Нефть и уголь с древнейших времен являются важнейшими видами топливно-энергетического сырья. Значительно позже в хозяйственной деятельности стали использоваться природные горючие газы. Ежегодно в мире на топливо, нужды энергетики и химической промышленности потребляется около 3,0 млрд. т. нефти и почти 2 трлн.м<sup>3</sup> газа. Две трети топливно-энергетического баланса промышленно-развитых стран составляют нефть и газ. И такое положение, по всей вероятности, сохранится до конца XX века. Поэтому на поиски и разведку нефтяных и газовых месторождений затрачиваются огромные средства.

История нефтегеологического картирования тесно связана с геологией и геохимией нефти и газа. К началу XX века (первый этап) представления об образовании залежей нефти строились на скудных данных. Скважины на нефть закладывались в большинстве случаев непосредственно в местах ее выхода на поверхность. Это отразилось и на картах того времени. Сведения о нефтегазонасности давались не на специальных, а на мелкомасштабных геологических, географических и политико-административных картах значками, мелкими контурами и пр. Примером такого изображения нефтегазонасности может служить геологическая карта Европейской части России, составленная в 1882 году Меллером по заданию Горного департамента, где треугольными значками были отмечены районы добычи нефти. Другой формой показа были контуры районов и областей распространения выходов нефти на поверхность и мест ее добычи. Все эти обозначения несли минимум смысловой нагрузки и были простой констатацией факта наличия нефти в данном районе.

В то же время на рубеже XIX и XX веков начинают закладываться основы современных научных представлений

об условиях генерации углеводородов и формировании их скоплений. Была отмечена приуроченность месторождений нефти к отложениям различного возраста, к определенным крупным структурным элементам земной коры. К.И. Богданович, читавший лекции в Петроградском горном институте, обращал внимание слушателей на работы Л. Делоне. Несколько позже И.М. Гукин (1934) назвал приуроченность нефтяных месторождений к окраинам складчатых сооружений, имеющих различный геологический возраст, законом Делоне.

Накопленный при бурении нефтяных скважин опыт подтвердил предположение Г.В. Абиха, выдвинутое еще в конце 1840-х годов, о приуроченности нефтяных скоплений к приподнятым участкам пластов, и "антиклинальная" теория надолго становится ведущей при поисках нефтяных месторождений. Почти одновременно с Г.В. Абихом тот же факт отметил американский геолог С. Хант в провинции Онтарио, несколько позже Эндрюс указал на гравитационное распределение воды, нефти и газа в залежах. Эти идеи получили развитие в работах Г.Д. Романовского, Г. Гефера, Д. Уатта, Л. Мразека и других исследователей. Вскоре на картах стали выделять антиклинальные складки и их зоны, с которыми связаны месторождения нефти. К 1920 году успехи нефтяной геологии дали основания для выделения среди структурно-тектонических форм целого ряда различных типов залежей. Такая классификация была разработана, в частности, Ф. Клаппом, и дополнена И.М. Губкиным, выделившим в 1909-1911 гг. особый тип рукавообразных залежей нефти в Майкопском районе Западного Предкавказья. В начале тридцатых годов рукавообразные залежи были обнаружены в Канзасе (США) Д. Ричем, назвавшим их шнурковыми (Shoe Strings), в линзообразно-залёгающих песчаниках в кровле сланцев чероки.

Тем не менее основным принципом мелкомасштабного нефтегеологического районирования оставался географический, выделялись районы и области, связанные с крупными структурными элементами земной коры.

Второй этап развития нефтегеологического мелкомасштабного картирования охватывает 1920-1950 гг., когда еще больше определился геоструктурный принцип районирования нефтегазоносных территорий. Накопленный в это время большой фактический материал подчеркивал зависимость распространения нефтяных и газовых месторождений от строения и особенностей геологического развития крупных структур-

ных элементов. Основным элементом нефтегеологического районирования стали нефтегазоносные провинции, впервые выделенные на территории США Э.Г. Вудрофом (1919) и Ч. Шухертом. В качестве нефтеносных провинций рассматривались Калифорния, Скалистые горы, Мидконтинент, Галф-Кост и восточная часть континента. Позже Э. Лиллей в пределах этих провинций выделил нефтегазоносные регионы или области (regions) и нефтегазоносные районы (districts). В качестве областей он рассматривал межгорные впадины, зоны передовых складок складчатых сооружений, платформенные поднятия (своды) и впадины (basins). Более детальное районирование нефтегазоносных территорий США было осуществлено В. Вер-Вибе (1929). При этом, используя термин нефтегазоносная провинция, он отнес к ним не только такие крупные области (аналогичные провинциям Э. Лиллея), как геосинклиналь Скалистых гор, Галф-Кост, но и значительно меньшие по размеру тектонические единицы, такие, как свод Бенд, Мичиганский бассейн и др.

На этом этапе развития нефтегазовой геологии впервые с особенностями геологического развития территорий стала увязываться проблема происхождения нефти и газа. Чрезвычайно важный вклад в решение данной проблемы внесли И.М. Губкин и А.Д. Архангельский. Разделяя отмеченные выше представления Л. Делоне о приуроченности нефтяных месторождений к окраинным зонам складчатых областей и называя это законом Делоне, И.М. Губкин (1934) отмечал, что и в пределах платформенных областей в зонах прогибания также известны нефтяные месторождения, как, например, на Северо-Американской платформе. И.М. Губкин рассматривал эти территории как области прогибания земной коры, к которым были приурочены в прошлом морские бассейны с благоприятной обстановкой для накопления в осадках органического вещества и его захоронения. В результате сформировались материнские по отношению к нефти породы, за счет органического вещества которых по мере погружения толщи в зоны повышенных температур образовалась нефть. Первоначально она находилась в диффузно-рассеянном состоянии, а затем в результате миграции сформировала нефтяные месторождения в зонах ослабленной складчатости, приуроченных к периферии складчатых сооружений разного возраста. В отличие от Блюмера, И.М. Губкин считал, что и в платформенных областях развиты пологие поднятия, в сводах которых могут образовываться залежи нефти.

Эти представления заложили основы осадочно-миграционной теории генезиса нефти и формирования ее скоплений, получившей дальнейшее развитие в трудах многих ученых из различных стран мира. Нам бы хотелось подчеркнуть генетические аспекты развития нефтегазоносности территории, отмеченные И.М. Губкиным в его выдающейся работе "Учение о нефти". Большая заслуга в разработке представлений о нефтематеринских толщах принадлежит другому выдающемуся советскому ученому А.Д. Архангельскому.

Говоря о генетических аспектах нефтеобразования, нельзя не отметить вышедшую в 1915 году чрезвычайно интересную работу американского исследователя Д. Уайта об изменении углей в процессе формирования складчатых сооружений и связанного с этим динамометаморфизма. Показателем такого преобразования было содержание углерода в углях (fixed carbon) и летучих веществ (volatile matter), закономерно изменяющихся по мере повышения степени углефикации растительного материала. Для Аппалачского района, а позже для Мидконтинента были построены карты изовольв (линий с равным содержанием углерода) (fixed carbon). При нанесении на карты нефтяных и газовых месторождений этого региона оказалось, что первые заключены между изовольвами 55-60%, в полосе параллельной простиранию Аппалачей, а вторые находятся ближе к изовольвам 65-70%.

Связь характера нефтей со степенью литогенеза пород, определяемому по содержанию углерода в углях, дало возможность Э. Лиллею составить таблицу прогноза состава нефтяных месторождений. В последующие годы эта идея была развита в трудах ученых различных стран и позволила по степени углефикации растительного материала осадочных пород судить о степени литогенеза отложений и содержащегося в них органического вещества, о возможности генерации им жидких и газообразных углеводородов.

Итак, на рассматриваемом этапе развития принципов нефтегеологического районирования и, соответственно, нефтегеологической мелкомасштабной картографии основным элементом районирования стала нефтегазоносная провинция — территория, характеризующаяся сходством условий геологического развития, условий формирования месторождений нефти и газа, едиными нефтегазоносными комплексами в разрезе осадочных образований, слагающих провинцию. К середине нашего столетия подобных принципов нефтегеологического районирования придерживалось большин-

ство геологов-нефтяников различных стран мира.

В 30-е годы Н.С. Шатский и И.М. Губкин отмечали связь нефтяных и газовых месторождений с депрессиями земной коры. Позже американские исследователи стали широко применять термин седиментационный бассейн (*sedimentary basin*) для территорий, в пределах которых развиты достаточно мощные толщи осадочных образований. С такими бассейнами, по А. Леворсену (1970), связаны как все известные нефтегазоносные провинции, так и все те, которые будут открыты в будущем. Седиментационные бассейны земного шара были показаны на картах в работах Л. Уикса (*Weeks L.G., 1949*) и Дж. Джестера (*Gester G.C., 1948*). Однако понятие седиментационный бассейн не всеми понималось однозначно. К ним относились и бассейны осадконакопления (*depositional basin*), и структурные бассейны (*structural basin*), соответствующие крупным замкнутым синклиналям в структуре земной коры.

В 1944 г. К.П. Калицкий ввел в литературу понятие нефтеносный бассейн применительно к ареалу распространения залежей нефти, образовавшейся, по его мнению, *in situ* из растительного материала в морских песчаниках. В.В. Вебер в 1947 г. придавал значение понятию нефтеносный бассейн, близкое к седиментационному бассейну американских исследователей, так как развивал представления об образовании нефти на стадии диагенеза осадков.

Проблема нефтегеологического районирования территорий широко обсуждалась в Советском Союзе в 1950-1970-е годы, когда развернулась довольно острая дискуссия об основных принципах нефтегеологического районирования и базирующихся на них основных принципах нефтегеологических карт районирования территорий. При этом определились два основных подхода к этой проблеме.

Одно из них, наиболее полно отраженное в работах А.А. Бакирова, Н.Ю. Успенской, Г.Е. Рябухина и других исследователей, развивает представления, господствовавшие на предыдущем этапе, о нефтегазоносных провинциях, областях и районах, как основных элементах нефтегеологического районирования. Региональные скопления нефти и газа выделяются в особые зоны, представляющие собой совокупность смежных и сходных по своему геологическому строению месторождений нефти и газа, приуроченных к определенной единой группе, генетически взаимосвязанных локальных ловушек. Несколько зон нефтегазонакопления, приуроченные к единому крупному

геоструктурному элементу, с единым геологическим строением и историей развития, сходством региональных условий литогенеза, включая и условия нефтегазообразования и нефтегазонакопления в течение длительных отрезков геологической истории (эры, периода) и т.д., объединяются в нефтегазоносную область. Их примером могут служить Северо-Сосьвинский, Кондинский, Тазовский и Пурпейский своды, Усть-Енисейская и Ханты-Мансийская впадины в пределах Западно-Сибирской платформы; Пермская впадина и свод Бенд в США и т.д.

Нефтегазоносная провинция, по А.А. Бакирову (1968), единая крупная геологическая провинция в пределах платформенных, складчатых и переходных территорий, в состав которой входит ряд смежных нефтегазоносных областей, сходных по условиям нефтегазообразования и нефтегазонакопления, существовавших в течение отдельных геологических периодов и целых эр. В качестве провинций рассматриваются Карпатская мезокайнозойского нефтегазонакопления; провинция Западно-Сибирской платформы и т.д. Мы не ставим сейчас цели критического разбора данных представлений, он дан в целом ряде опубликованных работ.

Н.Ю. Успенская (1966), также считавшая основой нефтегеологического районирования территорий нефтегазоносную провинцию, дает ей другое определение, как кружной области прогибания, связанной определенным регионально-структурным аспектом (внутриплатформенные, окраинные, межгорные впадины и т.д.), характеризующейся определенными чертами строения и геологической истории, а также общими нефтегазоносными комплексами, с которыми связаны месторождения нефти и газа. Провинции платформенных областей и подвижных поясов подразделяются по регионально-структурным элементам более низкого порядка на отдельные группы и типы провинций. Более низкого порядка элементами районирования являются нефтегазоносные области и районы.

Следует сказать, что в качестве элементов нефтегеологического районирования нефтегазоносные провинции, области и районы принимаются и широко используются многими советскими исследователями. В частности, эти элементы использованы при составлении серии карт, подготовленных в разное время (в 1968-1980 гг.) крупными коллективами сотрудников Министерств геологии, нефтедобывающей промышленности, газовой промышленности СССР и ряда академических учреждений.

В Московском государственном университете и в ряде других организаций развиваются заложенные И.О. Бродом принципы нефтегеологического районирования на основе выделения нефтегазоносных бассейнов — крупных областей длительного погружения в современной структуре земной коры, заключающие многочисленные зоны нефтегазонакопления и питающие их области (И.О. Брод, Н.А. Еременко, 1953 г.). В основу их классификации был положен геотектонический принцип — выделялись бассейны платформ, предгорных и межгорных впадин. Геотектоническое положение областей прогибания нефтегазоносных бассейнов положено в основу районирования В.Е. Хайным (1951, 1954 гг.).

Это направление развивало представления И.М. Губкина о роли прогибания дна бассейнов осадконакопления в процессах генерации нефти, а также представления американских исследователей, особенно Пратта, о связи нефтегазоносности с областями прогибания.

Элементами второго порядка являются, по И.О. Броду и Н.А. Еременко, нефтегазоносные области и районы, объединяющие соответственно ряд площадей нефтегазонакопления, сходных по условиям формирования связанных с ними месторождений, и районы расположения групп месторождений, сходных по условиям залегания нефти и газа. От последнего понятия в 1957 г. И.О. Брод и Н.А. Еременко отказались, считая его синонимом зоны нефтегазонакопления.

Следует отметить, что в качестве надбассейновых элементов районирования многие геологи выделяют пояса и узлы нефтегазонакопления, связанные с крупными геотектоническими зонами или их системами. Производным от понятия "бассейн" является мегабассейн: объединяющий несколько бассейнов в пределах крупного геоструктурного элемента, характеризующихся сходством строения и развития.

Учение о нефтегазоносных бассейнах, основы которого были созданы И.О. Бродом, получило развитие в трудах его учеников и последователей: И.В. Высоцкого, Ю.К. Бурлина, А.М. Серегина и авторов этой статьи.

На основе выделения в качестве основного элемента районирования нефтегазоносного бассейна были составлены карты нефтегазоносных бассейнов земного шара (И.О. Брод и др., 1965; И.В. Высоцкий, В.В. Оленин, 1980), карта НГБ СССР (А.М. Серегин, В.А. Соколов, Ю.К. Бурлин, 1977).

В эти же годы оценка нефтегазоносности территорий стала проводиться на основе комплекса структурно-геологических, литолого-фациальных, гидрогеологических и других данных. В связи с этим для отдельных бассейнов нашей страны были составлены мелкомасштабные тектонические, палеогеографические, структурные, гидрогеологические карты. На основе оценки прогнозных запасов производилось районирование перспективных земель в пределах бассейнов. Крупной сводной работой такого плана стал палеогеографический атлас СССР, составленный под редакцией А.П. Виноградова (1961).

Семидесятые годы характеризуются двумя важными особенностями в развитии нефтегеологического районирования земного шара. К этому времени был накоплен большой фактический материал по геологии и нефтегазоносности дна морей и океанов. Поэтому стало необходимо районирование нефтегазоносности не только континентов, но и переходных зон от материков к океанам и самим океаническим впадинам. Нефтегеологическое районирование океанических сегментов земного шара было дано В.А. Соколовым, А.Г. Гайнановым, Д.В. Несмеяновым, А.М. Серегиним (1973), Н.А. Еременко, Л.И. Красным и др. В 1980 г. была составлена карта-схема генетических типов осадочных и осадочно-породных бассейнов Тихоокеанского подвижного пояса и Тихого океана и др.

Другой важной чертой последнего десятилетия стал историко-генетический геолого-геохимический подход к оценке перспектив нефтегазоносности осадочно-породных бассейнов на основе анализа стадийности процессов нефтегазообразования в процессе литогенеза, тесно связанного с геологической историей развития бассейнов. Крупные достижения были получены в области геохимии нефтей, газов, рассеянного органического вещества, определены условия проявления главных фаз нефте- и газообразования, пространственно-временные соотношения процессов нефте-газообразования и нефте-газонакопления. Большая заслуга в развитии этого направления изучения нефтегазоносных бассейнов принадлежит Н.Б. Вассоевичу, А.М. Акрамходжаеву, А.А. Трофимуку, С.Г. Неручеву, А.Э. Конторовичу, В.А. Успенскому, Х. Хедбергу, Д. Ханту, В. Тиссо и другим геологам и геохимикам. Их исследования наполнили содержание понятия "нефтегазоносный бассейн" важными данными о масштабах образования углеводородов в осадочных бассейнах, выделяемых как нефтегазоносные,

дало возможность составлять для таких бассейнов или их отдельных частей карты, характеризующие содержание органического вещества пород, степень их катагенетического преобразования, выявлять очаги нефте- и газогенерации и их соотношение с зонами нефтегазонакопления.

Успехи в развитии нефтяной и газовой геологии и геохимии заставляют исследователей по-новому и более глубоко решать проблемы нефтегеологического районирования и картирования. От отдельных знаков, показывающих месторождения нефти на картах до комплекса насыщенных фактическим материалом геолого-геохимических карт нефтегазоносных бассейнов — таков путь, пройденный нефтяной геологией за время ее существования.

### Литература

- Атлас литолого-палеогеографических карт Русской платформы и ее геосинклиналиного обрамления. Часть II. Мезозой и кайнозой. Гл. редактор А.П. Виноградов. М.-Л.: Госгеолтехиздат, 1961.
- Бакиров А.А. и др. Теоретические основы и методы поисков и разведки скоплений нефти и газа. М.: Высшая школа, 1968, с. 416.
- Брод И.О., Еременко Н.А. Геология нефти и газа. М.: Изд-во МГУ, 1953, с. 338.
- Брод И.О., Васильев В.Г., Высоцкий И.В. и др. Нефтегазоносные бассейны земного шара. М.: Недра, 1965, с. 598.
- Вассоевич Н.В. Теория осадочно-миграционного происхождения нефти. Изв. АН СССР, сер. геол., 1967, № 11, с. 137-142.
- Вассоевич Н.В. и др. Нефтегазоносный бассейн — основной элемент нефтегеологического районирования крупных территорий. Вестник МГУ, сер. геол., 1970, № 5, с. 13-24.
- Высоцкий И.В., Оленин В.В. Карта нефтегазоносных бассейнов Земли в экспозиции музея Землеведения. В сб. Жизнь Земли: М.: Изд-во МГУ, 1980, вып. 14, с. 129-133.

- Высоцкий И.В., В.Б. Оленин. Нефтегазоносные бассейны зарубежных стран. М.: "Недра", 1981, с. 479.
- Губкин И.М. Учение о нефти. М.: ОНТИ, 1934, с. 444.
- Еременко Н.А., Красный Л.И. и др. Нефтегазоносность Тихоокеанского подвижного пояса и Тихого океана. В кн.: Ресурсы энергетического сырья. Горючие ископаемые. - М.: Наука, 1980, с. 23-32.
- Леворсен А. Геология нефти и газа. - М.: Мир, 1970, с. 640.
- Оленин В.Б. Нефтегеологическое районирование по генетическому принципу. - М.: Недра, 1977, с. 222.
- Рассел У.Л. Основы нефтяной геологии. - М.: Гостоптехиздат, 1958, с. 698.
- Серегин А.М., Соколов В.А., Бурлин Ю.К. Основы региональной нефтегазоносности СССР. - М.: Изд-во МГУ, 1977, с. 223.
- Соколов В.А., Гайданов А.Г., Несмеянов Д.В., Серегин А.М. Нефтегазоносность морей и океанов. - М.: Изд-во МГУ, 1973, с. 231.
- Успенская Н.Ю. Табасаранский З.А. Нефтегазоносные провинции и области СССР. - М.: Недра, 1966, с. 495.
- Хаин В.Е. Нефтеносные отложения неогена юга СССР и условия их образования. Изв. АН АзССР, 1951, № 6, с. 3-28.
- Хаин В.Е. Геотектонические основы поисков нефти. - Баку, Азнефтеиздат, 1954, с. 692.
- Gester G.C. World Petroleum Resources. World oil. 1948, p. 253.
- Weeks L.G. Highlights on 1948 Developments in Foreign Petroleum Fields. - Bulletin of the American Association of Petroleum Geologists. 1949, v. 33, p. 1029-1124.
- Wer-Wiebe W.A. Tectonic classification of oil fields in the United States. - Bulletin of the American Association of Petroleum Geologists. 1929, v. 13, N 5, p. 409-439.
- Woodruff E.G. Petroliferous Provinces. - Bulletin American Institut of mining and metallurgical Engineers. 1919, N. 150, p. 907-912.

A.Ya. ARKHIPOV, V.B. OLENIN, B.A. SOKOLOV  
(Moscow State University)

HISTORY OF SMALL-SCALE PETROLEUM-GEOLOGICAL MAPPING  
(Abstract)

Evolution of knowledge on the regularities of formation of oil and gas deposits had an effect on petroleum-geological zonation and mapping. There are four stages in development of ideas on distribution of oil and gas in sedimentary formations within the zones of earth's crust bowing.

The first stage refers to the time of origination of petroleum industry, i.e. to the mid-XIX<sup>th</sup> - the early XX<sup>th</sup> centuries. During this period an "anticlinal theory" of searching for oil was widespread. The second stage (1920-1950) characterizes the beginning of petroleum-geological zonation, i.e. the distinguishing of petroleum provinces, regions and areas. In the third period (1950-1970) the distinguishing of oil and gas sedimentary basins became of great importance in petroleum-geological zonation along with the subdivision into provinces. The fourth, present-day, stage is characterized by a complex geological-genetic approach to zonation of oil- and gas-bearing areas on land and offshore.

Н. В. МЕЖЕЛОВСКИЙ, Р. И. СОКОЛОВ, А. С. КУМΠΑ  
(Министерство геологии СССР, Москва-Ленинград)

## ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ СЪЕМКА И ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТОГРАФИЯ В СССР ЗА 100 ЛЕТ

Современные представления о геологическом строении территории СССР основываются на результатах исследований многих поколений русских и советских геологов. В 1982 году исполняется 100 лет отечественной геологической службы. Ее достижения тесно связаны с успехами геологического картирования.

Территория Советского Союза, включая внутренние акватории, превышает 22,4 млн. кв. км. На этом огромном пространстве расположены крупные геоструктуры различного геологического строения со специфическими особенностями тектонического развития и разнообразной минерагенной: Русская и Сибирская платформы, Западно-Сибирская и Скифско-Туранская плиты, складчатые сооружения Урала, Кавказа, Казахстана, Средней Азии, Центральной и Восточной Сибири, Дальнего Востока СССР. Велики минеральные ресурсы нашей страны. Они полностью обеспечивают потребности ее народного хозяйства. Если в дореволюционной России добывалось и использовалось всего 20 химических элементов, то в настоящее время во всех отраслях хозяйства практически применяются все элементы периодической таблицы Д.И. Менделеева.

Основой всех геологических исследований, в том числе и выявления участков, перспективных на обнаружение месторождений различных полезных ископаемых, являются геологосъемочные работы — первый обязательный этап в общей стадийности геологоразведочного процесса. Начало систематического проведения подобных работ относится к 1882 году, когда был организован Геологический Комитет. Геологическая съемка в это время осуществлялась преимущественно в Европейской части страны в десятиверстном (1:420 000) масштабе. В итоге 35-летней работы Геологического Комитета было заснято около 10% тер-

ритории страны. Эти работы носили в основном обзорный характер и только в отдельных районах выполнялась более детальная специализированная геологическая съемка с целью расширения перспектив на нефть (Кавказ), уголь (Донецкий бассейн), золото (Урал, Сибирь). На базе детальной съемки, проведенной в пределах Донецкого каменноугольного бассейна Л.И. Лутугиным впервые была разработана методика детального геологического картирования и создана русская школа геологов-съемщиков. Составленные крупномасштабные геологические карты Донецкого бассейна отличаются исключительной точностью и не потеряли своего значения по настоящее время.

Особенно интенсивно стали развиваться региональные геологические исследования в советский период. Геологосъемочные работы начали проводиться во всех регионах страны, резко возросли их объемы. В этих условиях возникла необходимость децентрализации геологической службы, для чего в 1929 году при Всесоюзном геологоразведочном объединении Народного комиссариата тяжелой промышленности были созданы территориальные разведочные управления, выполнявшие значительную часть геологической съемки. Но одновременно съемка проводилась и многочисленными организациями других ведомств, что затрудняло выработку единых методических принципов геологического картирования и составления карт.

С целью упорядочения геологосъемочных работ в конце 30-х годов все они были сосредоточены во Всесоюзном геологоразведочном объединении. Тогда же Центральным научно-исследовательским геологическим институтом (ныне Всесоюзный ордена Ленина научно-исследовательский геологический институт — ВСЕГЕИ) была подготовлена и издана инструкция, которой регламентировалась комплектность региональных геологических исследований, сбор и обобщение при геологической съемке материалов по геоморфологии, гидрогеологии, четвертичным отложениям, а также ставился вопрос о необходимости использования при съемке аэрометодов и геофизических данных. Геологическая съемка по ее целевому назначению и методике производства была разделена на мелкомасштабную (1:1000000 — 1:500000), среднимасштабную (1:200000 — 1:100000) и крупномасштабную (1:50000 — 1:25000); устанавливалась определенная последовательность геологических работ — каждый регион в процессе изучения должен был пройти все три этапа разномасштабной съемки.

Интенсификация геологосъемочных работ позволила в период с 1918 по 1937 год покрыть геологической съемкой более 7 млн. кв. км и к 1940 году довести заснятость страны до 46%, из них в среднем масштабе — до 10%. Кроме Европейской части страны, планомерная съемка в эти годы проводилась в Казахстане, Средней Азии, Сибири, где важнейшие горнопромышленные районы картировались в среднем и крупном масштабах. Изменилась не только количественная, но и качественная сторона геологосъемочных работ — повысилась их детальность и комплексность. В 1957 году, к 40-летию Советского государства, вся территория страны была закартирована в масштабе 1:1000000. В процессе работ были получены общие представления о геологическом строении и истории развития различных регионов, о процессах, обусловивших формирование структур, и о закономерностях размещения полезных ископаемых.

Новый качественный скачок в региональном геологическом изучении территории страны произошел в пятидесятые годы, когда было подтверждено значение планомерного геологического картирования в целях комплексного изучения геологического строения и полезных ископаемых СССР. В эти годы разработан генеральный план среднemasштабных геологосъемочных работ, согласованный с перспективными планами научных исследований и промышленного освоения отдельных районов страны. В целях единообразия методики проведения геологического картирования на всей территории были разработаны специальные инструкции по организации и производству геологосъемочных работ, а также по подготовке к изданию геологических карт различных масштабов. Одновременно было издано методическое руководство по геологической съемке.

Для целей геологической съемки резко усилились специальные тематические исследования в области стратиграфии, палеонтологии, петрологии, тектоники, металлогении. Для повышения эффективности и качества стратиграфических исследований в 1955 году был создан Межведомственный стратиграфический комитет, в задачу которого входило установление принципов выделения и корреляции стратиграфических и геохронологических подразделений, разработка правил стратиграфической классификации и терминологии, определение границ между системами, отделами и ярусами, утверждение рабочих и унифицированных стратиграфических схем различных регионов страны, раз-

работка правил стратиграфической классификации и терминологии, определение границ между системами, отделами и ярусами, утверждение рабочих и унифицированных стратиграфических схем различных регионов страны, разработка стратиграфического кодекса СССР. Несколько позднее был образован Межведомственный петрографический комитет, который стал определять общие направления петрографических исследований, координировать их проведение и выполнять другие, примерно те же задачи, что и Стратиграфический комитет, но применительно к магматическим и метаморфическим породам.

Значительное расширение, начиная с конца 50-х годов, фронта геологосъемочных работ привело к тому, что в настоящее время 96% территории страны закартировано в среднем и 27% — в крупном масштабе. В процессе этих работ постоянно совершенствовалась их методика, углублялось содержание геологических карт, повышалась их детальность и точность. В связи с необходимостью поисков месторождений, не выходящих на дневную поверхность, и выяснения геологического строения глубинных уровней в 60-х годах начали разрабатываться новые методические приемы геологосъемочных работ: геологическое доизучение ранее заснятых площадей, глубинное и объемное геологическое картирование, которые в настоящее время повсеместно внедрены в производство. На основе широкого использования материалов аэро- и космических съемок разработаны и успешно применяются на практике такие виды исследований, как групповая геологическая съемка, аэрофотогеологическое, космофотогеологическое и геологическое прогнозно-минерагеническое картирование. С учетом разработанных для суши методик в последние годы разрабатывается геологическая съемка шельфа.

Среднемасштабную геологическую съемку в Советском Союзе намечено завершить в 1986 году, поэтому уже сейчас в стране осуществляется переход на этап планомерных крупномасштабных геологосъемочных работ с составлением Государственной геологической карты СССР масштаба 1:50000, в первую очередь для важнейших горнорудных районов и административно-хозяйственных центров. С целью обеспечения этого перехода необходимой научно-методической базой разработаны и изданы различные инструктивные документы: "Основные положения организации и производства геологосъемочных работ масштаба 1:50000", "Инструкция по групповой геологической съемке масштаба 1:50000", "Основные положения глубинного геологическо-

го картирования", "Основные требования к содержанию и оформлению обязательных геологических карт масштаба 1:50000", "Методические указания по геологической съемке масштаба 1:50000" (13 выпусков), "Методическое руководство по геологической съемке масштаба 1:50000" и ряд пособий и руководств по специальному картированию.

Обобщение материалов геологических съемок в СССР систематически осуществляется путем составления сводных карт различного геологического содержания по отдельным крупным регионам и для страны в целом.

Основы отечественной геологической картографии были заложены В.И. Меллером, А.А. Иностранцевым, А.П. Карпинским и И.В. Мушкетовым, которые предложили классификацию стратиграфических подразделений, унифицировали условные обозначения и разработали цветовую гамму возрастных подразделений для геологических карт. Эти предложения были рассмотрены и в основном утверждены второй сессией Международного геологического конгресса в 1881 году.

В дореволюционный период первая сводная Геологическая карта Европейской части России в масштабе 60 верст в дюйме (1:2520000) была издана в 1892 году и повторно в 1915 году. Для Азиатской части страны первая карта масштаба 1:4200000 издана лишь в 1925 году. Обе карты, особенно карта Азиатской части, были схематичными и для многих районов отражали представления о геологии по результатам редких маршрутных исследований.

Взросшая геологическая изученность территории страны в послереволюционные годы позволила составить в 20-х годах сводные геологические карты: Туркестана в масштабе 1:1680000, Европейской части страны в масштабе 1:2520000, Кузнецкого и Донецкого каменноугольных бассейнов в масштабе 1:420000. С 30-х годов для основных горнопромышленных районов Урала, Кавказа, Кольского полуострова и Карелии, Юга Дальнего Востока, Казахстана, Средней Азии составляются карты от масштаба 1:500000 до 1:1500000. В масштабе от 1:2000000 до 1:5000000 в те же годы создаются карты Якутской АССР, Западно-Сибирской низменности и Восточной Сибири.

Накопленный геологический материал дал возможность уже в 1937 году, к XVII сессии Международного геологического конгресса, составить и издать Геологическую карту СССР в масштабе 1:5000000, а в 1940 году в масштабе 1:2500000. Эти карты отчетливо показали успехи геологов за 20 лет Советской власти.

Советский Союз является родиной первой в мире обзорной карты четвертичных отложений, которая была составлена в 1933 году в масштабе 1:2500000 для Европейской части СССР. В конце 30-х годов начинается составление мелкомасштабных прогнозных карт на различные виды полезных ископаемых. Одной из первых была подготовлена в 1940 году карта прогноза углей СССР в масштабе 1:5000000. В это время началось составление полистной Геологической карты СССР масштаба 1:1000000, которая была полностью завершена в 1964 году.

Планомерно и систематически сводные карты геологического содержания территории страны в целом и отдельных крупных регионов начинают готовиться с 50-х годов. С целью контроля за единообразием содержания и качеством карт был создан Научно-редакционный совет Министерства геологии СССР, который проводит апробацию всех карт, передаваемых в издание. С этого времени резко увеличивается количество выпускаемых карт геологического содержания. Только в качестве приложения к томам "Геология СССР" в 60-е годы были опубликованы более 30 сводных геологических карт масштаба 1:2500000 — 1:500000, составленных для территорий областей, краев, республик.

В настоящее время в связи с увеличением объема разнообразной геологической информации, получаемой различными методами, которая позволяет полнее раскрывать закономерности геологических процессов и явлений и проводить комплексный анализ, возникает необходимость составления специализированных карт геологического содержания. Такие карты составляются в виде атласов, комплектов или серий. Карты, составляемые в виде серий, подготавливаются на единой географической основе, взаимосвязаны между собой и дополняют одна другую специальной информацией. Они подготавливаются как для отдельных регионов, так и для Советского Союза в целом. Например, для Европейской части СССР в масштабе 1:1500000 изданы геологическая карта, тектоническая карта, карта четвертичных отложений, а в масштабе 1:2500000 — карта докембрийских образований Русской платформы, геологическая карта нижней поверхности осадочного чехла и другие. Комплекты карт изданы в масштабе 1:1500000 для Балтийского шита, для региона Байкало-Амурской железнодорожной магистрали. По линии СЭВ для Кавказа в масштабе 1:1000000 изданы карты: геологических формаций, рудных формаций, металлогеническая. Серии карт масштаба

1:500000 изданы для территорий республик Советской Прибалтики, для Азербайджанской ССР и других союзных республик.

В 1968 году вышел в свет комплект карт масштаба 1:7500000 для всей территории СССР — геологическая, четвертичных отложений, геоморфологическая, тектоническая, гидрогеологическая, гидрохимическая и другие. В 60-е и 70-е годы подготовлен большой комплект карт СССР в масштабе 1:5000000, включающий карты: геологическую, четвертичных отложений, геоморфологическую, тектоническую, новейших тектонических движений, гидрогеохимическую, ряд геофизических и прогнозных карт.

Кроме организаций Министерства геологии СССР в составлении карт различного геологического содержания принимают участие многочисленные геологические учреждения других министерств и ведомств, в том числе институты Академии наук СССР и республиканских академий, высшие учебные заведения. Все это позволяет дополнять комплекты картами нового содержания, в том числе и картами, характеризующими глубинное строение земной коры. Так, например, комплект карт масштаба 1:5000000 дополнился в последние годы картами: геотермической, тектонической (фундамента), метаморфических поясов, бокситоносности, газоносности, серией палеотектонических карт и рядом других.

Постоянно расширяется комплект карт СССР масштаба 1:2500000. Кроме геологической, за эти годы подготовлены карты: тектоническая, аномального магнитного поля, четвертичных отложений, металлогеническая, инженерно-геологическая, магматических формаций, осадочных и вулканогенных формаций, поверхностей выравнивания и кор выветривания, тектоническая (нефтегазоносных областей), разломов территории СССР и сопредельных стран, минерагеническая карта на фосфатное сырье и др.

В настоящее время создана новая Геологическая карта СССР масштаба 1:2500000 (4-е издание), которая отражает современную геологическую изученность страны. На этой карте впервые показана геология не только суши, но и прилегающих акваторий, и отражена некоторая общая информация, полученная при помощи дистанционных методов.

Почти предельная возможность изображения на Геологической карте СССР масштаба 1:2500000 информации, которая сейчас существует для территории страны, привела к необходимости подготовки новой серии листовой Геологической карты СССР масштаба 1:1000000. Эта карта со-

ставляется в укрупненной разграфке по единым принципам и увязанной легенде. Она суммирует результаты геологосъемочных работ среднего, а в ряде случаев и крупного масштаба. Благодаря выбранной проекции листы карты, сложенные вместе, образуют в целом единую карту СССР. Каждый лист карты сопровождается объяснительной запиской.

В СССР непрерывно совершенствуется методика составления карт геологического содержания, разрабатываются новые типы легенд, в том числе и различные корреляционные легенды, позволяющие более полно отражать специфические особенности геологического строения отдельных регионов, структурных зон, раскрывать особенности их геологического развития и минерагении. Широко развивается составление экспериментальных карт нового типа. Принципы и методика их составления отрабатываются на картах СССР масштаба 1:10000000. Сейчас в этом масштабе подготовлена серия из 18 карт, среди которых наряду с традиционными имеются карты совершенно нового типа, такие, как: структурно-формационных комплексов, петроплотностная, петромагнитная, морфоструктур центрального типа, геотермического режима земной коры, размещения и минерагенической специализации щелочных магматических формаций, геодинамическая и другие.

Продолжают совершенствоваться методика и принципы составления тектонических карт, в том числе и учитывающие положения новых геотектонических концепций. Для многих регионов составляются структурные, структурно-формационные и формационные карты различного масштаба. Особым типом картографирования является составление атласов литолого-палеогеографических карт. Более 200 палеогеографических, фациальных и других карт содержит Атлас литолого-палеогеографических карт СССР, большой набор карт входит в Атлас литолого-палеогеографических карт юрского и мелового периодов Западно-Сибирской равнины в масштабе 1:5000000 и Атлас литолого-палеогеографических карт палеозоя и мезозоя Северного Приуралья масштаба 1:2500000.

В связи с развитием дистанционных методов исследования Земли появился новый тип геологического картирования — составление различного вида космогеологических карт. Одной из первых таких карт является Космогеологическая карта линейных и кольцевых структур территории СССР масштаба 1:5000000, изданная в 1980 году; закончено составление Космогеологической карты СССР масштаба 1:2500000.

В целях понимания глобальной истории развития континентов и Земли в целом в Советском Союзе проводится картографическое обобщение материалов по отдельным континентам и Миру. Так составлены: Геологическая карта и Карта полезных ископаемых Африки в масштабе 1:10000000 и 1:5000000, Геологическая карта и Карта четвертичных отложений Евразии в масштабе 1:5000000, Геологическая и Тектоническая карты Северной полярной области Земли масштаба 1:5000000, Тектоническая карта Северной Евразии масштаба 1:5000000, Геологическая карта Южной Америки масштаба 1:5000000, Геологическая карта и Карта метаморфических формаций Антарктиды масштаба 1:5000000 и др. Составлена серия карт по крупному региону Тектонического подвижного пояса и Тихого океана в масштабе 1:10000000, в числе которых карты нефтегазоносности и угленосности, сейсмичности, гравиметрическая и другие.

Для континентов Мира в масштабе 1:15000000 изданы карты: геологическая, полезных ископаемых, тектоники докембрия, рудоносности докембрия, угольных месторождений и ряд других. В 1973 году впервые в мире издан Геологический глобус в масштабе 1:15000000.

Советский Союз принимает активное участие в составлении международных карт, таких, как Геологическая карта Европы масштаба 1:1500000, Гидрогеологическая карта Европы масштаба 1:1500000, а также карт масштаба 1:2500000 — четвертичных отложений, геоморфологической, металлогенической, тектонической. Кроме того, ученые СССР участвуют в подготовке Геологического атласа Мира в масштабе 1:10000000 и Международной тектонической карты Мира в масштабе 1:15000000. Начиная с 1956 года, СССР является активным участником всех Международных выставок геологического содержания. Ряд советских ученых входит в состав бюро и рабочих групп Комиссии по геологической карте Мира.

Отечественная геологическая наука имеет более чем вековую историю. Она успешно развивается и совершенствуется, имея основной целью расширение минерально-сырьевой базы Советского Союза.

Эта грандиозная задача поставлена перед советскими геологами XXVI съездом КПСС, в решениях которого особое внимание уделено ускоренному развитию геологического изучения территории страны, то есть в первую очередь геологосъемочным работам и геологической картографии.

N.V. MEZHELOVSKY, R.I. SOKOLOV, A.S. KUMPAN  
(Ministry of Geology of the USSR, Moscow-Leningrad)

·GEOLOGICAL SURVEY AND GEOLOGICAL  
CARTOGRAPHY IN THE USSR

(Abstract)

Starting in 1882, i.e. when the Geological Committee was organized, geological survey and the work on compiling summary maps of various geological content were carried out systematically in Russia.

A consecutive change-over from small-scale mapping to the surveys of medium and large scale as well as introducing new types of geological survey increased a degree of geological knowledge of the country. Generalization of the regional geological studies assisted in compiling summary maps as well as the sets and series of individual maps.

The Soviet geologists make an essential contribution to the world cartography, participating in compiling maps of geological content for certain continents and the Earth as a whole as well as in compiling a number of international geological maps.

В. Г. ГЕРБОВА

(Геологический институт АН СССР, Москва)

## ПЕРВЫЕ КАРТЫ ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ СССР

Изучение стратиграфии и генезиса четвертичных отложений всегда связывалось с необходимостью выявления их пространственного распределения. Поэтому уже первые исследователи стремились зафиксировать характер их распространения на поверхности Земли. Данные наносились на общие геологические карты, позднее — на специальные карты.

Так, С. Н. Никитиным в конце XIX века была предпринята попытка отобразить на карте распространение валунов. Его карта называлась "Пределы распространения ледниковых следов в Центральной России и на Урале" (Никитин, 1885). Еще ранее граница распространения валунов была показана Р. Мурчисоном в 1845 году на геологических картах Европейской России и Урала.

При изучении почв России и их картировании В. В. Докучаев и его ученики также частично отражали на картах данные о генетических типах четвертичных отложений как субстрата почв. (Докучаев, 1882).

Большое значение для последующего геологического картирования четвертичных отложений имела генетическая классификация постплиоценовых образований А. П. Павлова, разработанная им в 80-х годах XIX в. (Павлов, 1888).

В начале XX века первые карты с нанесением генетических типов четвертичных отложений были составлены А. Д. Архангельским по территории Саратовской, Пензенской, Астраханской губерний (Архангельский, 1912).

Карты четвертичных отложений СССР начали составляться в конце 20 — начале 30-х годов. В это время началось их планомерное изучение. Оно было необходимо для народного хозяйства, начавшегося гидротехнического и транспортного строительства, разведки и поиска полезных ископаемых, сельскохозяйственного освоения и др.

В 1924 году была опубликована "Карта ледниковой формации Северной Европы", составленная В.Н. Соболевым. На ней были отображены представления автора об отложениях Днепровского (максимального) оледенения — его границы, морены, лессы. Однако они часто приводились без достаточного обоснования фактическим материалом.

На Всесоюзной сельскохозяйственной выставке в Москве в 1923 году демонстрировалась первая карта-схема четвертичных отложений Восточно-Европейской равнины. Составителем ее был Г.Ф. Мирчинк. На ней выделялись наиболее выразительные литологические и генетические разновидности четвертичных отложений по конкретным регионам.

В 1927 году Г.Ф. Мирчинк составил новую карту — схему четвертичных отложений для I Международного конгресса почвоведов. Она называлась "Схематическая карта покровных четвертичных образований на территории Европейской части СССР" (Мирчинк, 1928 г.). На нее были нанесены самые распространенные и наиболее изученные генетические типы четвертичных отложений и их литологические разновидности 20 наименований. Но в то время из-за слабой изученности стратиграфии региона возрастно расчленение сделать не удалось. К составлению новой специальной карты четвертичных отложений в СССР приступили в 30-х годах в Центральном научно-исследовательском геолого-разведочном институте (ЦНИГРИ) под руководством С.А. Яковлева (Яковлев, 1931 г.). Необходимость в ней была вызвана практическими запросами строительства, инженерной геологии, сельского хозяйства и развитием науки. Стимулом к картированию четвертичных отложений в те годы послужила 2-я Международная конференция по изучению четвертичного периода, проходившая в СССР в 1932 году. К ее открытию была составлена "Карта четвертичных отложений Европейской части СССР и прилегающих территорий" в масштабе 1:2 500 000. Характеристике этой карты был посвящен прочитанный на конференции доклад С.А. Яковлева. На ней было отражено 14 генетических типов отложений, обозначенных различными цветами. По возрасту выделялись отложения ледниковые, послеледниковые и нерасчлененные. Различными условными знаками были показаны: литологический состав, границы распространения валунов и позднеледниковой трансгрессии, вечной мерзлоты, местонахождений межледниковых слоев, палеолитических стоянок, гряды конечных морен. Помимо Русской равнины, на карте даны

территории Кавказа, Урала и прилегающих к нему районов Западной Сибири и Казахстана.

Тогда же было принято решение о составлении Международной четвертичной карты Европы в масштабе 1:1 500 000. Для ее подготовки была избрана редакционная комиссия: председатель В. Вольф (Германия), вице-председатель А.А. Блохин (СССР) и два генеральных секретаря - С.А. Яковлев (СССР) и П. Вольдштедт (Германия). На этой конференции было решено, что принципами составления карты должны быть: 1) выделение основных стратиграфических подразделений, 2) показ генетических типов пород, 3) отражение механического состава пород и некоторых их литологических свойств.

В последующие годы в СССР была разработана стратиграфо-генетическая легенда карт четвертичных отложений.

К III конференции Международной ассоциации по изучению четвертичного периода (состоявшейся в Вене в 1936 году) была составлена новая карта четвертичных отложений (масштаб 1:2500000) и три листа Международной карты той же тематики. К сожалению, все дальнейшие работы над ней были прерваны Второй мировой войной 1939-1945 гг.

Первые карты четвертичных отложений явились синтезом знаний об антропогеновых отложениях и одновременно стимулировали их быстрое дальнейшее развитие по таким основным направлениям.

1. Под руководством С.А. Яковлева в 30-е годы были закартированы ледниковые отложения Севера, Европейской части СССР.

2. В то время было начато и проведено изучение опорных разрезов четвертичных отложений во внеледниковой зоне Европейской части СССР (Г.Ф. Мирчинк, В.И. Громов, К.К. Марков).

3. В.И. Громовым было дано палеонтологическое обоснование стратиграфии четвертичных отложений по фауне млекопитающих (Громов, 1936).

4. В.И. Крокосом проведена детальная стратификация лессов Украины.

5. При картировании путем непосредственного прослеживания взаимопереходов на местности Г.Ф. Мирчинком была установлена закономерность генетического и литологического распределения четвертичных отложений с севера в Европейской части СССР на юг.

В начале 30-х годов Г.Ф. Мирчинк впервые в общей форме составил характеристики механических и физических

свойств основных литологических групп четвертичных отложений в зависимости от широты и климатических условий их распространения.

Это имело большое практическое значение для строительства железных и шоссейных дорог, для землеустройства, для инженерной геологии и гидрогеологии. Были выделены естественные районы распространения разных генетических и литологических отложений с указанием их специфики для народнохозяйственного использования. В направлении с севера на юг такими районами были следующие:

а) ледниковые отложения с широким распространением ленточных глин;

б) морены с валунным и гравийным материалами;

в) аллювиальные песчаные образования;

г) флювиогляциальные и делювиальные суглинки;

д) лессовые образования юга РСФСР и Украины.

6. Первые карты четвертичных отложений позволили обосновать корреляцию четвертичных отложений Европейской части СССР, Урала, Кавказа и соседних территорий Западной Европы.

7. В результате картирования четвертичных отложений были определены число и границы оледенений Восточно-Европейской равнины, представлена палеогеография четвертичного периода (И.П. Герасимов, К.К. Марков, 1939).

8. Разработанные в те годы принципы составления карт четвертичных отложений и стратиграфо-генетическая легенда получили одобрение и позднее были внедрены в систему Государственного геологического картирования. На этой основе в 40-е и 50-е годы была проведена плановая среднемасштабная съемка четвертичных отложений и составлены обзорные карты. Эти работы возглавляли сотрудники ВСЕГЕИ МГ СССР — С.А. Яковлев, И.И. Краснов, Г.С. Ганешин и др.

## Литература

Архангельский А.Д. "К вопросу об истории послетретичного времени в низовом Поволжье". Труды Почв. ком. Моск. об-ва сельск. хоз-ва, 1, вып. 1, 1912.

Герасимов И.П., Марков К.К., "Ледниковый период на территории СССР" Изд-во АН СССР, М-Л., 1939.

- Громов В.И. "Итоги изучения четвертичных млекопитающих и человека на территории СССР. Материалы по четвертичн. периоду СССР. Л.-М., Изд-во АН СССР, 1936.
- Докучаев В.В. "Схематическая почвенная карта черноземной полосы Европейской России" СПб, 1882.
- Мирчинк Г.Ф. "Состояние изучения покровных четвертичных образований в Европейской части СССР" Почвоведение, 1928, т. XXIII, № 1-2, с. 24-42.
- Никитин С.Н. "Пределы распространения валунов в Центральной России и на Урале". Изв. Геол. ком., 4, 1885.
- Павлов А.П. "Генетические типы материковых образований ледниковой и послеледниковой эпохи". Изв. Геол. ком., 1888, № 7.
- Яковлев С.А. Карта отложений четвертичной системы Русской равнины и сопредельных с ней местностей. Бюл. Информ. бюро Междунар. ассоц. по изучению четвертичного периода Европы, 1931, № 1, Л.

V. G. GERBOVA

(Geological Institute of the Academy  
of Sciences of the USSR)

FIRST MAPS OF THE QUATERNARY DEPOSITS IN THE USSR  
(Abstract)

The first maps of the Quaternary deposits in the USSR were compiled in the late '20s - early '30s in conformity with the planned economic development of the country after the Great October Socialist Revolution.

Hydraulic, highway and railway engineering, agricultural development and geological exploration of the country were of decisive importance for mapping the Quaternary deposits in the USSR.

The first sketch maps of the Quaternary of the East-European Plain were compiled by G.F. Mirchink in 1923 and 1927.

The work on a special map of the Quaternary of the USSR started in the '30s at the Central Scientific-Research Geological Exploration Institute under the S.A. Yakovlev's supervision.

By the opening of the II<sup>nd</sup> International Conference of the Association on the Study of the Quaternary in 1932, the "Map of the Quaternary of the European part of the USSR and the adjacent territories" had been compiled to a scale of 1:2 500 000. It showed stratigraphic differentiation, lithological composition and genesis of rocks.

The stratigraphic genetic basis of the first maps of the Quaternary was approved and introduced, later on, into the system of the State Geological Mapping of the USSR. This promoted studies on geology of the Quaternary: studies of stratigraphy, genesis, mineral composition of the Quaternary deposits and economic minerals associated with them.

Л. Н. ЛОРДКИПАНИДЗЕ

(Институт геологии и геофизики, АН УзССР)

## ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО КАРТИРОВАНИЯ ПЛАТФОРМЕННЫХ ОБЛАСТЕЙ В 20-30-е ГОДЫ XX ВЕКА

История геологического картирования давно привлекала внимание исследователей. Она тесно связана с историей геологии в целом. В СССР ее вопросами занимались В.В. Тихомиров, Д.И. Гордеев, Б.П. Высоцкий, И.В. Батюшкова. Затрагиваются они и в работах по истории различных геологических дисциплин, в частности геотектоники: В.Е. Хаин, Ю.М. Шейнманн, Г.П. Хомизури и другие. Часть этих авторов первые два десятилетия объединяют в один период, а в другой период, по их мнению, входят в 30-е и 50-е годы. Эти два периода соответственно седьмому и восьмому периодам из девяти выделенных Д.И. Гордеевым в истории геологии. В его монографии (1972) период от середины 90-х гг. XIX в. до середины 30-х гг. XX в. перекрывается для СССР периодом 1917-1955 гг., в котором выделены три периода: 1918-1925, 1926-1937 и 1938-1942 гг. Б.П. Высоцкий выделяет подпериоды: 1900-1925 и 1925-1950 гг. В.А. Обручев в истории изучения Сибири выделяет 1918-1936 гг. в самостоятельный пятый этап. Польский исследователь А. Лашкевич высказал мнение, что в разных странах отдельные периоды начинались и кончались неодновременно, поэтому периодизацию нельзя точно связывать с определенными годами.

Автором в работах по истории учения о платформах (1974) предложена периодизация, согласно которой 20-30-е гг. объединяются в один период. Критический анализ этого вопроса подтверждает такую периодизацию, которая более отвечает развитию не только геологии, но и других наук во многих странах в период между двумя мировыми войнами. В СССР помимо этого наиболее крупным рубежом является Великая Октябрьская социалисти-

ческая революция 1917 года. В этот период было проведено пять сессий Международного геологического конгресса (XIII-1922 — XVII-1937), три Всесоюзных съезда геологов (1922, 1926, 1928) и ряд других крупных геологических форумов, на которых рассматривались вопросы геологии платформенных областей.

История геологического картирования, особенно платформенных областей, также подтверждает выделение 20-30-х гг. в особый этап. До 20-х гг. в России за столетнюю историю картирования было издано всего 10 обзорных карт Европейской части страны: Стангвейса (1824), Г.П. Гельмерсена в масштабе 1:2 520 000 (1841), Эрдмана — 1:6300000 (1841), Р. Мурчисона на английском (1845) и русском (1846) языках, переизданная Г.П. Гельмерсеном в 1865, 1873 гг.; два издания (1892, 1915) карты А.П. Карпинского в масштабе 1:2 520 000, а также карта в масштабе 1:6 300 000 (1897) и единственная карта Сибири — 1:4 200 000 (1904). За рубежом хотя и было создано много карт отдельных государств, однако отсутствовали карты континентов или крупных их частей, за исключением Международной геологической карты Европы и карты Индии.

В рассматриваемый период только за двадцать лет издано около 20 обзорных карт. Из них 10 в России: Азиатской части СССР в масштабе 1:10 500 000 (1922), 1:4 200 000 (1925), Туркестана — 1:1 680 000 (1925), 1:42 000 000 (1928); Европейской части СССР — 1:6300000 (1926), Европейской (1933) и северной (1937) части СССР — 1:2 500 000. Венчают период обзорные карты всей страны в масштабе 1:5 000 000 (1937) и 1:2 500 000 (1940), подводящие итоги геологической изученности платформенных областей шестой части земного шара. За рубежом в эти же годы были изданы карты Земли в масштабе 1:15000000 (1929); Европы — 1:10 000 000 (1926), США — 1:2 500 000 (1932), 1:5 000 000 (1941), Африки — 1:8 000 000 (1933), 1:5 000 000 (1936), Юго-Западной Африки — 1:2 000 000 (1941), Индии — 1:2 027 520 (1931), Австралии (1931) и др.

Характеристика состояния геологического картирования в мире приводится в работах Э. Гринли, Х. Вильямса (1933) Е.В. Милановского (1933), В.Н. Вебера (1937) и др.

Важной особенностью периода является форсирование геологосъемочных работ в Сибири и Средней Азии. Сама съемка приобрела комплексный характер. Появились новые методы: геофизические, аэрофотометоды и др. Проводились маг-

нитная, гравиметрическая и аэрофотосъемка. Карты сопровождаются капитальными объяснительными записками (Борисьяк, Мейстер, Моор), схематическими разрезами. В СССР картирование платформенных областей в эти годы связано с именами А.Д. Архангельского, Н.С. Шатского, В.А. Обручева и др. Как в нашей стране, так и за рубежом при составлении геологических карт особое внимание обращается на тектонику. "На картах континентов ясное изображение тектоники является самым животрепещущим вопросом, и тектонические признаки должны быть выявлены особенно ясно" (Гринли, Вильямс, 1933, с. 35). В новых руководствах по проведению геолого-съёмочных работ, составленных выдающимися отечественными тектонистами Н.С. Шатским, Е.В. Милановским, Ю.М. Шейнманном и другими, рекомендовалось составление тектонических схем, прилагаемых к геологической карте.

Повышенный интерес к вопросам тектоники выразился в различных способах ее изображения. На геологические карты наносятся первые разломы, вводится изображение главных тектонических линий, имеющих структурное значение, граница распространения траппов "для большей структурности" карты. Составляются первые структурные карты подземного рельефа в стратонизогипсах. На тектонических схемах наносятся оси складок, тектонические контакты, элементы залегания.

Продвинулось стратиграфическое расчленение осадочных образований платформенных областей. А.А. Полканов разработал методику структурного геологического картирования интрузивных тел. Начаты работы по определению абсолютного возраста порррд, в особенности с целью расшифровки докембрия. Пегматиты Карелии ( $1,6 \cdot 10^9$  лет) определялись как самые древние в мире. Все это позволило создать карту Кольского полуострова и Карелии. Составляются карты и других важных платформенных районов — Украины, Якутии.

Геологические карты, все более точно отражающие геологию обширных пространств, стали эффективным средством анализа и синтеза геологического строения платформенных областей. Именно в эти годы исследователи перешли от описания отдельных структур и тектонических мелких районов к анализу строения крупных участков земной коры в пределах целых платформ. Благодаря накоплению богатого материала появились сводные работы по региональной геологии, ряд тектонических схем: Сибирской платформы (Шатский, 1932, цит.

по 1964), Восточно-Европейской (Шатский, 1937, цит. по 1964), Сибири (В.А. Обручев, 1927; С.В. Обручев, 1939), Арктики (Штилле, 1928, цит. по 1964; Шатский, 1935; Моор, 1939), Антарктики (Борн, 1932), СССР (Наливкин, 1933; Архангельский, Шатский, 1933; Тетяев, 1933, 1938), США (Кинг, 1933), Северной, Южной Америки, Африки, Австралии (Борн, 1921, 1932), Атлантической половины земного шара (Штилле, 1926), Евразии (Кобер, 1921; Арган, 1928; Борн, 1932; Мушкетов, 1935; Архангельский и др., 1937), мира (Кобер, 1918-1933; Штауб, 1927; Мазарович, 1933; Архангельский, 1941) и другие.

Тектонические схемы отражали представления исследователей о структуре земной коры, о ее районировании. Основным теоретическим достижением периода является введение нового принципа районирования: по возрасту консолидации, не допускающей последующего проявления альпийской складчатости (Штилле, 1920) и знаменующей переход от геосинклинальной стадии развития к стадии континентальных поднятий (1924), стадии кратона (1940); по возрасту складчатости, после которой участки земной коры утрачивали свойства геосинклинали и приобретали свойства плит (Архангельский, Шатский, 1933). На схемах появились Архео-, Палео-, Мезо-, Неоевропа (Азия) Г. Штилле (1920, 1928, 1930), докембрийские и палеозойские с каледонским и варисцийским (Урало-Сибирская) фундаментом плиты А.Д. Архангельского и Н.С. Шатского (1933). В пределах плит выделялись районы с поверхностным, глубоким залеганием фундамента и погружившиеся под уровень моря.

Эти схемы отражали историческое развитие структур, историческое направление в трактовке платформ. Но на последующих схемах А.Д. Архангельского выделялись исключительно области разновозрастных складчатостей. Урало-Сибирская плита, нанесенная на приложенной к схеме 1937 г. восковке, впоследствии получила другую трактовку.

Структурное направление, согласно которому платформа представляет собой раму геосинклинальной складчатости определенного цикла, также нашло отражение в работах А.Д. Архангельского и Г. Штилле. В коллективной монографии (Архангельский и др., 1937) имеются Восточно-Европейская и Сибирская платформы палеозойской эры с разделяющей их Урало-Сибирской геосинклинальной областью и Северный платформенный массив

мезозойской и кайнозойской эры, являющийся гигантской сложно построенной платформой, обрамленной с юга и востока геосинклинальными областями. Это направление отразилось и в обозначении возраста платформ в тексте работ: каледонская платформа — платформа каледонской складчатости.

На схемах Г. Штилле структурное направление отражено в виде показа Лаврентофеннии, образовавшейся после слияния в результате каледонской складчатости Лаврентии и Фенносарматии. Слияние Лаврентофеннии с Ангарией, Серицией и Синией привело к образованию альпийского форланда Макролаврентии.

Более яркое структурное направление отражено на схемах М.М. Тетяева, Д.И. Мушкетова, Р. Штауба, Л. Кобера. Тектоническая схема М.М. Тетяева 1933 г. отражает складчатые зоны четырех возрастов в пределах СССР. В 1938 г. он дал схемы структуры отдельно для каждого структурного комплекса — альпийского, герцинского, каледонского и карельского — с выделением складчатой структуры и платформы, а в ее пределах субгеоантиклинальной и субгеосинклинальной частей (режимов). Каждая складчатость определяет свою платформу, а не наращивает предыдущую. Платформы располагаются внутри складчатых зон и имеют переходные области.

На схеме Р. Штауба в общей раме альпийского орогена выделены форланды и рюкланды Гондваны и Лавразии, в пределах которой обособлены Канадский щит, Кельтско-Фенноскандинавский блок и Сибирская платформа.

Схемы Л. Кобера от ранних к поздним видоизменились в сторону усиления структурности. На ранних отражены области разновозрастной складчатости: архенды, палеиды, альпиды. На поздних проведены границы альпийских кратогенов и выделены древние массы: Канадский щит, восемь плит, включая Китайскую и Антарктиды; палеозойские орогены; альпийские цепи; северная и южная Тихоокеанские гипотетические массы. В тексте же работ говорится о кратогенной стадии развития каждого участка земной коры, о наращивании кратогенов. При этом подчеркивается неоднородность альпийских кратогенов, состоящих из древних плит — настоящих кратогенов и послеварисцийских плит — не типичных кратогенов.

В работах С. Бубнова (1934, 1935) также присутствует и исторический, и структурный элемент, но в его генетической систематике структур учитывается и "чисто морфологическая характеристика". Им выделены глыбы (Фенно-

скандинавская), стабильные (Русская равнина) и лабильные (Прикаспийская впадина, Парижский бассейн) шельфы. Последние иначе именуется соответственно устойчивыми и неустойчивыми плитами. С одной стороны, отмечается отсутствие принципиального отличия глыб от стабильных шельфов, с другой — существование переходов между двумя видами шельфов. Для районирования же Европы принимается схема Г. Штилле. При этом подчеркивается, что Мезоевропа — глыба, противостоящая Средиземноморской Южной Европе, отличается от глыбы Восточной Европы наличием между нижним и верхним структурными юрсами переходных образований — палеозойского фундамента.

Близкие взгляды развивали в своих работах В.А. Обручев, А.Н. Мазарович, Е.В. Милановский. На схемах тектонических структур в различные эпохи, а также схеме Русской платформы А.Н. Мазарович (1938) выделяет глыбы I порядка — докембрийские платформы и массивы; глыбы II порядка — платформы, образовавшиеся за счет поздних орогенов; подвижные и краевые плиты. Но на общей структурной схеме СССР выделены области разновозрастных складчатостей, а буквами обозначены две платформы: Русская и Сибирская, причем Западно-Сибирская является зоной опускания, Е.В. Милановский (1933) в отличии от А.Д. Архангельского принимает плиты и глыбы за разные стадии развития, причем стадия плиты предшествует глыбе.

Таким образом, в эти годы оформились три направления в трактовке понятия "платформа": структурное — платформа-рама складчатости определенного цикла; историческое — платформа-стадия развития, сменяющая геосинклиналь во времени; морфологическое — платформа — только плита в современном понимании. Однако почти у всех исследователей наблюдается некоторое расхождение текстов работ со схемами, вызванное трудностями графического изображения всех теоретических представлений.

Разнообразие во взглядах, отсутствие точно разработанных классификационных признаков приводило к различию в количестве выделенных платформ. Так, количество древних платформ (массивов) колебалось от 3-х (Штауб) до 11-ти (Пирссон, Шухерт). Для СССР помимо двух докембрийских платформ отдельными исследователями выделялись дополнительно в пределах Западной Сибири (Наливкин), Колымско-Юкогирская (С.В. Обручев), Каракумская (Огнев). Различия в конфигурации платформ определялись возрастом фундамента, в частности наличием

(Шатский) или отсутствием (Мазарович) байкальской складчатости на Русской платформе.

Одним из сложных был вопрос о Туране, который относился либо к складчатым сооружениям (Кобер, Мазарович; Наливкин, Тетяев, Белоусов), либо к срединным массивам (Бори), либо к платформенным областям: Кызылкумская часть к Урало-Сибирской; Каракумская — к Восточно-Европейской, но обособлялась в область предполагаемой киммерийской складчатости (Архангельский, Шатский). Более единодушны были исследователи в признании докембрийского возраста Устюрта (Архангельский, 1923; Штилле, Лейкс, Бубнов)

Введение принципов историчности, стадийности выдвинуло проблему молодых платформ, возникли трудности их графического изображения. При оконтуривании платформ по чехлу терялось их определение по возрасту фундамента, который допускался разновозрастным, а по фундаменту — терялись границы платформ как единой структуры.

Усиление принципа историчности выдвинуло также вопрос о стадиях развития платформ. Н.С. Шатский (1935), один из первых начавший в эти годы сравнительный анализ платформ, считал структуры Урало-Сибирской и Сибирской платформ первыми фазами развития платформенных структур, а Восточно-Европейской плиты — поздними фазами. Он считал, что первые фазы характеризуются переходом между деформациями платформенного и геосинклинального типа.

Акцентирование структурного принципа позволяло положительно решать вопрос объединения в единые структуры районов с поверхностным и глубоким залеганием фундамента. А включение в состав плит горных систем, подобных Тянь-Шаню, нарушало традиционное представление о их морфологической характеристике. Выдвигалась также проблема несоответствия в масштабности складчатостей и неравенства их изображения на схемах. К концу периода уже ясно выделялись три докембрийских складчатости, закрашиваемые одним цветом, тогда как каждая из последующих обозначалась своим цветом. Это несоответствие разрешалось на схемах Л. Кобера, Д.В. Наливкина, Д.И. Мушкетова в противоположность М.М. Тетяеву; введением различий в терминологию для древних платформ и зон последующих складчатостей, хотя в тексте работ подчеркивается нарастание платформ с каждым циклом.

Усиление морфологического принципа приводило к обособлению щитов и плит в самостоятельные структуры, что

полностью затушевывало противопоставление платформ складчатым областям.

Приведенный анализ материала выявляет большую роль геологического картирования в теоретической геологии, в учении о платформах; раскрывает всю сложность периода перехода от геологических карт к тектоническим схемам, предваряющего следующий этап тектонических карт.

### Литература

- Апродов В.А. Геологическое картирование. М., 1952, с. 371.
- Архангельский А.Д. Геологическое строение и геологическая история СССР. М.-Л., 1941, т. 1, с. 376; М.-Л., 1947, т. 1, с. 412.
- Архангельский А.Д. Избранные труды. М., 1954, т. II, с. 672.
- Архангельский А.Д., Шатский Н.С., Меннер В.В. и др. Краткий очерк геологической структуры и геологической истории СССР. М.-Л., 1937, с. 299.
- Вебер В.Н. Методы геологической съемки. Л.-М., 1937, с. 240.
- Высоцкий Б.П. Периодизация истории геологии. - Тр. XIII Междунар. конгр. по истории науки. Секция VIII. История наук о Земле. М., 1974, с. 106-111.
- Гордеев Д.И. История геологических наук. М., ч. II, 1972, с. 323.
- Гринли Э., Вильямс Х. Методы геологической съемки. М.-Л.-Н., 1933, с. 280.
- Мазарович А.Н. Основы геологии СССР. М.-Л., 1938, с. 544.
- Лордкипанидзе Л.Н. История учения о платформах. - Тр. XIII междунар. конгр. по истории науки. Секция VIII. История наук о Земле. М., 1974. с. 158-160.
- Лордкипанидзе Л.Н. Вклад Г. Штилле в учение о платфор-

- мах. - II Двусторонний симпозиум СССР-ГДР по истории геологических наук. Тезисы докл. - Ереван, 1979, с. 17-19.
- Милановский Е.В. Геологические карты, их чтение и построение. М.-Л., 1933, с. 132.
- Мушкетов И.В., Мушкетов Д.И. Физическая геология. М.-Л., 1935, т. 1, с. 908.
- Спижарский Т.Н. Обзорные тектонические карты СССР. Л., 1973, с. 240.
- Тетяев М.М. Геотектоника СССР. Л.-М., 1938, с. 298.
- Тихомиров В.В., Хаин В.Е. Краткий очерк истории геологии. М., 1956, с. 260.
- Шатский Н.С. Избр. тр., т. I, М., 1963, с. 622; т. II, М., 1964, с. 720.
- Штилле Г. Избр. тр., М., 1964, с. 867.
- Lordkipanidze L.N. Zur Geschichte der Ausgliederung von Plattfortmtypen. Z. geol. Wiss. Berlin 5 (1977). 11/12 s. 1393-1399.
- Lordkipanidze L.N., Maksudov I.Z. Kurt Leuchs' Ideen zur Tektonik Mittelasiens. Z. geol. Wiss. Berlin 4 (1976), 2 s. 351-357.

L. N. LORDKIPANIDZE

(Geological and Geophysical Institute  
of the Uzbek Academy of Sciences, Tashkent, USSR)

**THEORETICAL RESULTS OF GEOLOGICAL MAPPING OF PLATFORM  
REGIONS IN THE TWENTIES-THIRTIES OF THE XX<sup>th</sup> CENTURY**

(Abstract)

The period between 1920 and 1930 represents a particular stage in the history of geological mapping of platform areas. This period is characterized by intensive geological reconnaissance work in Siberia and Middle Asia. The survey became complex. New methods appeared, the geophysical and aerophotogrammetric methods being the most important ones. When compiling geological maps, more attention was paid to tectonic structure of regions. Magnetic, gravimetric and areal photographic surveys were used for this purpose. The methods of structural geological mapping of intrusive bodies were elaborated. The investigators turned from describing individual structures and tectonic regions to analysis of large areas of the earth's crust within entire platforms. The accumulated data allowed to compile summary maps of entire continents. During this period, a principle of subdivision into zones according to the time of consolidation was developed; this signified a shift from the geosynclinal stage of continental uplifts. Three trends in interpreting the notion "platform" were formed: structural, historical and morphological ones.

Geological mapping played an important role in the development of theoretical geology and the doctrine on platforms.

Г. Д. ИЛЬИНА

(Институт истории естествознания и техники, АН СССР)

РАЗВИТИЕ ГЕОФИЗИЧЕСКОГО КАРТИРОВАНИЯ В СССР  
И ЕГО РОЛЬ В УТОЧНЕНИИ  
ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ РЕГИОНА (1917-1941 гг.)

Зарождение геофизического картирования относится к XIX — началу XX века и связано с интенсивным изучением планетарных физических полей. С конца XIX в. геофизические исследования и картирование стали применяться также с целью поисков полезных ископаемых. В двадцатых-тридцатых годах XX в. началось составление специальных геологических карт с учетом результатов магнитной, гравиметрической, электрической, сейсмической и других видов геофизической разведки и данных общих магнитной и гравиметрической съемок. Эти карты строились как для решения конкретных народнохозяйственных задач, так и для планомерного изучения строения земной коры.

Первыми геофизическими картами в нашей стране были обзорные магнитные карты, построенные в начале XIX в. для определенных районов, связанных с изучением положения магнитных меридианов и полюсов. Последующие наблюдения и, главное, исследования по программе I МПГ, дали возможность установить общий планетарный характер некоторых известных аномалий и пространственно-временную изменчивость магнитного поля. В частности, было констатировано наличие перемещения ("западный дрейф") земного магнитного поля. Такие мелкомасштабные карты были необходимы для практической деятельности — корректировки показаний корабельных компасов с целью обеспечения безопасности судования.

Во второй половине XIX в. усилилось внимание к изучению распределения силы тяжести. Обзорные гравиметрические карты использовались в то время для геодезичес-

ких определений и уточнения фигуры Земли. К началу XX века относится составление первых мелкомасштабных сейсмических разрезов, по которым были выявлены границы слоев различной плотности.

Крупномасштабное геофизическое картирование началось в конце XIX в. сначала в Швеции, а затем в России с целью поисков полезных ископаемых. В СССР с первых лет установления Советской власти крупномасштабное геофизическое картирование проводилось по результатам поисково-разведочных партий. На начальном этапе развития этого вида картирования геофизические карты представляли до существу простейшие схемы распределения изолиний магнитных, гравиметрических или других геофизических полей. Такие изолинии, проводившиеся на планах местности, не привязывались еще в то время к глубинам, но давали все же возможность установить наличие погребенного рудного тела. Так были построены первые магнитные и гравиметрические карты района Курской магнитной аномалии в 1918–1923 гг. (Лейст, 1921; Лазарев, 1954). На их основе А.Д. Архангельский еще в 1923 г. впервые высказал мысль о связи магнитных и гравитационных аномалий с глубинным строением региона. Им же был сделан набросок расположения аномалий силы тяжести в редукции Буге для Европейской части СССР (Архангельский, 1924). Несмотря на явно недостаточный материал, он пришел к выводу, что крупнейшие структурные элементы Восточно-Европейской платформы и прилежащие к ней горные хребты находят отражение в аномалиях силы тяжести и могут быть объяснены, исходя из принципа изостазии.

В связи с изучением КМА в СССР начала развиваться теория интерпретации магнитных и гравиметрических данных, что дало возможность установить положение тяжелых масс в пространстве и определить причины магнитных аномалий. В результате проведенных работ в пределах бывшей Курской губернии был открыт один из величайших в мире железорудных бассейнов, разработка которого производится в наши дни.

В 1920 г. была построена первая простейшая карта-схема радиоактивности. На плане курорта Белокуриха на Алтае были отмечены пункты с различной радиоактивностью и нанесены линии, соединяющие точки с одинаковыми значениями. По изорадам определены система трещин и места выходов радиоактивной воды (Богоявленский, 1920). Аналогичным способом применительно к измеряемому полю по

данным геофизической разведки полезных ископаемых построены в 1919-1925 гг. первые магнитные карты районов предполагаемых месторождений железных руд на Урале, в Кривом Роге, Сибири; гравиметрические карты месторождений платины и каменной соли на Урале; естественного электрического поля на Алтае и другие (Никифоров, 1927). Крупномасштабные геофизические разрезы-схемы по гравиметрическим данным были опубликованы в 1925 г. для Елецкой защиты и Александровского рудника.

В изучении глубинного строения регионов особое значение имели геофизические разведки на нефть и построение соответствующих карт различного масштаба. Поскольку геологические структуры, благоприятные для скопления нефти, часто связаны с глубокими нарушениями в древних породах или даже в кристаллическом фундаменте, применение магнитной, гравиметрической и других геофизических съемок могло в ряде случаев помочь их выявлению и способствовать уточнению глубинного строения регионов (Нумеров, 1933). Тем более, что конкретной задачей геофизической разведки было не только выявление погребенных структур, но и установление положения и направления основных тектонических линий. Приведем некоторые результаты гравиметрического и электрического методов нефтяной разведки.

Первым методом геофизической разведки на нефть в нашей стране был гравиметрический. В 1925-1926 гг. в СССР проводились первые измерения и по ним составлена гравиметрическая карта Эмбенского нефтеносного района с целью уточнения геологического строения региона. Эти работы осуществлялись с учетом американского опыта изучения гравиметрическими методами солянокупольных месторождений. На картах прослеживался ход зарегистрированных аномалий, сохраняющих общее направление на протяжении 8-15 км. Градиенты силы тяжести меняли знак и давали ряд замкнутых максимумов и минимумов, как бы беспорядочно ориентированных, но более или менее равномерно разбросанных на огромной площади от Волги до железной дороги Оренбург-Ташкент (Сельский, 1938, с. 294). Минимумы соответствовали соляным куполам с плотностью, меньшей чем у окружающих пород. По гравиметрическим картам в то время удавалось обнаруживать погребенные соляные купола и определять их контуры, многие из которых оказывались нефтяными месторождениями. К 1937 г. в Эмбенском районе, по данным В.А. Сельского, гравиметрическими методами было открыто око-

но 250 соляных куполов, благоприятных для скопления нефти.

В других районах результаты оказались менее эффективными. Поставленные в 1926 г. вариометрические измерения в Азербайджане помогли наметить тектоническую линию, на которой расположена цепь грязевых вулканов, но не дали такого четкого, как на Эмбе представления о внутреннем строении. Однако с введением в комплекс разведочных работ маятниковой съемки в Азербайджане в 1929 г. был околонтурен "скелет кристаллических пород, соединяющий Большой Кавказ с Малым" и определен размер впадины, заполненной легкими осадочными породами (Сельский, 1938, с. 287). Гравиметрическая разведка на нефть, начатая на Северном Кавказе в 1928 г., помогла установить положение и направление основных тектонических линий от Дагестанского побережья Каспийского моря до Азово-Черноморского побережья. За четыре года гравиметрическими методами была обследована Затеречная долина (от р. Терек до р. Кумы), часть северного Дагестана и Капмыцких степей. При этом выявлены и показаны на картах аномалии, соответствующие погружению тяжелых пород с запада на восток параллельно Главному Кавказскому хребту и подъем тяжелых масс к северу.

Гравиметрическая разведка на Урале в начале 30-х гг. оказалась весьма полезной для уточнения тектоники всего региона и суждения о характере структур, поскольку в то время отсутствовали геологические данные. Гравиметрическое картирование в Туркмении, начатое в 1929 г., подтвердило, как и на Апшеронском полуострове, наличие глубокой отрицательной депрессии с центром в Небит-Даге. По данным последующей в 1932-1936 гг. вариометрической съемки, ось поднятия простиралась на запад с отдельными тектоническими нарушениями и локальными поднятиями типа вулкана Калицкого.

Электрическое картирование в нашей стране стало наиболее стремительно развиваться в конце 20-х — начале 30-х годов. В 1929-1930 гг. электрокартирование было проведено в районе Новогрозненской антиклинали и Черных гор, а также на обширной равнине между Сунженским хребтом и Черными горами, между Сунженской антиклиналью и Малокабардинским хребтом и т.д. (Дахнов, 1939, с. 10). Одновременно проводилось детальное картирование небольших участков на Эмбе и в Азербайджане. В 1931 г. электрокартированием охвачена Затеречная равнина и Эмбенский нефтеносный район, в 1932-1933 гг. —

в Дагестане, Донбассе, Майкопе, на Урале и в Сибири. В южных районах электрическая съемка помогла выявлять некоторые структуры, а на Урале и в Сибири аномалии электрического поля четко не отмечались. В 1935 году осуществлено вертикальное электрическое зондирование. Полученные данные позволили установить положение поверхности гипсо-ангидритовых отложений кунгура, впоследствии полностью совпавшего с сейсмическими данными (Дахнов, 1939, с. 16). Морская электрическая разведка и карта электрического поля Апшеронского полуострова и прибрежных районов Каспийского моря помогли открытию залежи нефти в Каспийском море и были использованы для уточнения строения складок на Апшеронском полуострове, в Грозном и на Эмбе.

В 1929 году в СССР впервые составлен крупномасштабный геологический разрез нефтяных скважин, на котором была показана связь литологического состава горных пород с их электрическими характеристиками. Этот вид геофизического картирования получил название электрического каротажа скважин и с того времени входит в обязательный комплекс их исследований с сохранением документации в геологических фондах. В дальнейшем каротажные измерения способствовали развитию геофизического картирования, обеспечивая привязку измеренных физических полей к глубинам, конечно, с учетом известных для данного района геологических и модельных данных.

Существенным дополнением к электроразведочным и гравиметрическим данным оказались крупномасштабные магнитные карты и сейсмические разрезы. Так, выявленные в 1932-1934 гг. резкие магнитные аномалии (до 1500 гамм) в районе Краснокамска на территории в 2000 кв. км во многом совпадали с поднятиями карбонových известняков и кунгурских доломитов, отмеченных на структурной карте, составленной по данным электроразведки (Яновский, 1932; Сельский, 1938, с. 300). На крупномасштабных сейсмических разрезах по профилям в ряде районов Южного Урала, Затеречной долины и Туркмении достаточно четко выделялись погребенные структуры, особенно соляные купола, отмеченные на гравиметрических картах. Скоростные сейсмические разрезы составлялись с шагом через каждые 10, 25, 50 и 100 м и на глубины до 3-5 тыс. метров. Использовались при этом в то время, как правило, методы отраженных и преломных волн. Именно сейсмические методы разведки оказались наиболее эффективными не только при разведке нефтяных структур и изучении локальных неоднород-

ностей верхних слоев земной коры, но при решении глобальных проблем строения Земли, а в наши дни и при обнаружении ядерных взрывов в любой точке планеты.

В 30-х годах начало усиленно развиваться мелко- и среднемасштабное геофизическое картирование. Основой служили крупномасштабные разведочные карты, специальные измерения по профилям, а также результаты магнитной и гравиметрической съемки. В 1930 г. Б.В. Нумеровым был составлен разрез распределения силы тяжести по профилю Златоуст-Челябинск-Петропавловск. Довольно резкие изменения силы тяжести на этой линии он объяснял периодическим приближением к поверхности или погружением подземных хребтов, сложенных тяжелыми породами (Нумеров, 1932). Гравиметрический профиль от западной границы СССР до Владивостока был составлен геологом П.М. Горшковым (1931). Положительные аномалии силы тяжести, по Горшкову, указывали на избыток масс и, возможно, на залегание на большой глубине тяжелых масс типа железных руд. Отрицательные — свидетельствовали о недостатке масс, т.е. присутствия в земной коре более легких пород, в том числе нефти, соли, газа.

Тогда же А.Д. Архангельский со своим учеником В.В. Федынским обработали данные гравirazведки на нефть в Азербайджане и построили карты аномалий силы тяжести для Восточного Азербайджана, на которых довольно ясно видны основные структурные элементы (Архангельский, Федынский, 1932). На карте горным массивам Главного Кавказского хребта и Малого Кавказа соответствуют положительные аномалии, а Куринской и Прикаспийской впадинам — отрицательные. В дальнейшем, изучая новые гравиметрические данные Западно-Сибирской низменности и Восточной Европы, А.Д. Архангельский связывал аномалии силы тяжести исключительно со строением поверхностных частей земной коры (Архангельский, 1932). Что касается региональных аномалий, то они, по мнению А.Д. Архангельского, вызываются изменениями плотности и расширением глубоких слоев земной коры, которые отзываются на поверхности поднятиями и отрицательными аномалиями силы тяжести (Архангельский и др., 1937). Рассматривая геологические результаты гравиметрических данных в Средней Азии и Юго-Западном Казахстане, он указывал на полосовое строение аномалий силы тяжести: крупные (до 70 мгл) положительные аномалии, простирающиеся от Южных Мугоджар на юг в прилежащие степи и связанные, по-видимому, с Тянь-Шанем и затем неболь-

шая уральская полоса отрицательных аномалий. Несмотря на это, связь между Уралом и Тянь-Шанем вполне вероятна. Полосовое строение аномалий силы тяжести в Западной Сибири вполне правильно, как считал А.Д. Архангельский, объяснялось Б.В. Нумеровым и П.М. Горшковым тем, что под горизонтальными слоями третичных и мезозойских отложений залегают дислоцированные палеозойские породы, которые выходят на поверхность у западной границы Урало-Сибирской плиты.

Несколько иное толкование мелкомасштабным картам распределения силы тяжести дал В.А. Сельский. Во многом соглашаясь с А.Д. Архангельским, он подчеркнул, что геологическое строение верхних 10-15-км слоев земной коры нам известно лишь гипотетически и неизвестно влияние других более глубоких слоев (Сельский, 1938). Распределение силы тяжести, по Сельскому, зависит от поверхностных слоев лишь в очень слабой мере, а ответственными за это распределение являются большие массы, залегающие на глубине. В подтверждение он приводит гравитационную карту, на которой изолинии силы тяжести направлены параллельно дуге Памирского хребта. Это, по его мнению, указывает на связь между зоной аномалий силы тяжести и тектоническими явлениями, действующими в данной части земной коры.

Все глубокофокусные землетрясения В.А. Сельский связывал с районами, где градиенты силы тяжести достигают максимума и магнитные аномалии особенно резко выражены. Следовательно, сейсмичность определенной зоны, максимумы магнитных и гравитационных аномалий отражают состояние подкоровых масс и процессов, протекающих во всей толще земной коры. Концентрация всех трех видов аномалий в одних и тех же зонах связывалась В.А. Сельским с исключительной сейсмичностью этих зон и рассматривалась им как очаги современных тектонических явлений. На приведенных картах показано распределение некоторых аномалийных зон, направление которых совпадает с направлением главных тектонических движений. Изучение распределения силы тяжести, аномалий магнитного и других геофизических полей могло оказаться весьма полезным для выработки основных теоретических представлений о строении земной коры и механизме ее движений (Архангельский, 1933).

Таким образом, геофизические карты в 20-30-х годах использовались для изучения общепланетарных физических полей и процессов, имеющих тем не менее существенный

практический выход. Геофизическое картирование расширило теоретические принципы геологической разведки, обеспечивая возможности изучения нижележащих стратиграфических горизонтов. Если до 1930 г. основными методами выявления сводовой части антиклинальных складок, особенно при хорошей обнаженности, были геологическая и геологоструктурная съемки, то позднее использовалось также и геофизическое картирование, которое дало возможность изучать платформенные области.

Совместное использование геофизических карт различного масштаба дало возможность наметить аномалийные зоны, связанные с образованиями месторождений полезных ископаемых и определять направление разведочных работ при поисках нефти, угля, железных и других руд. Б.В. Нумеровым, П.М. Горшковым, А.Д. Архангельским, В.А. Сельским, В.В. Федькинским и другими учеными на основе анализа данных геофизической разведки и с учетом результатов общих гравиметрической и магнитной съемок территории СССР были составлены карты и уточнено строение Европейской части СССР, Западного склона Урала, Азербайджана и других крупных регионов.

#### Литература

- Архангельский А.Д. О соотношении между аномалиями силы тяжести, аномалиями магнитными и геологическим строением в Восточной Европе. В кн.: Труды Особой комиссии по исследованию Курских магнитных аномалий при Президиуме ВСНХ. Вып. 5, М., 1924, с. 204-225.
- Архангельский А.Д. Геологическое строение СССР, Европейская и Среднеазиатские части. Л.-М. Госгеолтехиздат. 1932, с. 425.
- Архангельский А.Д. Геология и гравиметрия. М.-Л.-Новосибирск. ОНТИ., 1933, с. 112.
- Архангельский А.Д., Федькин В.В., Геологические результаты гравиметрических работ в восточном Азербайджане. Бюлл. МОИП, отд. геол., 1932, т. 10, вып. 3-4, с. 461-469.
- Архангельский А.Д., Федькин В.В. Геологические результаты гравиметрических исследований в Средней Азии и Юго-Западном Казахстане. Изв. АН СССР, сер. геол., 1936, № 1, с. 3-33.

- Архангельский А.Д., Михайлов А.А., Федьинский В.В., Люстих Е.Н. Геологическое значение аномалий силы тяжести в СССР. Изв. АН СССР, сер. геол., 1937, № 4, с. 701-742.
- Богоявленский Л.Н. О принципах радиометрической съемки и ее применениях. Изв. Института прикладной геофизики Л., 1925, вып. 1, с. 49-56.
- Годин Ю.Н. Основные черты региональной тектоники Туркмении по данным геофизических исследований. Изв. АН Туркм. ССР, сер. физ.-тех., хим. и геол. наук. 1960, № 4, с. 3-11.
- Голубятников Д.В. Электроразведка в Грозненском районе. Азерб. нефт. хозяйство. 1930, № 10, с. 51-56.
- Горшков П.М. Гравитационная съемка от западной границы СССР до Владивостока. Изв. Географ. о-ва. 1931, т.63, № 5-6, с. 41-49.
- Дахнов В.Н. Электрическая разведка в нефтяной промышленности. М.-Л., ОНТИ НКТП, 1939, с. 245.
- Кобозев И.И. Приложение электрометрических методов к решению задач структурной и глубинной геологии. В кн.: Труды Первой всесоюзной геофизической конференции. ОНТИ НКТП. М.-Л. Новосибирск, 1933, с. 65-72.
- Коридалин Е.А. Изучение строения земной коры сейсмическими методами. Изд. АН СССР, М., 1939, с. 280.
- Кремс А.Я. Каротаж скважин и его значение для геологии. Азнефтеиздат. Баку. 1932, с. 122.
- Лазарев П.П. Аномалия земного магнетизма и силы тяжести в Курской губернии. В кн.: П.П. Лазарев. Сочинения, т. II. Изд. АН СССР. М.-Л., 1950, с. 74-99.
- Лейст Э.Е. Курская магнитная аномалия. Пг, 1921, с. 54. Курская магнитная аномалия. Сборник документов и материалов. т. I. Белгородское книжн. изд. Белгород. 1961, с. 418.
- Никифоров П.М. Предварительный отчет о работах гравиметрической экспедиции по исследованию коренных месторождений платины в Нижне-Тагильском округе на Урале в 1924 г. Изв. института прикладной геофизики. Л. 1925, вып. 1, с. 259-276.

- Никифоров П.М. Достижения в области прикладной геофизики за десять лет. В кн.: Наука и техника в СССР, 1917-1927 гг. Изд. Работник просвещения: М., 1928, с. 3-23.
- Никифоров П.М. Гравиметрическая и сейсмическая экспедиция в Центральную Азию. В кн.: Труды института прикладной геофизики. 1929, вып. 5, с. 32-38.
- Нумеров Б.В. Результаты определения силы тяжести на восточных склонах Урала в 1930 г. В кн.: Изв. Всесоюзн. геолого-развед. объедин. 1932, т. 51, № 8, с. 63-69.
- Нумеров Б.В., Козловский Б. Результаты гравитационных наблюдений в 1927-1928 гг. в Эмбенском районе. Докл. АН СССР, 1929, № 16, с. 388-390.
- Нумеров Б.В., Полетаев С.П., Соколов П.Т., Кузнецов П.П. Геофизические методы разведки на нефть. Гос. научно-техн. нефть. изд., Л.-М., 1933, с. 120.
- Сельский В.А. Развитие прикладной геофизики и важнейшие результаты ее применения в нефтяной промышленности. Изд. АН СССР. М.-Л., 1938, с. 180.
- Сельский В.А. Изучение строения земной коры на основании данных геофизики. Госгеолиздат. М.-Л., 1940, с. 196.
- Яновский Б.М. Аномалия вертикальной составляющей земного магнетизма в районе Западного Урала. В кн.: Труды Нефт. геолого-развед. ин-та. М., 1932, вып. 30, с. 65-79.

T. D. ILYINA

(Institute of History of Natural Sciences  
and Engineering, Academy of Sciences of the USSR)

DEVELOPMENT OF GEOPHYSICAL MAPPING IN THE USSR  
(1917-1941)

(Abstract)

Origination of geophysical mapping is connected with intensive study of the planetary fields of the Earth. From the end of the XIX<sup>th</sup> century, geophysical studies and mapping started to be applied with the purpose of searching for economic minerals and of specifying the structure of certain regions. During 1920-1930 there were constructed large-scale magnetic maps of the areas of possible iron ore deposits in the Urals, the former Kursk province, Krivoy Rog and Siberia; gravimetric maps of the platinum and rock salt deposits in the Urals; maps of radioactivity and natural electric field in the Altai. These maps essentially represented the simplest schemes of distribution of physical field isolines without any relation to depth.

Maps compiled to different scales based on the results of geophysical exploration for oil were of great importance. In the twenties-thirties, with the help of geophysical maps it became possible to identify and outline salt domes in the Emba region, to trace the tectonic line of mud cones in Azerbaijan, to determine the position and orientation of the main tectonic lines in the North Caucasus.

During this period the first large-scale geophysical sections were constructed that made it possible to ascertain relation between lithological composition and electrical properties of rocks as well as to define the location of dense reflection horizons identified in ac-

cordance with the velocities of seismic waves. Simultaneous use of geophysical maps and sections of various scale compiled from the results of geophysical exploration and general magnetic and gravity surveys of the country made it possible not only to solve particular problems of the national economy but to specify tectonic structure of the European part of the USSR, the western slope of the Urals, Azerbaijan and the other large regions. The obtained data allowed more comprehensive study of the structure of the earth's crust.

**К. П. МЕЛЬНИКОВА**

(Московский государственный университет,  
им. М. В. Ломоносова)

**ИСТОРИЯ И МЕТОДОЛОГИЯ  
ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОГО КАРТИРОВАНИЯ В СССР**

Основы инженерно-геологического картирования заложены геологическими, гидрогеологическими и почвенно-грунтовыми исследованиями, начавшимися после создания Международного геологического конгресса (1878) и Геологического Комитета России (Геолком, 1882). О необходимости специальных геологических и гидрогеологических исследований для железнодорожного строительства писали А. П. Павлов (1888) и И. В. Мушкетов (1895). Первая Инструкция для изучения вечномерзлых толщ и создания карт распространности мерзлоты была разработана И. В. Мушкетовым (1895). Она предусматривала обязательное отображение на геологической карте климатических, гидрогеологических и мерзлотных условий района и связанные с ними процессы в грунтовой толще: пучения, пльвуности, карстообразования. Такие карты получили название технико-геологических. Впервые они были составлены при строительстве Амурской и Кругобайкальской железных дорог (Львов А. В., 1913). В руководствах по специальной геологической съемке, подготавливаемых Геолкомом появились требования детального изучения грунтов, их состава и свойств и нанесения получаемых показателей на профили и карты. Первые карты грунтов районов прилегающих к Транссибирской магистрали были изготовлены К. И. Богдановичем (1895-1909), (Мельникова К. П., 1975). Детальные технико-геологические исследования, по заданию Геолкома 1912 г. завершились составлением карты района Перевальной железной дороги, на которой Д. С. Белякин (1913) отобразил тектонику, литологию, химико-минералогический состав глинистых сланцев и зеленокаменных пород, с характеристикой трещиноватости, слоист-



**Богданов Алексей  
Алексеевич**

**25 (12) II 1907—18.9. 1971 г.**

тости, сжимаемости, т.е. по их инженерно-геологическим качествам (Геологические исследования, 1914).

Наряду с технико-геологическим картированием в пред-революционные годы в России были начаты работы по составлению почвенно-грунтовых карт. Они проводились К.Д. Глинкой (1912) вдоль железной дороги Тюмень-Омск, М.М. Филатовым (1913) вдоль грунтовых дорог под Москвой и другими исследователями.

Большой вклад в развитие теории и методов почвенно-грунтового картирования в России, в конце XIX-начале XX вв. внесли почвоведы и геологи, изучавшие новейшие отложения П.А. Земятченский, А.П. Павлов, Ф.П. Саваренский, М.М. Филатов, работавшие по планам Геолкома и Международного геологического конгресса. Их работами в почвенно-грунтовую и инженерно-геологическую съемку последовательно внедрялся историко-геологический (гене-

тический) метод изучения условий строительства. В основе региональных исследований по составлению почвенно-грунтовых карт лежала докучаевская методология, рассматривавшая все природные процессы во взаимосвязи и взаимообусловленности, как процессы единого эволюционного развития природы.

Важным вкладом в разработку методологии инженерно-геологического картирования и районирования были работы А.П. Павлова по выявлению новых генетических типов континентальных отложений и их распространенности (1888-1914), названные Ф.П. Саваренским классическими работами. Они использовались при создании инженерно-геологической классификации и разработке инженерно-геологического картирования и районирования (Саваренский Ф.П., 1937) после Великой Октябрьской социалистической революции, ознаменовавшей новую эру в развитии общественных отношений и в научных исследованиях России.

На втором этапе формирования основных направлений инженерно-геологических исследований (1917-1945), получают дальнейшее развитие теория и методы почвенно-грунтовой съемки, в связи с дорожным строительством и инженерно-геологической съемки, в связи с гидротехническим строительством (Мельникова, 1961).

Диалектико-материалистический подход к оценке природных процессов и условий строительства в целом, позволил советским ученым выявлять специфические техногенные (по Ферсману) или инженерно-геологические (по Саваренскому) процессы на поверхности земной коры. Он помог провести анализ и уточнить классификацию геологических процессов, определяющих условия строительства. Благодаря ему значительно усовершенствованы методики определения химико-минералогического состава определенных генетических типов пород грунтов, гранулометрического состава и физико-механических свойств, необходимых для получения объективных расчетных показателей, обеспечены проектирование и строительство плотин, водохранилищ и ГЭС на многих реках нашей страны, в связи с реализацией Ленинского плана ГОЭЛРО, а также связанных с ним дорожных и промышленно-городских сооружений. Перед геологами встали новые задачи, решение которых потребовало разработки методов изучения крупных регионов и способов отображения условий строительства на картах, планах, профилях.

В процессе исследовательских работ участвовали ученые и инженеры строительного профиля путейцы, гидро-

техники, геологи Академии наук и высших учебных заведений, главным образом, Ленинградского и Московского университетов. Их совместными усилиями была создана новая отрасль геологических знаний, получившая название "инженерная геология". Заслуга в разработке теоретических и методических основ этой науки принадлежит выдающимся русским и советским ученым А.П. Павлову, Ф.П. Саваренскому, В.И. Вернадскому, А.Е. Ферсману, Г.Н. Каменскому, В.А. Приклонскому, непосредственным ученикам и последователям В.В. Докучаева. В разработке теории и методов грунтоведческого направления в инженерной геологии и механике грунтов, в талом и мерзлом состоянии, основоположниками являются М.М. Филатов, М.И. Сумгин, К.И. Лукашев, В.В. Охотин, Н.А. Цытович, Н.М. Герсевичев.

Методы почвенно-грунтовой съемки были разработаны в Московском университете М.М. Филатовым. Им предложены способы отображения на картах и профилях закономерной смены почв и подстилающих их пород, а также основной метод почвенно-грунтовой съемки — "почвенных ключей", разработанный Н.М. Сибирцевым (1922). Суть метода заключалась в сплошной мелкомасштабной съемке с выборочной (для типичных участков) крупномасштабной. На картах отображались элементы рельефа, грунтовые воды, генетические типы почв и подстилающие их породы (грунты). Такие карты были составлены для Московской и Калининской областей С.С. Морозовым (МГУ). Методика их создания использовалась при построении и последующих инженерно-геологических карт.

Генетический подход к оценке инженерно-геологических условий внедрялся советскими учеными настойчиво, преодолевая влияние зарубежных геотехнических школ. В этот период становления инженерной геологии началась активная деятельность Ф.П. Саваренского и М.М. Филатова по организации кафедр инженерно-геологического профиля в Московском университете, Московском геологоразведочном институте, П.А. Землячченского, К.И. Лукашева, В.В. Охотина в Ленинградском университете и Ленинградском горном институте. В 1930 г. началась подготовка грунтоведов, гидрогеологов и инженеров-геологов, мерзлотоведов в этих вузах. Единственным курсом "Инженерная геология", в которой излагались теория и методы инженерно-геологического картирования, был курс Ф.П. Саваренского, читавшийся в Московском геологоразведочном институте. В нем излагались теоретические

основы инженерно-геологических исследований и освещалось состояние инженерно-геологического картирования на 1932 г. В изданном впервые (1937) учебнике "Инженерная геология", он ставит задачи в области инженерно-геологической съемки, картирования и районирования территорий, а также в области разработки общей методологии для составления инженерно-геологической карты страны, чтобы "дать достаточно ясную характеристику территории при помощи такой карты" (Саваренский Ф.П., 1939, с. 479). Инженерно-геологические карты подразделялись Ф.П. Саваренским на две категории: общие, освещающие инженерно-геологические условия для всякого рода строительства и специальные, освещающие геологические, гидрогеологические, физико-географические особенности районов, определяющих условия работы конкретного сооружения. Первая специальная инженерно-геологическая карта была составлена Н.И. Николаевым (1936) для Саратовского Заволжья, в которой на основании геологического строения и гидрогеологии района, автор выделил участки, различающиеся по условиям возведения гидротехнических сооружений. Инженерно-геологическая карта Приуфимского района Башкирской ССР, для размещения промышленных объектов, была составлена З.А. Макеевым (1934). В.И. Айзин, занимавшийся исследованиями оползней г. Горького, составил инженерно-геологическую карту городской территории, выделив районы применительно к категориям устойчивости земляных масс для сооружений: совершенно устойчивые, временно устойчивые и не устойчивые.

В 1935 г. на основании детальной инженерно-геологической съемки была опубликована карта В.П. Преображенского района окрестностей г. Горького правый берег р. Волги, для размещения промышленных и городских сооружений. При выделении участков по степени устойчивости учитывались: рельеф, орография и гидрогеологические условия (глубина грунтовых вод, их режим, химизм, высота капиллярной зоны, наличие карста, оползней и возможности их развития). При этом учитывались показатели физико-механических свойств пород определенного минералогического и гранулометрического состава, наличие гипса и его влияние на устойчивость сооружений. На карте В.П. Преображенского были выделены тринадцать различных участков, охарактеризованных в подробной легенде к карте.

Необходимым документом при инженерно-геологической

съемке являлся разрез буровой скважины, с указанием границ литологических слоев, их мощности, глубины залегания от поверхности Земли и абсолютных отметок возраста. Кроме того, на стратиграфической колонке отображались данные о водоносных горизонтах и оползнях. Используя марксистско-ленинскую теорию познания природной среды, учеными Московской школы геологов: А.П. Павловым, Ф.П. Саваренским, М.М. Филатовым, И.В. Поповым, на этой основе разработана методология инженерно-геологической съемки, которая обеспечила создание инженерно-геологических классификаций горных пород. Первая такая классификация была создана Ф.П. Саваренским, на основе выявленных закономерностей формирования осадочных толщ (фаций и формаций), их состава, строения и физико-механических свойств пород.

Разработка методов изучения гранулометрического и минералогического состава пород, определения структурных особенностей и свойств пород (грунтов), начатая в Московском университете М.М. Филатовым, в Ленинградском университете К.И. Лукашевым, В.В. Охотиным, Н.А. Цытовичем, в Московском геолого-разведочном институте Ф.П. Саваренским, Н.В. Коломенским, В.А. Приклонским способствовала уточнению инженерно-геологической классификации пород и дальнейшему развитию методологии инженерно-геологических исследований.

В течение следующего периода (1945-1960) на инженерно-геологических картах стала отображаться более разнообразная информация, с учетом особенностей геологического развития конкретных регионов. Предложенное Ф.П. Саваренским и Г.Н. Каменским понятие об инженерно-геологических процессах, уточняло специфику инженерно-геологических карт на которых отображались геологические процессы, объективные внутренние и внешние связи их в изучаемых регионах (природных, прежде всего структурных системах) и способствовало выяснению вопроса к какой форме движения можно отнести новую систему — геологическая среда-сооружение-, чтобы правильно обеспечить прогноз нормальной работы сооружений.

Широкий размах гидротехнического строительства в нашей стране накануне Великой Отечественной войны (Днепровская, Мингечаурская, Верхне-Волжские ГЭС, каналы Волго-Дон и им. Москвы и другие) определил дальнейшее развитие региональной инженерной геологии, ее теории и методологии картирования и районирования на новом этапе. Нами проанализирована методология инженерно-

геологических условий в районе канала им. Москвы (1932-1937). Выяснилось, что при составлении инженерно-геологических карт этого района впервые использовались данные детального геологического и гидрогеологического картирования, отображенные предварительно на геотехнических профилях, одновременно использовались обобщенные показатели физико-механических свойств пород, получаемые путем математической обработки экспериментальных данных (Мельникова К.П., 1961). Однако, единые принципы инженерно-геологического картирования начали разрабатываться общими усилиями гидрогеологов и инженеров-геологов только в 1950-х годах последователями Ф.П. Саваренского, И.В. Поповым, М.В. Чуриновым, Н.В. Коломенским, Е.М. Сергеевым.

На этом этапе развития инженерной геологии картирование базировалось на таких основных принципах: 1) классификация объектов картирования и выделение для показа на картах характерных признаков должна быть геологической; 2) подобные карты строятся на основе геологических карт, соответствующего масштаба; 3) обязательны детальные исследования полевые, натурные и экспериментальные, лабораторные для уточнения разделения и описания пород, с учетом их прочностных свойств; 4) необходимо установить места и характер проявления геодинамических процессов (карст, оползни, обвалы, подтопление прибрежных зон озер, рек, морей, залобоченность и пр.); 5) располагать точными данными о подземных и грунтовых водах, их распространенности, характер водоносных толщ, химизме вод, их режиме и дебите.

Показ на инженерно-геологических картах строения, состава и свойств пород глубоких горизонтов массива достигался приложением к ним специальных профилей с подробной характеристикой литологических разностей пород и размещением на карте колонок (масштабных и безмасштабных), секторных диаграмм и другими способами. Гидрогеологические условия отображались гидроизогидами зеркала грунтовых вод, гидроизоптезами, условными значками химического состава вод. Для конкретизации характеристики картируемой территории в приложении давались схемы районирования. Границы районов, чаще всего, принимались геоморфологические или гидрогеологические границы. Такие принципы картирования использовались Ф.Я. Андрухиным и И.В. Поповым в акватории р. Кубани и Л.Д. Белым в акватории р. Терек на Северном Кавказе, где были составлены первые геолого-гидро-

геологические карты и проведено районирование, Подобные исследования по изучению инженерно-геологических условий использования водных ресурсов проводились в долинах рек Предкавказья и Закавказья (Семенов И.П., 1947 г.; Нейштадт Л.И., 1950 г.), Урала и Средней Азии (Мавлянов Г.А., 1953).

Обобщения материалов, полученных при обследовании крупных регионов нашей страны, позволили поставить вопрос о создании специального направления — региональной инженерной геологии. В 1949 году И.В. Попов, И.И. Трофимов, Н.И. Николаев и другие выдвинули задачу-разработки теории и методов инженерно-геологического картирования крупных регионов. В этом плане была выполнена докторская диссертация М.П. Семеновым (1949), в которой автор предложил принципы типизации инженерно-геологических условий и соответствующего районирования Московской области и прилегающих районов. Коллективом ВСЕГИИГЕО, созданного в 1939 г., была издана "Методика составления инженерно-геологических карт" (Попов И.В., 1950 и др.).

Важную роль в разработке основных положений региональной инженерной геологии сыграли ученые Московского геолого-разведочного института и Московского университета, работавшие по поручению треста Гидроэнергопроект в связи с созданием схем инженерно-геологического районирования Европейской части СССР и Кавказа. В процессе работы над картами выявилось ведущее значение структурно-тектонического и геоморфологического принципов при инженерно-геологическом районировании крупных территорий.

Важным этапом в становлении методологии инженерно-геологического картирования стала работа по составлению инженерно-геологической карты СССР в масштабе 1:2 500 000, вышедшей в 1974 г. Составлены карты многих важных регионов: юга Красноярского края, Западной Сибири, Казахстана. Карты многих республик и областей изданы в многотомной монографии "Гидрогеология СССР" (1960-1975).

Толчком к такому относительно быстрому развитию теории и методологии инженерно-геологического картирования было Первое Всесоюзное совещание по вопросам инженерно-геологического картирования и районирования (1962, МГУ). За последующее десятилетие, научно-исследовательские и производственные организации накопили огромный опыт, который позволил однозначно ответить

на многие вопросы, являвшиеся дискуссионными на первом совещании. К таким вопросам относятся классификации карт по их масштабу, назначению и содержанию. На состоявшемся в 1974 г. Втором Всесоюзном совещании по инженерно-геологическому картированию было признано: 1) что наиболее удачным при картировании крупных природных комплексов является масштаб 1:500 000, обеспечивающий общее перспективное планирование и размещение промышленных комплексов и составление программ детальных инженерных изысканий; 2) карты более крупного масштаба 1:200 000, менее полезны, так как требуют больших затрат на их производство, а полученные с них характеристики не достаточны для решения конкретных вопросов; этот масштаб может оказаться полезным лишь для характеристики отдельных горных районов; 3) карты масштабов 1:1 000 000 слишком мелки, а потому многая ценная в научном и практическом отношении информация на них не отражается; 4) в практику инженерно-геологического картирования прочно вошли два масштаба — 1:25000 и 1:10 000, которые наиболее оптимально позволяют сочетать требования естественно-исторического анализа изучаемых территорий и инженерно-геологического анализа.

Вопросы содержания и методики государственного инженерно-геологического картирования в масштабе 1:200 000 до 1974 г. оставались также дискуссионными, поэтому неоднократно обсуждались на последующих региональных и всесоюзных совещаниях в самых разнообразных аспектах, начиная от понятия "инженерно-геологическая карта" и кончая деталями методики составления таких карт разного масштаба и назначения. "Принципиальные решения по проблемам инженерно-геологического картирования были приняты на совещании, которое состоялось в 1962 г. в Московском университете им. М.В. Ломоносова (Сергеев Е.М., 1975, с. 3). К 1974 г. была разработана методика создания прогнозных инженерно-геологических карт, на которых отображаются площади развития и даются количественные характеристики инженерно-геологических процессов, ожидаемых в результате строительства и эксплуатации инженерных сооружений. Первыми такими картами были карты Волжских водохранилищ, составленные под руководством Г.С. Золотарева в 1960-х годах. В таком же плане разрабатывались методы картирования для целей мелиорации земель, прогноза просадок в лессовых толщах, вторичного засоления пород, также для создания прогноз-

ных карт процессов, возникающих при разработке месторождений полезных ископаемых и карт прогноза устойчивости склонов, селей, карста, сейсмической опасности. Существенным их недостатком является качественная характеристика процессов. Это было отмечено на Всесоюзной конференции по теоретическим и методическим проблемам повышения качества и эффективности инженерно-геологических исследований, состоявшейся в 1980 г., в Ростове на Дону. Разработка количественных критериев для прогнозирования инженерно-геологических и природных процессов была названа ближайшей задачей инженерной геологии и инженерной геодинамики.

Характерной чертой развития методологии инженерно-геологического картирования в 1970-х — 1982 гг. является то, что для оценки инженерно-геологических условий широко используются современные геофизические методы. Проводится инженерно-геологическая съемка и создаются карты крупных угольных и полиметаллических месторождений полезных ископаемых. Проведено инженерно-геологическое районирование территорий Кузнецкого и Донецкого угольных бассейнов, с учетом основных природных процессов, определяющих поведение и устойчивость пород в бортах карьеров (Проблемы инженерно-геологического картирования, 1975, с. 152-158). В.И. Лукьяновым (РГУ) разработан рациональный комплекс лабораторных работ при картировании глубоких горизонтов месторождений полезных ископаемых (Проблемы..., 1975, с. 144-147). Получают дальнейшее развитие теория и методы регионального обзорного картирования для всестороннего освещения и оценки инженерно-геологических условий территории Западной Сибири. Учеными Кафедры грунтоведения и инженерной геологии Московского университета разработана методология исследований, на основе которой созданы и создаются специальные и общие инженерно-геологические карты, под руководством Е.М. Сергеева. Авторский коллектив инженерно-геологической карты Западно-Сибирской плиты был удостоен Государственной премии СССР. Одновременно, на основе методологии инженерно-геологического картирования и районирования, разработанной в МГУ под руководством И.В. Попова, в 1974 г. была издана Инженерно-геологическая карта СССР, масштаба 1:2 500 000, под редакцией М.В. Чуринова (ВСЕГИНГЕО).

Важный вклад в теорию и методологию инженерно-геологического картирования внесли ученые рабочей группы Совета Экономической Взаимопомощи: Н.В. Коломенский,

М.В. Чуринов, С.С. Соколов, предложившие принципы унификации составления инженерно-геологических карт, на основе общей методики инженерно-геологических исследований (Чуринов М.В., Соколов С.С., 1970) и единых способов обработки инженерно-геологической информации, предложенной И.С. Комаровым.

На современном этапе развития науки началось интенсивное изучение и картирование измененной геологической среды (по Сергееву) в связи с инженерной и хозяйственной деятельностью общества. Для наиболее важных территорий созданы альбомы карт: геологических, поверхностных отложений, гидрогеологических, климатических, инженерно-геологических, микросейсмического районирования. Карты инженерно-геологических процессов составляются по результатам дешифрирования аэрофотоснимков; карты сейсмической опасности по данным анализа новейшей тектоники. Завершены работы по инженерно-геологическому картированию территории Восточной Европы.

Достижения советских ученых в области инженерной геологии получили мировое признание и на III сессии Международной ассоциации по инженерной геологии (МАИГ), состоявшейся в Испании в 1978 году. Академик Е.М. Сергеев, возглавляющий это направление в Советском Союзе был избран президентом ассоциации.

### Литература

- Велянкин Д.С. Геологическая карта по линии Архотского тоннеля. В кн.: Геологические исследования в области Перевальной железной дороги через Главный Кавказский хребет. СПб., 1914. Прил. 2л.
- Голодковская Г.А., Жуковский С.Я., Сергеев Е.М. Инженерно-геологическое районирование долины верхнего Амура для целей гидротехнического строительства. В сб.: Вопросы геологического строения и инженерно-геологической характеристики долины верхнего Амура. Изд-во Моск. ун-та, 1962, с. 5-34.
- Коломенский Н.В., Дубровкин В.Л., Комаров И.С. Принципы государственного инженерно-геологического картирования. Советская геология, 1964, № 3, с. 17-29.

Мушкетов И.В. Физическая геология. Спб., т. 1, 1889, с. 290.

Львов А.В. Технико-геологическое описание линии Западной части Амурской железной дороги (предварительный отчет о геологических изысканиях вдоль линии дороги, произведенных летом 1911 г.). Спб, 1913.

Мельникова К.Д. Развитие советского грунтоведения в связи с дорожным гидротехническим строительством. Изд-во Моск. ун-та, 1961, с. 220.

Мельникова К.Д. Инженерная геология и грунтоведение в России (1860-1917). В сб. Вопросы истории естествознания и техники. т. 2, кн. 1, 1962, с. 201-208.

Мельникова К.Д. Вклад К.И. Богдановича в инженерно-геологические исследования России. Сб. Русско-польские связи в области наук о Земле. Изд-во "Наука", 1975, с. 54-60.

Методические указания по составлению инженерно-геологических карт масштабов 1:25 000 и 1:50 000 (для наземного строительства с неглубоким заложением фундамента). М. ВСЕГЕИГЕО, 1966, с. 56.

Павлов А.П. Генетические типы материковых образований ледниковой и послеледниковой эпохи. Изв. Геол. ком., 1888, вып. 7, с. 242-262.

Попов И.В. и др. Методика составления инженерно-геологических карт. М., Госгеолтехиздат, 1950, с. 200.

Проблемы инженерно-геологического картирования. Сб. докладов Всесоюзного симпозиума по картированию. Изд-во Моск. ун-та, 1975, с. 314.

Саваренский Ф.П. Инженерная геология. Госгеолтехиздат, М.-Л., 1-е изд. 1937, 2-е изд. ГОНТИ, 1939, с. 487.

Сергеев Е.М., Герасимова А.С., Трофимов В.Т. Принципиальные вопросы методики инженерно-геологического картирования Западно-Сибирской плиты. В сб.: Проблемы инженерно-геологического картирования. Изд-во Моск. ун-та, 1975, с. 77-83.

Сергеев Е.М. Инженерная геология. Изд-во Моск. ун-та, 1979, с. 400.

**K.P. MEL'NIKOVA**

**(Moscow State University)**

**HISTORY AND METHODOLOGY OF ENGINEERING  
GEOLOGICAL MAPPING IN THE USSR**

**(Abstract)**

History of engineering geological mapping in the USSR is subdivided into four stages according to the stages of hydrogeology, soil science and engineering geology. During the period of 1882-1971, in Russia as well as in the other European countries, geotechnical maps of different scale were mainly being elaborated. After the Great October Socialist Revolution, a new stage of development of engineering geology started (1917-1941). A new approach to the study of the conditions of construction, of technogenic (after Fersman) or engineering geological (after Savarensky) processes allowed to embark on elaboration of principles and methods of engineering geological mapping and compilation of manuals of special survey. The methods of mapping put forward by F.P. Savarensky, G.N. Kamensky, I.V. Popov and N.I. Nikolaev assisted the introducing of two types of maps (analytic and synthetic) into the practice of the survey work. During the subsequent period that ended in 1960, I.V. Popov, N.V. Kolomensky, E.M. Sergeev, M.V. Churinov and the other investigators separated engineering geological mapping into an independent branch of engineering geology. Study of the conditions of construction in different regions resulted in elaborating engineering geological classification of rocks (soils) and, on its basis, specifying principles and methods of engineering geological mapping of the Union Republic's territories. Since 1963, engineering geological maps were included into a set of maps compiled in the course of the state geological survey. In the period of 1960-1982

the unification of the methods of mapping and subdivision into zones was being continued and the methodology of engineering geological survey as applied to the platform and mountainous folded areas was being elaborated. In the Soviet Union, engineering geological maps of the West-Siberian Platform and of the whole USSR territory have been created for the first time in the world science.

В.А. КУДРЯВЦЕВ, К.А. КОНДРАТЬЕВА, Н.Ф. ПОЛТЕВ .  
(Московский государственный университет)

## ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ ГЕОКРИОЛОГИЧЕСКОГО КАРТИРОВАНИЯ

Геокриологические (мерзлотные) карты суммируют и обобщают в картографической форме имеющиеся к моменту составления фактические сведения и теоретические представления геокриологов о пространственно-временном теплофизическом состоянии и криогенном строении толщи многолетнемерзлых горных пород. Многолетнемерзлые горные породы, являющиеся основным предметом науки геокриология (мерзлотоведение), характеризуются отрицательной или нулевой температурой в слое годовых колебаний температур (5-25 м) в течение нескольких лет или весьма длительного времени (вплоть до геологического). Этим мерзлым породам, ежегодно оттаивающим с поверхности в летнее время на глубину 0,2-15 м, присуще наличие шпоров, слоев и пластов льда толщиной от долей миллиметра до нескольких метров. Ниже слоя летнего оттаивания располагается толща многолетнемерзлых пород, имеющая мощность от нескольких метров до километра и более.

Такие породы занимают в СССР более 47% всей площади и распространены в северной и северо-восточной частях нашей страны, а также в южных высокогорных районах. Широкое развитие мерзлых толщ, их изменчивость во времени и в пространстве обусловили необходимость изучения и картирования этих территорий.

Всю длительную историю геокриологического картирования можно разделить на 4 периода, соответствующих основным этапам становления и развития геокриологии. Так, первый этап, наиболее продолжительный по времени, является периодом накопления сведений о существовании в Сибири и Забайкалье природного феномена — вечно мерзлой толщи почв и пород. Этот период длился с XVI до первой четверти XIX столетия, а началом картирования вечномерзлых толщ можно считать конец XVIII века. Так, в 1860г

А.Ф. Миддендорфом была составлена первая в мире карта со схематическим изображением южной границы области распространения вечной мерзлоты на территории России в масштабе около 1:50.000.000. Позднее, в 1882 г., Г.И. Вильдом на такой же обзорной карте было показано схематическое положение изотермы воздуха  $-2^{\circ}\text{C}$ , которое он считал приблизительной границей замерзания почвы. В дальнейшем в 1889 г. Л.А. Ячевским в том же масштабе была опубликована карта распространения вечномерзлой почвы России, на которой было изображено более точное, по сравнению с предшествующими картами, положение южной границы области вечной мерзлоты. Эта граница оказалась единственным элементом содержания и более поздних схематических карт масштаба 1:50.000.000, составленных В.Б. Шостаковичем (1916), А.В. Львовым (1916) и др.

После Великой Октябрьской социалистической революции начался новый период развития мерзлотоведения, связанный с усилением освоения пространств Забайкалья и Дальнего Востока. В эти годы стали накапливаться фактические данные не только по распространению вечномерзлых толщ, но и по их среднегодовой температуре. В результате в 1927 году основоположник советского мерзлотоведения М.И. Сумгин, опубликовал "Карту распространения вечной мерзлоты в пределах СССР" масштаба 1:20.000.000 и "Схематическую карту вечной мерзлоты в СССР по типам ее географического распространения масштаба 1:30.000.000. В 1940 г. им же была издана Схематическая карта географического распространения вечной мерзлоты в СССР и преобладающих в отдельных районах температур вечномерзлой толщи в масштабе около 1:50.000.000.

Карты М.И. Сумгина, отражавшие широтную зональность распространения мерзлых толщ, получили всеобщее признание. Несмотря на полное отсутствие сведений о составе мерзлых толщ, эти карты нашли широкое применение в учебном процессе, а также для нормирования работ при производстве изысканий в области развития вечной мерзлоты. Впервые попытка схематического описания рельефа, климатических и геологических условий была предпринята в 1937 г. С.Г. Пархоменко при составлении Карты сезонно- и многолетнемерзлых толщ Евразии и объяснительной записке к ней.

Идея показа на мерзлотных картах состава мерзлых пород наряду с характеристиками их состояния, а также

определяющих их факторов природной среды получила свое дальнейшее развитие в трудах В.К. Яновского, В.Ф. Тумеля, В.А. Кудрявцева, И.Я. Баранова, проводивших крупномасштабные исследования в различных районах распространения вечной мерзлоты. Опыт исследования многолетнемерзлых пород в комплексе с изучением климата, растительности, рельефа и геологического строения, а также составление крупномасштабных мерзлотных карт способствовали разработке комплексного подхода при геокриологическом картировании. Этот метод получил применение при мелко-масштабном и при обзорном мерзлотном картировании территории СССР и отдельных его регионов.

Подобный комплексный подход был применен при составлении карты мерзлотно-температурного районирования СССР В.А. Кудрявцевым (1954) масштаба 1:25.000.000. Автор ее исходил из установления тесной зависимости мерзлотных условий от географической и геологической обстановки, и не только качественной, но и количественной оценки влияния факторов природной среды на формирование мерзлотных характеристик (среднегодовой температуры пород, амплитуды) колебания температур на поверхности и глубин сезонного оттаивания и промерзания пород). Такой подход дал возможность выделения на карте мерзлотно-температурных зон, которые характеризуются принадлежностью к определенным геолого-геоморфологическим провинциям, а также к определенным климатическим и геоботаническим областям. Такие зоны различаются по прерывистости распространения многолетнемерзлых толщ, их среднегодовым температурам и мощности. Карта В.А. Кудрявцева явилась первой, построенной с применением анализа формирования мерзлотных условий на базе выявления их зависимостей от факторов природной среды. Такой подход впервые открыл принципиальную возможность геокриологического прогнозирования.

50-е годы можно считать переломными в мер тотведения, поскольку к этому времени закончилось обобщение обширного фактического материала и стали окончательно выкристаллизовываться теоретические основы молодой науки — геокриологии. Этому способствовали работы таких ученых, как Н.И. Толстихин, Н.А. Цытович, П.И. Колосков, В.Ф. Тумель, В.А. Кудрявцев, И.Я. Баранов, П.Ф. Швецов, А.И. Калабин, П.И. Мельников, А.И. Попов, П.А. Шумский, С.П. Качурин и др.

Началом 3 периода мерзлотного картирования можно считать выход в свет составленной в 1956 г. И.Я. Барановым

Геокриологической карты СССР масштаба 1:10.000.000, изданной в 1960 г. Она явилась первой в мире картой, изданной в таком масштабе и охватывающей почти всю криолитозону Евразии. Эта карта построена на схематизированной геологической основе с выделением рыхлых и плотных горных пород, с обобщенным отражением зональных и региональных признаков вечномерзлых пород — их среднегодовых температур и мощностей. Обобщенное отражение нашли также криогенные и посткриогенные образования. На карте И.Я. Баранова выделено 6 геокриологических зон, охарактеризованных в тексте пояснительной записки к карте; две из них — океанические — выделены впервые.

На новой Геокриологической карте СССР И.Я. Баранова, изданной в масштабе 1:5.000.000 в 1977 г., выделены криогенетические типы и подтипы многолетнемерзлых толщ горных пород. На ней показано распространение: 1) эпигенетически многолетнемерзлых толщ с указанием генетического индекса эпикриогенных рыхлых пород, перекрывающих эпикриогенные коренные (без стратиграфического и генетического подразделения последних); 2) полигенетических многолетнемерзлых толщ с указанием генетического индекса синкриогенных рыхлых отложений, перекрывающих эпикриогенные коренные породы. Остальная нагрузка (изолинии температур и мощностей мерзлых толщ для плакорных условий, зона реликтовой мерзлоты, криогенные и посткриогенные явления и т.д.) соответствует предыдущей карте. Однако несмотря на обилие геокриологических сведений, эта карта все же оказалась весьма схематичной в региональном ландшафтно-геоморфологическом плане.

Другой советский исследователь А.И. Попов развивая криолитологическое направление в мерзловедении составил ряд обзорных карт в масштабе 1:20.000.000, на которых выделены мерзлотно-геологические районы области вечной мерзлоты в СССР и отражены типы подземного льда. Значительное число мерзлотных карт различного содержания и детальности составлены для отдельных регионов криолитозоны СССР. Это Мерзлотно-гидрогеологическая карта Северо-Востока СССР масштаба 1:10.000.000 А.И. Калабина (1960), Схематическая геокриологическая карта Якутской АССР П.И. Мельникова (1966), геокриологические карты Западной Сибири масштабов 1:10 — 1:5.000.000 и крупнее В.В. Баулина с соавторами и В.Т. Трофимова с соавторами

(1967-1981), Карта геокриологического районирования СССР масштаба 1:20.000.000 И.А. Некрасова (1970), Схематическая геокриологическая карта Средней Сибири масштаба 1:7.500.000 С.М. Фотиева, Н.С. Даниловой, Н.С. Шелевой (1974) и ряд других.

Интенсивное освоение области распространения многолетнемерзлых пород в 70-е годы привело к накоплению обширного фактического материала и к необходимости его научного обобщения посредством картирования. Поэтому за этот период составлен и опубликован целый ряд различных общих и тематических карт на отдельные участки, районы и регионы криолитозоны СССР в масштабе 1:500 000-1:5 000 000. В 1972 г. Якутским институтом мерзлотоведения СО АН СССР издана Геокриологическая карта Байкало-Амурской железнодорожной магистрали в масштабе 1:2 500 000, на которой выделено 2 области: одна — сезонного промерзания, другая — многолетнемерзлых пород. Последняя подразделена по мощности мерзлых толщ на 4 зоны в соответствии с рельефом (от менее 60 или 100 м до более 500 м с интервалом в 200 м). Карта снабжена описанием, разрезами, схемами-врезками и номограммами для расчета отепляющего влияния снега и подсыпок грунтов, охлаждающего влияния растительности и др.

Новейшей и наиболее совершенной геокриологической картой может по праву считаться карта в масштабе 1:2 500 000, подготовленная на кафедре мерзлотоведения Геологического факультета Московского Государственного университета. Ее составителями, работавшими под общим руководством В.А. Кудрявцева и К.А. Кондратьевой, охвачена вся территория криолитозоны СССР. Благодаря картированию основных геокриологических характеристик по элементам рельефа, учету геологического строения пород и характера их развития в новейшее время удалось наглядно отразить не только региональные геокриологические закономерности, но и местные, ландшафтные особенности. Вместе с тем при таком подходе к картированию конкретизировалось проявление широтной и высотной геокриологической зональности, а также условия формирования и развития многолетнемерзлых толщ на равнинных территориях, где широко проявляется инверсия температур воздуха и пород. В основу составления этой геокриологической карты был положен метод ключевых участков и ключевых районов, на которых устанавливались частные, общие и региональные закономерности формирования геокриологических условий. Между ключевыми участками и района-

ми картирование велось в соответствии с геологоструктурной обстановкой, рельефом, ландшафтом и климатом, гидрогеологическими и гидрологическими условиями.

Карта по своему содержанию и детальности является чрезвычайно сложной, однако отчетливо различающиеся методы изображения и дополнительная информация дают возможность получить довольно полную геокриологическую картину в пределах всей области развития вечномерзлых пород. Специфическими особенностями картирования при составлении Геокриологической карты СССР масштаба 1:2 500 000 являются следующие.

Для отображения на карте комплекса геологических условий состав и генезис пород генерализованы на формационной основе. Так, рыхлые кайнозойские отложения с соответствующими типами массивных или слоистых криотекстур, закартированы на основе выделения контуров геолого-генетических комплексов отложений. Коренные породы со своими унаследованными криотекстурами закартированы на основе выделения формаций пород, характеризующихся общностью истории геологического развития, общности их состава и свойств. Поэтому на карте выделены интрузивная, эффузивная, метаморфическая, эффузивно-терригенная, терригенно-карбонатная, галогенная и молассовая формации, рассматриваемые в пределах основных тектонических структур. Генетическая и стратиграфическая принадлежность отдельных формаций дается геологическим индексом.

На врезках показаны: зональность природных условий, современные тектонические структуры, соответствующие им геоморфологические регионы и области, гидрогеологические особенности с указанием на степень промороженности пород и глубинные геотермические условия.

Многолетнемерзлые толщи горных пород даны на карте по их распространению, по условиям залегания (характеру строения по вертикали, соотношению со слоем летнего оттаивания), по среднегодовым температурам пород на подошве слоя годовых колебаний, по мощности и прерывистости, по разрезу мерзлых толщ, по син- и эпикриогенному типу промерзания пород и т.п. По распространению мерзлых толщ и их взаимоотношению с тальными породами на карте выделяются 5 типов: редкоостровного, островного, массивно-островного, преимущественно сплошного и сплошного распространения. По среднегодовым температурам пород в соответствии с условиями теплообмена на поверхности почвы и в толще пород выделены

12 градаций. В южной геокриологической зоне в связи со сложностью и исключительной динамичностью мерзлотной обстановки выделены участки и районы трех типов, в зоне сплошного распространения — 9 типов температурного режима. Картирование мощности многолетнемерзлых толщ в южной зоне проведено с интервалом 10, 25 и 50 м, в зоне сплошного распространения через 100–200 м. Всего на карте показано 23 типа мерзлых толщ различной мощности.

Талики откартированы в масштабе карты (или внемаштабно) с учетом генезиса и соотношения с мощностью мерзлой толщи. Криогенные геологические образования показаны внемаштабными знаками по их местоположению. Составленная в единой легенде такая геокриологическая карта позволяет проводить широкий анализ закономерностей формирования геокриологических условий в современный период и истории их возникновения в процессе четвертичного развития природного процесса на территории Евразии.

Таким образом, высокая информативность геокриологической карты масштаба 1:2 500 000, читаемость основных характеристик с позиций их градаций и закономерного изменения по территории позволяет поставить ее в ряд ведущих карт природы, дающих возможность проведения комплексной оценки и районирования обширных территорий области вечной мерзлоты с широким кругом научных и производственных задач и охраны природной среды.

V.A. KUDRYAVTSEV, K.A. KONDRATIEVA, N.F. POLTEV  
(Moscow State University, USSR)

## PRINCIPAL STAGES OF GEOCRYOLOGICAL MAPPING

(Abstract)

In the history of geocryological mapping, four periods are distinguished which correspond to the main stages of formation and development of geocryology. The first period from the XVI<sup>th</sup> to the early XIX<sup>th</sup> century is characterized by accumulation of knowledge concerning the existence of permafrost soil and rocks in Siberia and Transbaikal. At the end of the period the first maps appeared (scale 1:50 000 000) reflecting the southern boundary of the frozen ground. The second period, from 1917 to 1941, is associated with the developing of Siberia and the Far East that was characterized by acquisition of factual data on permafrost and by theoretical and cartographic generalization of these data by M.I. Sumgin, P.I. Koloskov, V.F. Tumel et al. The geocryological maps remained large-scale but their content became more complicated due to schematic mean annual temperatures of rocks and thickness of permafrost strata. The third period, from 1944 to 1960, is characterized by intensive development of theoretical and regional geocryology as is reflected in the works by V.A. Kudryavtsev, I.Ya. Baranov, A.I. Popov, P.I. Mel'nikov et al. The maps were compiled to a scale of 1:40 000 000 — 1:10 000 000 and larger, the tendency to show a composition of frozen rocks having appeared. The fourth period continues nowadays and is characterized by the prosperity of geocryological mapping. Complex geocryological maps with complicated content are being compiled to a scale of 1:5 000 000 and larger. The geocryological map of the USSR, scale 1:2 500 000, compiled with due regard for geology and composition of rocks, tectonics, ground waters, relief, topographic and climatic conditions is the latest one.

М. М. РОМАНОВА

(Институт истории естествознания  
и техники АН СССР, Москва)

ИЗ ИСТОРИИ СОЗДАНИЯ  
СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ КАРТ МЕТАМОРФИЗМА

Метаморфические породы чрезвычайно широко распространены в земной коре, особенно докембрия: они составляют большую часть гранитно-метаморфического фундамента древних платформ. Метаморфические толщи являются полистадийными складчатыми комплексами, претерпевшими сильнейшие воздействия неоднократно наложенных процессов метаморфизма, тектонических деформаций и магматической деятельности, что привело к значительной или полной переработке исходных пород. Интенсивность деформаций в метаморфических комплексах во много раз превышает обычную интенсивность деформаций неметаморфизованных толщ, а направление деформаций неоднократно менялось на протяжении времени, так что поздние деформации нередко уничтожали или затушевывали не только первичные, но и более ранние метаморфические текстуры.

Расчленение и картирование метаморфических толщ является сложной задачей. Очень незначительную роль органических остатков крайне ограничивает применение биостратиграфического метода при их изучении. Возрастные расчленения метаморфических пород фанерозоя осуществляются в соответствии с геохронологической шкалой и региональными схемами фанерозоя. Расчленение же докембрийских пород в рамках единой шкалы является чрезвычайно трудным. Геохронологическая шкала докембрия разработана в СССР на основе радиологических методов (Г. Д. Афанасьев, 1964). Но в практике геологического картирования метаморфических толщ радиометрические данные используются ограниченно по многим причинам. На метаморфических породах применение изотопных методов затруднено. Интерпретация радиологических

данных здесь — сложная исследовательская задача. В случае сильнометаморфизированных пород радиологические исследования практически невозможны, т.е. в них заметно выражен привнос — вынос вещества. Надежные выводы о времени метаморфизма можно сделать на основании изучения только тех минералов, в отношении которых имеется четкая уверенность, что они на последующих после образования этапах геологической истории оставались закрытыми системами по отношению к тем или иным элементам, по которым определяется возраст. Наибольшие трудности представляет проблема датирования полиметаморфических комплексов, которые в земной коре более обычны, чем монометаморфические породы. Радиологические данные таких комплексов могут быть сильно искажены, так как многократно проявленные динамические воздействия могут способствовать потере радиогенных элементов. Вследствие этого, значения возраста, полученные по разным минералам, могут существенно различаться. Интерпретация расходящихся значений возраста связана с большими трудностями. Наиболее точно фиксируется время последнего метаморфизма.

Вплоть до конца 40-х гг. XX в. в картировании метаморфических толщ преобладал петрографический принцип — на карту наносились разновидности горных пород, но их взаимоотношения и структурная позиция, как правило, не рассматривались. В начале 50-х гг. в картировании метаморфических комплексов начинает утверждаться гораздо более плодотворный литолого-стратиграфический принцип, аналогичный принципу картирования немых фанерозойских осадочных и вулканических образований.

Использование этого принципа сыграло большую роль в унификации геологических карт, послужило стимулом к изучению разрезов метаморфических толщ, выявлению и сопоставлению устойчиво повторяющихся в различных регионах ассоциаций минералов.

Литолого-стратиграфический принцип, который помогает восстановить первичную, "дометаморфическую" природу пород, также не всегда применим при изучении метаморфических толщ. Теоретической основой литолого-стратиграфического метода являются представления об изохимичности регионального метаморфизма. Эти представления являются классическими. В ряде регионов изохимический характер процессов метаморфизма сомнений не вызывает. Но существуют многочисленные примеры значительного привноса вещества при метаморфизме. В связи с этим ряд гео-

логов считают этот метод неприемлемым при изучении метаморфических пород. Так, В.В. Жданов и др. (1980) считают, что изохимические метаморфические процессы являются лишь частным случаем метаморфо-метасоматических явлений. Первичный субстрат метаморфических комплексов, с одной стороны, однозначно не восстановим, а с другой стороны, не играет принципиальной роли в распределении полезных ископаемых. "... Ни увеличение детальности геологических исследований, ни привлечение сколь угодно совершенных методов (геофизических, геохимических, аэрометодов и т.п.), ни какие-либо иные меры не способны компенсировать органические недостатки литолого-стратиграфического принципа, обнаруженные при картировании метаморфо-метасоматических комплексов, поскольку эти недостатки определяются непреложностью к реальности теоретической модели изохимического метаморфизма" (Жданов и др., 1980, с. 60).

Общезвестны трудности, которые возникают при "рядовой" геологической съемке глубоко метаморфизированных образований, а также неудовлетворительное состояние "рядовых" геологических карт метаморфических комплексов. Объективно это вызвано сложностью метаморфических комплексов, несущих разнообразную геологическую информацию, которую практически трудно отобразить на одной геологической карте.

В связи с этим возникла необходимость создания специализированных карт метаморфизма, на которых должны быть отражены те объективные данные, которые не отражаются на обычных геологических картах.

Исторически первым было картирование зон метаморфизма на основе проведения изоград метаморфизма, которые выделялись по первому появлению индекс-минералов. Наиболее удобными при картировании оказались пелитовые породы, потому что они наиболее чутко реагируют на изменение температуры, кроме того они широко распространены.

Впервые зоны регионального метаморфизма были выделены Дж. Хорном (Horne, 1886) в северо-восточной Шотландии. Дж. Барроу (Barrow, 1893, 1912) в юго-восточной Шотландии, в районе Далрадран при картировании метаморфических пород выделил зоны, различающиеся характерными минералами, которые он назвал индекс-минералы. Первое появление индекс-минералов отмечает границу между двумя последовательными зонами. Изменение состава зон Дж. Барроу связывал с изменением температуры. Им была

предложена последовательность появления индекс-минералов по мере возрастания температуры метаморфизма: хлорит — коричневый биотит — альмандин — кванцит — ставролит — силлиманит.

В дальнейшем С.Э. Тилли (Tilley, 1924, 1925) также на материале района Далрадиан, который стал считаться классическим примером метаморфической зональности, разработал стройную концепцию. Он показал, что пелитовые породы далрадианской серии имеют примерно постоянный химический состав, поэтому изменения минералогического состава в них отражают изменения физических условий метаморфизма. В.Э. Тилли выдвинул представление об изоградах — линиях, соединяющих точки, соответствующие метаморфическим породам, образовавшимся при одинаковых условиях температуры и давления. В пелитовых породах Далрадиана отчетливо выделяются зоны, границы которых фиксируются появлением индекс-минералов. Такие границы он назвал изоградами — "изограда биотита", "изограда силлиманита" и т.д. Различные породы, принадлежащие к одной и той же фации метаморфизма, относятся к одной степени метаморфизма и являются изофациальными (изоградными).

Картирование метаморфических пород с помощью метода изоград с конца 20-х годов XX века получило широкое распространение. Как показал многолетний опыт изучения метаморфических толщ, этот метод оказался чрезвычайно плодотворным, так как в полевых условиях удается легко наблюдать типичные индекс-минералы. Соотношение изоград метаморфизма со структурными и стратиграфическими границами позволяет судить о месте метаморфизма в процессе геологического развития данного региона. Выделение зон метаморфизма по индекс-минералам и в настоящее время широко используется, особенно при крупномасштабном картировании. При этом в СССР на обычных геологических картах рекомендуется наносить изограды метаморфизма, а в случае недостаточности фактического материала отмечать хотя бы точки наблюдения индекс-минералов.

Однако карты изоград являются лишь первой ступенью обобщения, т.к. в разных регионах (при различном составе толщ) набор и последовательность зон отличаются, а сами изограды соответствуют разным температурам.

В дальнейшем необходимо было перейти к картированию фаций (а также субфаций или групп фаций) на основе петрогенетической решетки и единой схемы фаций. Объективно это стало возможным только в 60-х годах XX в. В СССР

накопился огромный петрографический материал по метаморфическим комплексам различных регионов, упорядочение и обобщение которого с помощью составления обзорных карт метаморфизма, можно было провести только при достижении определенного уровня теории метаморфизма. Успехи экспериментальной и теоретической петрологии позволили создать ряд достаточно непротиворечивых схем фаций метаморфических пород и выделить целую систему критических парагенезисов минералов в породах различного химического состава.

Первой в мировой практике мелкомасштабной (1:7500000) была "Карта метаморфических фаций СССР" (1966), составленная под руководством академика В.С. Соболева в Институте геологии и геофизики Сибирского отделения АН СССР в Новосибирске. Ранее создавались лишь крупномасштабные карты для небольших регионов. При составлении карты была использована схема фаций, предложенная В.С. Соболевым в 1964 г. Она представляет собой, как отмечают авторы карты, дальнейшее развитие схем фаций П. Эскола (1939), Ф. Тернера и Дж. Ферхугена (1961). Были выделены семь фаций: 1 — гранулитовая, 2 — амфиболитовая, 3 — эпидот-амфиболитовая, 4 — зеленосланцевая, 5 — лавсонит-глаукофановая, 6 — дистеновых сланцев и гнейсов, 7 — эклогитов, а также нерасчлененные смежные фации (для зональных или плохо изученных регионов). Фации выделяются по критическим парагенезисам минералов, имеющим в РТ — координатах вполне определенное поле устойчивости. Объем фаций в использованной схеме приблизительно соответствует первоначальной схеме П. Эскола. Существенной особенностью этой схемы фаций является четкое выделение фаций высокого давления — эклогитов, дистеновых сланцев, глаукофан-жадеитовых пород.

"Карта метаморфических фаций СССР", охватывающая огромную территорию сложного геологического строения с разновозрастным метаморфизмом, явилась первым опытом мелкомасштабного картирования метаморфических фаций. Карта основана на минеральных ассоциациях, фиксирующих условия метаморфизма. Выделяются фации — участки выходов геологических тел, разграниченных достаточно строго определенными "изофизическими" поверхностями, отвечающими конкретным РТ условиям образования пород. "Карта метаморфических фаций" показывает распределение температуры и давления на данном эрозионном уровне в период максимума метаморфизма. Она позволяет восстановить историю режима температуры и давления земной коры, осо-

бенно на ранней стадии ее геологического развития.

На основе "карты метаморфических фаций СССР" ее авторами были сделаны интересные выводы о приуроченности гранулитовой фации к архейским щитам, мигматитов — преимущественно к амфиболитовой фации, о наличии двух типов зон повышенного давления, из которых зоны с глаукофановыми сланцами и эклогитами соответствуют наиболее крупным глубинным разломам и др. (Добрецов Н.Л. и др., 1965, 1966). Эта карта, воссоздавшая физико-химические условия метаморфизма, по мнению ее авторов, служит необходимым дополнением к уместующим обзорным геологическим и специализированным картам, позволяющим обнаружить некоторые новые геологические закономерности.

Опыт, методика и принципы составления "Карты метаморфических фаций СССР" были использованы при составлении унифицированной схемы фаций и легенды для международных карт метаморфизма континентов (Zwart a. oth., 1967). Это было сделано на заседаниях Рабочей группы по картированию метаморфических поясов мира, созданной по решению Международного Геологического союза в составе Комиссии по геологической карте мира и преобразованной в Подкомиссию по картированию метаморфических поясов мира. Заседания проходили в Дании 13-17 февраля 1967 года под председательством Х. Цварта, с участием многих выдающихся петрологов из разных стран — В.С. Соболева, А. Мияширо, А. Субраманиама, Т. Валланса и др.

В итоге этих заседаний была достигнута достаточная согласованность принципов составления и оформления карт метаморфизма. В решении Рабочей группы по картированию метаморфических поясов мира отмечалось, что существует только одна специальная карта метаморфизма, а именно "Карта метаморфических фаций СССР". Рабочая группа рекомендовала выделять на картах три основные серии фаций по давлению, которые в соответствии с классификацией А. Мияширо (Miyashiro, 1961, 1967), можно назвать андалузит-силлиманитовым, дистен-силлиманитовым и жадеит-глаукофановым.

В рекомендованной унифицированной схеме фаций выделены 13 подразделений. Как отмечал Н.Л. Добрецов и др. (1980, с. 15), сопоставление унифицированной схемы фаций со схемами фаций разных авторов показывает определенные различия. Международная схема оказывается менее совершенной, более упрощенной, чем другие схемы, однако именно эта схема должна служить основой для унификации. Здесь ситуация аналогична стратиграфичес-

кой шкале — существуют региональные и континентальные ее варианты и международная стратиграфическая шкала, утвержденная международными организациями, служащая основой для любых стратиграфических сопоставлений.

Работу по составлению метаморфических карт континентов развернула Подкомиссия по картированию метаморфических поясов мира. Эти карты могли быть составлены только в результате международного сотрудничества геологов многих стран. В 1973 году была издана "Метаморфическая карта Европы" (под редакцией Х. Цварта, со-редактор — В.С. Соболев) в масштабе 1:2 500 000 на 16 листах и "Метаморфическая карта Альп" в масштабе 1:1 000 000. Им предшествовали карты метаморфических фаций Венгрии, Румынии, Югославии, Болгарии, Чехословакии и др. стран, обсуждение которых состоялось на IX конгрессе Карпато-Балканской ассоциации в Будапеште в 1969 году (Asta geol., 1969).

В 1971 г. в СССР, в Новосибирске, по инициативе академика В.С. Соболева состоялся Всесоюзный симпозиум "Принципы составления карт метаморфизма и некоторые общие проблемы петрологии". Были обсуждены 15 специализированных обзорных карт метаморфизма, опубликованных или подготовленных к печати к этому времени. Были представлены карты нескольких типов: 1) метаморфических фаций (составлявшие большинство), 2) типов регионального метаморфизма, 3) метаморфических формаций, 4) метаморфических поясов СССР, 5) структурные карты метаморфических толщ.

Следующим этапом в рамках международной программы по картированию метаморфических поясов мира было издание в 1978 году "Метаморфической карты Азии" (под редакцией В.С. Соболева) в масштабе 1:5 000 000 на 9-ти листах. В составлении этой карты участвовали более 60 ведущих советских специалистов в области метаморфизма из многочисленных организаций СССР, а также представители геологических служб Японии, Индии, Ирана и других стран. ("Метаморфические комплексы Азии", 1977). На подготовительном этапе были опубликованы метаморфические карты части Средней Азии (1971), Алтай-Саянской складчатой области (1972), Японии (1973).

В настоящее время все геологи, отмечая повышенную сложность картирования метаморфических толщ, считают, что оно требует комплексного использования разнообразных геоструктурных и вещественных критериев (включая парагенетические, петрохимические и геохимические). В

решении Комиссии по метаморфизму и метаморфогенному рудообразованию Петрографического комитета АН СССР подчеркивалась необходимость создавать наряду с обычными геологическими картами метаморфических комплексов, основанными на литолого-стратиграфическом принципе, специальные карты метаморфизма, "в которых должны быть отражены на основе минералогического и парагенетического анализов фации и последовательность этапов метаморфизма (включая зоны регрессивного метаморфизма) на основе детального структурного анализа, геохронологических и других методов" (Методика картирования ..., 1980, с.5).

В настоящее время при крупномасштабной геологической съемке метаморфических комплексов (1:50 000) в Советском Союзе ставится задача создания специализированных карт метаморфизма, в первую очередь карт метаморфических фаций, которые являются основой для любых других, более сложных карт метаморфизма.

#### Литература

Добрецов Н.Л., Соболев В.С., Ревердатто В.В., Соболев Н.В., Ушакова Е.Н., Хлестов В.В. Основные закономерности распределения фаций регионального метаморфизма на территории СССР. Геология и геофизика, 1965, № 4.

Добрецов Н.Л., Ревердатто В.В., Соболев В.С., Соболев Н.В., Ушакова Е.Н., Хлестов В.В. Фации регионального метаморфизма СССР. Объяснительная записка к "Карте метаморфических фаций СССР". Наука, Новосибирск, 1966.

Добрецов Н.Л., Кележинская К.В., Кицул В.И., Ленных В.И., Лепезин Г.Г., Хлестов В.В. Структурные и вещественные критерии при картировании метаморфических толщ. В сб. Методика картирования метаморфических комплексов. Наука, Новосибирск, 1980.

Жданов В.В., Дуденко Л.Н., Жуков Р.А. Метаморфо-метасоматическая зональность и принципы ее картирования. В сб. Методика картирования метаморфических комплексов. Наука. Новосибирск, 1980.

Метаморфические комплексы Азии. Ответственные редак-

- торы Соболев В.С., Лепезин Г.Г., Добрецов Н.Л. Наука, Новосибирск, 1977.
- Методика картирования метаморфических комплексов. Наука, Новосибирск, 1980. Acta geol. Acad. Sci., Hungar v. 13, 1969.
- Barrow G. On an intrusion of muscovite-biotite gneiss in the south-east Highlands of Scotland. Geol. Soc., L., Quart. Journ., XLIX, 1893.
- Barrow G. On the geology of lower Dee-side and the southern Highland and border. Geol. Assoc., Proc., XXIII, 1912.
- Horne J. The origin of the andalusite-schiste of Aberdeenshire Miner. mag., 6, 98, 1886. Metamorphic map of Asia. 1978.
- Metamorphic map of Europe. 1973.
- Miyashiro A. Evolution of the belts. J. Petrol., 1961, v. 2, N. 3.
- Tilley C.E. Metamorphic zones in the southern Highlands of Scotland. Geol. Soc. London, Quart. Journ., LXXXI, 100-112, 1925.
- Zwart H.L., Corvolan J., James H.L., Miyashiro A., Saggerson E.P., Sobolev V.S., Subramanian A.V., Valance T.G. A scheme of metamorphic facies for the cartographic of regional metamorphic belts. Reprint from IUGS geological Newsletter, N. 2, 1967.

M. M. ROMANOVA

(Institute of History of Natural Sciences  
and Engineering, Academy of Sciences  
of the USSR, Moscow)

ON THE HISTORY OF CREATION  
OF SPECIALIZED MAPS OF METAMORPHISM

(Abstract)

The first attempt of compiling maps of metamorphism was distinguishing various zones on the basis of iso-grades of metamorphism outlined by index minerals (J. Horn, 1886; J. Barrow, 1893, 1912; S.E. Tilly, 1924). The following stage was characterized by mapping facies on the basis of petrogenetic lattice and a single facies scheme. It became possible only on attaining a certain level of the metamorphism theory in the '60s of the XX<sup>th</sup> century. Advances in experimental and theoretical petrology allowed to elaborate a number of rather non-contradictory facies schemes.

The small-scale "Map of metamorphic facies of the USSR" (1:7 500 000) compiled under the supervision of Academician V.S. Sobolev (1966) is of great scientific interest, this map being the first in the world geological practice. The experience, methods and principles of compiling this map were used when elaborating a unified facies scheme and legend for international maps of metamorphism of the continents (H. Tsvart et al, with V.S. Sobolev's participation) compiled under cooperation of geologists from many countries. These methods were further developed when elaborating and editing the "Metamorphic map of Europe" (1973, editors H. Tsvart and V.S. Sobolev) and the "Metamorphic map of Asia" (1978, editor V.S. Sobolev).

Г. Д. АЖГИРЕЙ

(Университет дружбы народов им. П. Лумумбы)

К ИСТОРИИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО КАРТИРОВАНИЯ  
ЗАПАДНЫХ ГИМАЛАЕВ

Изучение и картирование Гималаев начато в 1851 году (Р. Страчей)<sup>1</sup>. В то же время создана государственная геологическая служба — Geological Survey of India. Уже тогда в их исследованиях, кроме английских и индийских геологов, участвовали ученые из разных стран: Ф. Столичка, 1865, Л. Лоци, 1878; К. Динер, 1895-1915; А. Крафт 1902, В. Улиг, 1903-1910, из Австро-Венгрии; Г. Дайнелли, 1913-1914, А. Дезио, с 1930, из Италии. Позже А. Гейм, А. Гансер, 1936, Гансер, 1964; Т. Хаген, 1951-1960; Я. Штоклин, 1980, из Швейцарии; А. Бертельсен, 1951-1968, из Дании; П. Борде, 1955-1961, из Франции и др. Среди исследователей следует отметить Д. Вадия (1919, 1931, 1957) — президента Международного геологического конгресса 1964 г.; М. Кришнана (1953), А. Джинграна (1964, 1971-1977), И. Ч. Панде (1964-1976), К. Вальдия (1961), В. Дж. Гупта (с 1969) и др.

Западные Гималаи поделены между регионами: Джамму и Кашмир, Ладак, Химачал-Прадеш, Кумаон, Гарвал, Панджаби-Субха, Уттар-Прадеш. Геологическое картирование здесь велось в основном в масштабе 4 мили в 1 дюйме (1:253,440).

Ввиду больших различий в геологическом строении всего Гималайского горного сооружения, мы разделим их на Южные и Северные. Предложенное английскими учеными,

---

<sup>1</sup> Здесь и ниже названия работ см. в библиографиях, приведенных в "Литературе" к данной статье.

деление на Низкие и Высокие Гималаи основано скорее на геоморфологических, а не геологических признаках.

Первая геологическая карта обширных районов Химачал-Прадеша и Панджаби-Субха была составлена г. Меддикотом в 1864 году, в масштабе 8 миль в 1 дюйме. В 1907 году С. Бурард и Г. Хайден опубликовали первую сводную геологическую карту Гималаев. Серьезным вкладом явилась геологическая карта Гималаев в масштабе 1:2000000 А. Гансера (1964).

Геологическое картирование в Гималаях столкнулось с рядом важных проблем, отсутствие органических остатков в породах, остро ставило вопрос о стратиграфии их южной части. Особенно затруднено было в связи с этим изучение тектонических шарьяжей. Первое упоминание об опрокинутых складках, переходящих в шарьяжные покровы, мы находим у М. Лоци (1907). В южных Гималаях в 1928 году, в районе города Симлы присутствие шарьяжей было доказано при детальном геологическом картировании. Затем их изучали Дж. Ауден (1934, 1937), В. Вест (1939), Р. Мишра и К. Вальдия (1961), К. Вальдия (1962-1980), А. Тевари (1973), Г. Аджирей (1964-1979), А. Джейн (1971-1976), А. Синха (с 1970) и др.

Более определенные данные о них получены в Северных Гималаях, где породы часто содержат определимые остатки и стратиграфия отложений изучена лучше. Еще А. Крафт (1902) отметил здесь экзотические блоки пород в тектонической зоне (верховья Инда). Это, в свою очередь, привело А. Гейма и А. Гансера (1936-1964) к открытию и изучению "сутуры" верхнего Инда и верхней Брампутры (Цангпо) на протяжении 1500 км. "Сутура" Инда представляет собой большой глубинный крутопадающий разлом, вмещающий зеленые миндалекаменные порфириды, свежие перидотиты, диабазы и много туфов основного состава, а также монцониты. Этот глубинный разлом является корневой зоной шарьяжных пластин, передвигавшихся на 30-50 км к югу. Часто шарьяжные тела составлены меловым флишем, содержащим экзотические глыбы известняков с лейасовой фауной в аднетской фации, характерной для Восточных Альп. Они являются пелагическим, возможно глубоководным образованием, неизвестным в коренном залегании. Другие глыбы представлены обломками меловых пород, кальциево-меловыми титонскими известняками, известняками с карнижскими аммонитами и пермскими продуктусовыми известняками.

Возраст шарьяжных перекрытий определяется тектони-

ческим залеганием клипена в 40 км южнее "сутуры" Инда (А. Тевари, 1981) на породах центральной кристаллической зоны Гималаев, абсолютный возраст метаморфизма которых колеблется в пределах от 10 до 30 млн. лет (миоцен-плиоцен).

Среднеэоценовый нижний предел геологического возраста имеет шарьяжная пластина пород Чейла, обнажающаяся севернее Симлы в тектоническом окне Шали (В. Вест, 1939). Здесь на 30 км в глубь Гималайских гор породы шарьяжной пластины Чейл перекрыли фаунистически датированные среднеэоценовые слои свиты Субату. Верхняя возрастная граница перемещения пластины—поздний олигоцен—ранний миоцен. Датировка основана по Х. Сингху (1964) на олигоценовом перерыве отложения осадков (свиты Субату — средний эоцен и Дагшаи — ранний миоцен) и возрасте, определенном стронций—рубидиевым методом пороодообразующего биотита (50 млн. лет) в гранитоидах, пересекающих пластину Чейла на водоразделе рек Биас и Сатледж (В. Бханод, 1978).

Замечательную систему пологих шарьяжных пластин можно наблюдать в самом центре Южных Гималаев, в 75 км к северо-востоку от Главного ограничивающего современное горное сооружение Гималаев, пограничного взброса в долине реки Сатледжи.

В глубоко врезанной долине с разностью высот 3,0–3,5 км (руслами реки и верхней кромкой долины), в районе между Кингалом и Ниртом, мостом через Ногли-кхад, в окрестностях Рампура наблюдается следующий геологический разрез снизу вверх (данные И. Панде, Г. Аджирея, А. Синхи и К. Вирди, 1974–1976). В русле реки Сатледж обнажаются тектонические окна. Одно из них составлено уплотненными, темно-серыми валунами, сцементированными тем же материалом. Возраст этих валунных конгломератов и мощность неизвестны, но они определенно составляют основание обнаженной части разреза на горизонте около 600 м над уровнем моря. Малый метаморфизм пород несомненен. Однако, если учесть, что черные сланцы свиты Симла, также мало метаморфизованные, имеют верхне-рифейский возраст, то валунные конгломераты, возможно, образовались в рифейское время.

Выше по склону лежит шарьяжная пластина диафоритовых гнейсов с отчетливой линейностью, в целом залегающих почти горизонтально или слабо наклонно. Мощность пластины изменяется от 200 до 500 м. Еще выше хорошо обнаженный контакт между гнейсами и лежащими на них

черно-зеленоватыми, характерными слабометаморфозованными сланцами свиты Чейли. Именно здесь в них были найдены многочисленные остатки нижнекаменноугольных спор (Н. Умнова, 1981). Мощность шарьяжной пластины Чейла здесь не превышает 1000-1500 м, тогда как восточнее, в бассейне р. Алакнанда, в районе городов Шринагара и Тери мощность сланцев Чейла, неправильно называемых Чандпуром, достигает 4-6 тыс. м.

Наконец, еще выше, до самой Нарканды на Индо-Тибетской дороге, на отметке 3800 м, лежит пластина кварцитов свиты Джутог, мощностью не менее одной-двух тысяч метров. Они метаморфизованы в амфиболитовой фации и обычно представляют наиболее высокозалегающую на водоразделах гор шарьяжную пластину.

Описанный разрез, картированный в крупном масштабе Н. Вирди на протяжении 20 км по долине р. Сатледж, настолько хорошо обнажен и так хорошо отражает обычную в Южных Гималаях "чересполосицу" малометаморфизованных и интенсивно метаморфизованных пород, образующих мощные тектонические пластины, что всякие иные объяснения наблюдаемых структур просто немыслимы. И опять, на новых больших площадях устанавливается закономерная смена метаморфизма, типичная для Южных Гималаев. Внизу породы мало метаморфизированные, выше, на водораздельных хребтах, породы метаморфизованные в амфиболитовой фации и гранитогнейсы. В данном случае смена интенсивности метаморфизма произошла дважды. Это усложнение только подчеркивает огромность процессов тектонического шарьяжирования.

Итак, вопрос о существовании или отсутствии шарьяжной тектоники в Гималаях в настоящее время, по результатам детальных геологических съемок, может считаться бесповоротно решенным положительно. Полого залегающие шарьяжные пластины различной толщины (от немногих метров до 2-6 км) обычно мощностью во много сотен метров; встречаются повсеместно не только по периферии горного сооружения, где в их формировании могли участвовать гравитационные силы, но также и далеко внутри горного сооружения (75-100 км).

Методически важны и поучительны факты дальнейшего изучения шарьяжных деформаций. В районе Симлского клиппена детальные геологические съемки были продолжены И. Падде и Равидра Кумаром (1974) в районе Халонга, на северо-западном окончании клиппена. Здесь по периферии шарьяжных пластин Чейл и Джутога во многих

местах на площади в несколько квадратных километров наблюдается перекрытие породами Чейла красноцветных бокситовых линз, составляющих остатки коры выветривания на породах автохтона — сланцев Симлы. Это не оставляет сомнений в отсутствии высокогорного рельефа в момент формирования шарьяжей. Шарьяжеобразующие деформации, несомненно, предшествовали главным горообразовательным процессам в Гималаях. Такой вывод делали по отношению главной складчатости в геосинклиналях в других районах мира, которая почти всеми считается независимой и предшествующей главным горообразовательным движениям (Биллингс, 1960 и мн. др.). Все это также указывает на неправомочность объяснения возникновения главных шарьяжеобразующих движений в результате гравитационного скольжения. Следует считать механизмы деформации, формирующие шарьяжи, такими же, какие приводят к главной геосинклинальной складчатости. И те и другие деформации однотипны, различный же результат обязан неоднородности в механических свойствах деформируемых пород. Более пластичные породы, деформируясь, образуют складчатость геосинклинального типа. Менее пластичные комплексы пород, и в других физико-механических условиях, перемещаются по системам пологих сколов, образуя шарьяжные пластины. Таков один из кардинальных выводов, к которым возможно прийти, выясняя историю формирования шарьяжей в Гималаях. Вероятно, именно Гималаи с их глубочайшими врезами по речным долинам, являются классической страной для изучения шарьяжной тектоники.

Значительно труднее обосновать решение другой проблемы, раскрывшейся во всей глубине теоретической и практической значимости в процессе геологического картирования Гималаев.

Еще О. Амферер (1906) и Хаммер (1911), Арбенц (1912), Э. Краус (1936, 1955, 1959) утверждали, что пологозалегающие шарьяжные пластины имеют "корни" — зоны крутозалегающих пород, в таком же или близком фаціальном облике.

Вероятно, именно О. Амферер придал идее о связи пологозалегающих шарьяжных пластин и "корневых" зон или "зон всасывания" физико-механическое содержание. Последнее заключалось в том, что всякое шарьяжированное сооружение рассматривалось им не как результат активного надвигания шарьяжной пластины из корневой структуры, а совсем наоборот, предполагалось поддвигание пород, образующих фундамент шарьяжной пластины. По ме-

ре приближения к корневой части происходило опускание ("всасывание") пород фундамента по зоне крутого, почти вертикального тектонического нарушения, что О. Амферер относил за счет неких конвекционных потоков в земной коре.

Гипотеза Амферера, как всякое представление о деформации вещества, может анализироваться с двух точек зрения — кинематической и динамической. В. Белоусов (1946-1948) показал, что складкообразование не может быть вызвано тангенциально направленными силами. Согласно закону подобия, введенного в геологию М. Губертом (1937), горные породы не способны передавать направленные тектонические силы в блоках шириной более 10-20 км. Для этого они не обладают достаточной прочностью (жесткостью). Чтобы воспроизвести складкообразование путем тангенциального сжатия в лабораторных условиях, пришлось бы в качестве материала употреблять такие пластичные вещества, как мазут. Если исключить возможность прямой передачи горными породами тангенциальных сил и вероятность вертикально направленных движений, остается только тангенциальное пододривание пород основания ("баземента") под породы, лежащие сверху и образующие чехол основания. Именно породы основания, перемещаясь в обратном направлении, вызывают смятие пород чехла или образования шарьяжных сколов в проходах чехла. Все данные детальных структурных геологических наблюдений по всему миру, доказывают правильность этой кинематической концепции О. Амферера.

Однако динамика, а именно силы, вызывающие пододвигание пород "баземента", их происхождение, за 75 лет существования гипотезы О. Амферера не были выяснены. Предположение о конвекционных ячейках потока вещества, образуемых движущимися тектоническими силами, также считается невероятным.

Неразработанность динамической стороны концепции О. Амферера заставляла ставить вопрос о правомерности утверждения о том, что всякий комплекс пологозалегающих пластин должен иметь корни, из которых этот шарьяж произошел. Проблема усложняется установленными геологическими съемками фактами, указывающими на то, что огромная часть вещества больших шарьяжных пластин физически не могла поместиться в обычно узкой зоне корневого, крутопоставленного разлома. Приходится вводить ряд допущений. Во-первых, о вероятности значительного сокращения ширины корневой зоны. Во-вто-

рых, о возможности рассредоточенного всасывания и (соответственно) рассредоточенного "выплескивания" вещества в шарьяжные пластины. В-третьих, допускать существование более широких трогов, ограниченных с обеих сторон корневыми зонами. Такой комплекс в целом заполнен породами одного формационного типа, не продолжающимися существенно за пределы трога и ограничивающих трог разломов. В-четвертых, если у О.Ампферера схема всасывания была симметричной, то теперь, по материалам, полученным в результате изучения многих складчатых сооружений, выясняется асимметрия пододвигания, как более частый случай.

Повышенный интерес к результатам анализа Гималайского материала в этом смысле был особенно высок в связи с обоснованной советскими геологами концепцией глубинных разломов (В.А. Обручев, 1926; В.А. Николаев, 1928-1955; А.В. Пейве, 1945-1956 и многие другие). Понятие о глубинных разломах является важным этапом в истории разработки методов геологического картирования. Глубинные разломы, согласно этой концепции, на определенных этапах выступают как корневые зоны шарьяжей (Альпы, Западные Карпаты, Большой Кавказ, Тянь-Шань и др.). На других этапах для них характерны деформации типа региональных сдвигов. Они же контролируют интенсивные интрателлурические тепловые потоки флюидов, в значительной своей части ювенильных, и внедрения магматического вещества. С потоками флюидов в некоторые этапы связаны процессы регионального метаморфизма. Другие характерные черты глубинных разломов: чрезвычайная длительность их функционирования и обычное разделение глубинными разломами геосинклинальных областей на структурно-фациальные и структурно-формационные зоны. Глубинные разломы являются границами структурно-формационных зон, а в ряде случаев, когда имеют значительную ширину, они вмещают особые фации или формации горных пород, свойственные только данному глубинному разлому. Самым же главным свойством глубинных разломов, имеющим особенно большое практическое значение, является контроль ими разнообразных месторождений полезных ископаемых, особенно магматогенных.

Учитывая все вышесказанное, в том числе доказанность, обоснованную детальными геологическими съемками повсеместного существования в Гималаях комплексов пологозалегающих шарьяжей, следующей кардинальной задачей являлось обнаружение в Гималаях крутопадающих корневых

зон шарьяжных сооружений. Одна, очень крупная корневая зона — "сутура" Инда, была известна. Однако это важное открытие в силу ряда причин и недоразумений заслонило собой решение всей проблемы потому, что с "сутурой" Инда связаны в общем небольшие шарьяжи, а шарьяжные сооружения Южных Гималаев оказались отделенными от "сутуры" Инда широкой зоной Тетис Гималаев, сложенных мало-метаморфизованными породами.

А. Гансер решал возникшую проблему, объединив "сутуру" Инда с так называемым Главным Центральным надвигом, якобы отделяющим северные Высокие Гималаи, включающие и Тетис Гималаи, от южных Низких Гималаев. По главному центральному надвигу, согласно гипотезе А. Гансера, оказались надвинуты Высокие Гималаи. Следовательно, единственной настоящей корневой зоной в Гималаях оказалась "сутура" Инда.

Главный Центральный надвиг, рисуемый А. Гансером на мелкомасштабных картах, в действительности таковым не является. Он при ближайшем рассмотрении распадается на локальные надвиги, например по р. Алакнанде, где мы (1976) его наблюдали также, и в небольшой части бассейна Джамуны. Однако в более западных частях Гималаев Гансер прибегает к обобщениям, не соответствующим данным современных геологических съемок. В Пир-Панджале, между Рутанг-пассом и долиной реки Чандра (И. Панде, Сарендара Кумар, 1970; К. Поуэл и П. Конакхан, 1963) все обстоит совсем иначе. Шарьяжные пластины гнейсов, кристаллических сланцев и нижележащие шарьяжные пластины Джутага и Чейла (П. Мета, 1970; Г. Ажгирей, 1970 и 1976) берут начало в корневой зоне левобережного борта долины р. Чандра, а на правом берегу, за большой вертикально падающей зоной глубинного разлома, начинается разрез пород Гималаев Тетиса, в основании которого залегают неметаморфизованные терригенные сланцы, аналогичные свиты Мартоли. Есть большие основания считать разрез, детально исследованный Поуэлом и Конакханом, типоморфным, потому что именно к югу от Осевого крутопадающего глубинного разлома возвышается четко выраженная геоморфологически, так называемая "центральная стена" Гималайских кристаллических пород, в данном случае восточной части хр. Пирпанджал. В породах этой "стены" в менее метаморфизованных линзах найдены среднеюрские аммониты. "Стена" кристаллических пород осевой части Гималаев в действительности лишь южное крыло огромного глубинного разлома, отделяющего струк-

турно-формационную зону Тетис Гималаев от расположенного южнее комплекса докембрийских и фанерозойских толщ Южных Гималаев.

Гипотеза А. Гансера о нормальной последовательности метаморфизма на северном крыле этой "стены" оказалась ошибкой. В действительности к северу от Осевого глубинного разлома породы без всяких переходных фаций представлены мало метаморфизованными разностями отложений Тетис Гималаев. Если же встречаются ореолы контактово-метаморфизованных пород, они обязаны молодым, постемноценовым интрузиям турмалинсодержащих гранитов, которые локально затушевывают действительные соотношения.

Итак, методы геологического картирования, подкрепленные представлениями геологов советской школы о крутопадающих глубинных разломах, раскрывают на примере Гималаев замечательную картину связи структурно-формационных зон, образованных комплексами горных пород, отражающих конседиментационную деятельность глубинных разломов больших размеров. Эти разломы крутопадающие и долгоживущие, отделяют структурно-формационные зоны Южных Гималаев, типичной геосинклинали в протерозое, доказанной изучением строматолитов (Р. Митра, К. Вальдия, М. Раабен) с низов рифея, т.е. со времени около 1700 млн. лет, и продолжавшей существовать, как геосинклинальное сооружение почти весь фанерозой. В осевой части геосинклинали Южных Гималаев, возможно, развивалась как эвгеосинклинали в среднем палеозое, если подтвердятся определения возраста черносланцевой зеленокаменнотUFFитовой свиты Чейл как раннекарбоновой (Г. Аджирей, Н. Умнова, А. Синха, 1981), имеющей мощность до 6000 м. Во всяком случае мощные метаморфиты базальтовых лав с сохранившимися визикулярными текстурами, описанными Мак-Магон, 1877; А.Тевари, Г. Аджиреем, 1976, в районе Рампура (басс. Сатледжа), Чамоли (басс. Алакнанды), не оставляют сомнения, что количество основных магм, поступавших в разные периоды в Южную Гималайскую геосинклинали, было значительным.

"Стены" кристаллических пород в Осевом глубинном разломе, несомненно, принадлежащие к Южным Гималаям, имеют обычно трехчленное деление — внизу кристаллические сланцы, в средней части розовые кварциты, в верхней части карбонатно-диопсидовые метаморфиты. Весь комплекс шарьяжных пластин "кристаллической стены" мощностью обычно больше 10 км. отражает историю раз-

вития центральной части Южно-Гималайской геосинклинали.

В заключение отметим, что "стена" кристаллических пород характеризует осевую часть Гималаев почти на всем протяжении 2200 км. Она проявляется как характерный геоморфологический элемент в связи с тем, что составлена прочными породами. Для нее свойственна прерывистость и эшелонированность отдельных тектонических разрывов. Несмотря на прерывистость, система разломов в целом образует сплошную зону, представляющую собой границу между Южными и Северными Тетис-Гималаями. Это и есть выход на поверхность гигантского глубинного разлома, значительно более крупного, чем "сутура" верховий Инда и Браматуры. Нет сомнений, что главный Осевой глубинный разлом функционировал непрерывно с докембрия. Севернее него располагается геантиклиналь Тетис-Гималаев, для которой характерна четкая биологическая зональность по вертикали разреза осадочных пород мощностью 6-9 км, начинающаяся с кембрия. Наконец, еще севернее располагается моногеосинклинали "сутуры" Инда и Браматуры, существовавшая с перми, а возможно и раньше. В промежутках между глубинными разломами первого порядка намечаются системы субпараллельных и секущих разломов второго порядка. Таковы кардинальные положения, разработанные на материалах геологических съемок в Западных Гималаях, имеющие общетеоретическое значение для геологии геосинклинальных поясов Земли.

#### Литература

(только справочная)

Ажгирей Г.Д. Шарьяжи в геосинклинальных поясах. М., Наука, 1977, с. 155. Библиогр.: 120 названий.

Ажгирей Г.Д., Умнова Н.И., Синха Аншу К. Новые данные о геологии Западных Гималаев. Доклады АН СССР, 1981, т. 260, № 4, с. 953-955.

Gansser A. Geology of the Himalayas. Intersci. Publ. 1964, 289p, Bibliogr. 331 publ.

Himalayan Geology 1977 v. 7 Dehradun INDIA 482 p, Bibliogr. 220 publ.

Fuchs G., Sinha Anshu K. The Tectonics of the Garhwal-Kumaun Lesser Himalaya yh. Geol. B.-A.Wien. 1978. Bd. 121, Hf 2. p. 219-241, Bibliogr. 79 publ.

G. D. AZHGIREY

(Patrice Lumumba Friendship University, Moscow, USSR)

ON THE HISTORY OF GEOLOGICAL MAPPING  
OF THE WEST HIMALAYAS

(Abstract)

The activity of the Geological Survey of India in the Himalayas is considered from the time of its establishment to nowadays. Geological mapping was performed generally to a scale of 1:250 000. By the end of the XIX<sup>th</sup> century, two main structural-formational zones extending along the Himalayas had been distinguished: the southern zone represented by various thick geosynclinal strata of sandstones, schists, carbonaceous rocks and metabasites of Precambrian and Phanerozoic age and the northern one represented by typical geoanticlinal strata of Phanerozoic age with clearly pronounced biostratigraphic zonation.

In the middle of the XX<sup>th</sup> century, a deep fault, "suture", limiting the North (Tethys) Himalayas in the north was identified in the upper reaches of the Ind; this fault is known to have been formed in the Permian time. However, the main tectonic structure separating the North Himalayan geosyncline from the South Himalayas was studied only in the '70s by the Indian geologists who used the methods worked out in the Tien Shan by the Soviet scientists.

The discovery of the structure similar to the most important structural trend of the Tien Shan radically changed the idea of control of magmatogene deposits in the West Himalayas and has already led to the discovery of barite-polymetallic deposits. In the South Himalayas, overthrust tectonic systems have been discovered the root zones of which are associated with the main tectonic zone separating the South Himalayas from the North Himalayas.

В. С. МИЛЕЕВ, Ю. В. ЮНАКОВСКАЯ  
(Московский государственный университет)

ОБЪЕМНОЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ  
И КАРТОГРАФИЧЕСКОЕ ИЗОБРАЖЕНИЕ

Развитие геологической съемки и геологической картографии в Советском Союзе идет по пути изучения все более глубоких частей земной коры с целью их опоскования и отражения его результатов на геологических картах.

Традиционное третье измерение на карте выражает в конфигурации геологических границ специальными знаками пространственной ориентировки плоскостных и линейных текстур разного генезиса и системами изогипс различных поверхностей. Эти элементы позволяют путем экстраполяции геологической ситуации на дневной поверхности получить представление о глубинном строении рассматриваемой территории. Расширение применения геофизических методов в комплексе геологической съемки привело к тому, что в середине 60-х годов этого столетия геологические разрезы, входящие в комплекс обязательной графики по геологической съемке, стали строиться с использованием результатов интерпретации геофизических данных. Это сделало их более содержательными и позволило распространить на большие глубины.

С конца 60-70-х годов опережающие геофизические работы являются неременным элементом крупномасштабной геологической съемки, что ставит целью более полное опоскование площади, повышение надежности геологических карт и более глубокое и широкое проникновение в земные недра. Сокращение перспектив открытия новых крупных месторождений полезных ископаемых на земной поверхности вызвало необходимость их выявления на глубине, что потребовало получение информации о детальном геологическом строении от поверхности до заданного уровня и опоскование этого интервала.

Происходит переход откартирования поверхности и про-

странственного изучения лишь отдельных геологических тел (интрузивов, палеовулканов и т.д.) и изучению значительных объемов верхних частей земной коры как основы для целенаправленных глубинных поисков. Эта задача привела к созданию новых типов работ в геологической службе СССР. В начале 70-х годов выделились два типа работ: глубинное геологическое картирование и объемное геологическое изучение.

Глубинное геологическое картирование — изучение методами геофизики и бурением поверхности фундамента платформ под значительным покровом чехла с попутным исследованием последнего. Графическим выражением его являются геологические карты поверхности фундамента и отдельных горизонтов платформенного чехла. Сейчас глубинное геологическое картирование ведется при мощности платформенного чехла до 0,3 км. В перспективе — картирование площадей с чехлом мощностью 0,5–1,7 км. Работы этого типа проведены на склонах Украинского щита, в Донецком бассейне, на Туранской плите, в Тенинской и Чу-Сарысуйской впадинах Центрального Казахстана и других районах. Наибольшее по размаху геологическое картирование мелкого масштаба проведено на площади Воронежской антеклизы Восточно-Европейской платформы.

Задачей объемного геологического изучения (ОГИ) является исследование складчатого комплекса или нескольких складчатых комплексов древних и молодых щитов до заданной глубины. Содержание ОГИ определяется интервалом глубин и степенью детальности работ. В ОГИ наметились два направления: региональное мелкомасштабное ОГИ (масштаб работ 1:200 000 — 1:1 000 000 и мельче) и крупномасштабное ОГИ (масштаб работ 1:50 000 — 1:25 000 и крупнее). Мелкомасштабное ОГИ изучает интервал глубин 0–5 км до 10 км с целью прослеживания на глубину основных региональных структурных элементов (Геологическая карта Кавказа, 1976; Геологическая карта Украинских Карпат..., 1976 и др.). Основывается она на широком использовании материалов интерпретации геофизических исследований, базирующихся на региональных геологических картах и общих моделях строения земной коры. Результаты его графически представляются в виде геологических разрезов и площадных геологических схем, отнесенных к тому или иному уровню на глубине. Оги этого типа проведено при изучении гранитных массивов в палеозоидах Центрального Казахстана, мезозоидах Сихотэ-Алиня и Чукотки (Духовской и др., 1981).

Крупномасштабное ОГИ — сложный комплекс геологических, геохимических и геофизических исследований, сочетающихся с бурением, целью которого является создание геологической модели заданного объема земной коры до глубины целесообразной разработки месторождений и его опоискование с известной точностью и достоверностью. В 1970-1976 гг. Московским Университетом были проведены в Северо-Западном Прибалхашье на площади 430 кв. км работы масштаба 1:25 000 для выработки методики производства крупномасштабного ОГИ. Они показали, что создание обоснованной объемной модели геологической среды при ОГИ возможно при существенном расширении арсенала методов исследований, объема их проведения и целесообразном комплексировании. Работы показали, что ОГИ должно базироваться на материалах специально проводимой геологической съемки (доизучения) масштабов 1:25 000 и 1:10 000 с использованием всех видов космо- и аэрофото-материалов, профильных и площадных геохимических, петрофизических, грави-, магнито-, электро- и сейсморазведочных работ тех же масштабов. Изучаемый объем ограничивается глубинами до 0,5 км, от силы 1 км. Поведение ОГИ целесообразно на флангах разрабатываемых месторождений и в пределах рудоперспективных площадей с целью их опоискования, и определения направления глубинных поисков.

В этом широком комплексе работ особое место принадлежит специальным методикам, служащим задаче восстановления геологических структур и оценки их рудоперспективности на глубине. Таковы, например, палеовулканические реконструкции, изучение конгломератов, вычисление геохимических показателей, характеризующих геохимическую и металлогеническую специализацию, аналитическое продолжение вниз потенциальных физических полей, комплексное объемное моделирование и т.п.

Создание объемной геологической модели сложно построенных территорий требует использования возможно более полного комплекса методов лишь на отдельных площадях, расположенных в пределах развития одного складчатого комплекса с регулярным характером структуры. Модель может быть создана на основе экстраполяции геологических данных поверхности при минимальных объемах геофизики и бурения.

Неадекватность расчленения среды по физическим свойствам ее геологическому расчленению требует проведения большого объема исследований по геологической интерпре-

тации источников аномальных физических полей. Этот этап находит отражение в серии промежуточных картографических материалов, например геологической карте поверхности, степень генерализации и легенда которой определяются разрешающей способностью используемого комплекса методов в отношении структур на заданных глубинах.

Принципиальным вопросом ОГИ является форма графического отражения геологического строения заданного объема земной коры. Такое графическое изображение должно: 1) быть привычным для геолога, 2) обеспечить получение информации в любой точке модели, 3) обеспечить простоту измерительных операций, 4) обеспечить возможность простого способа привязки любой точки модели к данной местности, что позволит графическое изображение использовать в последующей практической деятельности.

Традиционной в геологии формой отражения глубинного строения является геологический разрез или серия параллельных разрезов, иногда серии взаимно ортогональных разрезов. Именно таким образом еще в начале века Э. Аржан (Les Grands Plis Couché's, 1902-1911) отразил строение Альп, а Ф. Кинг в 40-е годы — АППАЛАЧ (Geologic Map, 1960). У нас в стране с помощью разрезов В.В. Бронгулеев (1967) передал строение глубинных частей герцинской Каратауской системы, а один из авторов этой статьи — протерозойского Майтубинского антиклинория в Центральном Казахстане (Милеев, 1976). Казалось бы, естественным объемное строение передавать с помощью блок-диаграмм или пространственных вещественных моделей, которые и рекомендуются при ОГИ (Духовской и др., 1981). Однако избирательный характер этих изображений с большим количеством неохарактеризованного пространства, значительные из-за перекрытий "мертвые" зоны, затруднительность измерительных операций и ограниченные возможности или даже полная невозможность их дальнейшего практического использования делают их лишь иллюстрациями.

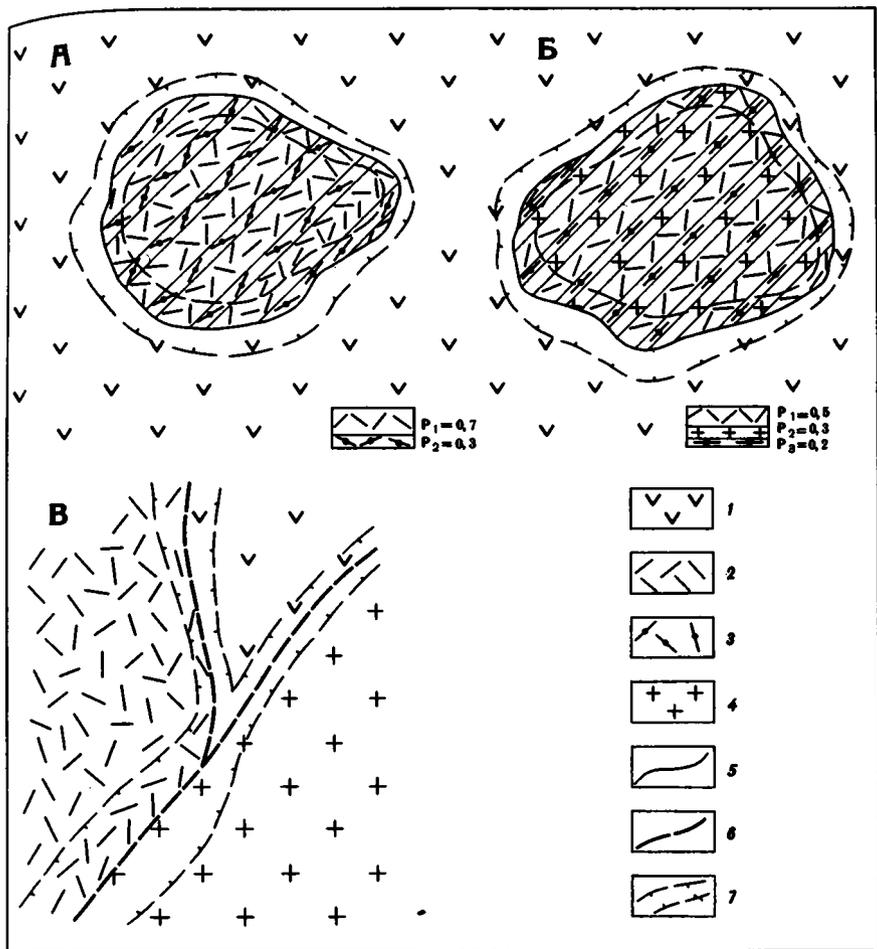
Ближе всего по способу изображения к геологической карте находятся карты-срезы, отнесенные к тому или иному глубинному уровню. Карты-срезы практически удовлетворяют всем перечисленным условиям, хотя получение информации в любой точке исследуемого объема зависит от величины сечения между уровнями карт-срезов. Интерполяция между картами-срезами разных уровней существенно облегчается привычными для геолога изображениями в плане. На картах-срезах очевидна простота измерительных операций. Для того, чтобы они могли использоваться в дальнейшей работе,

карты-срезы должны составляться на топографической основе поверхности. В этом случае положение проекции любой точки изучаемого объекта легко определяется на дневной поверхности, и эта точка может быть достигнута буровой скважиной, легко привязывающейся на местности.

Составление карт-срезов, как самих объемных моделей, в зависимости от характера геологического строения и используемых методов при разумных объемах бурения может вестись геолого-геометрическим и геолого-геофизическим методами. Последним методом карты-срезы строятся на генерализованной карте поверхности в ее легенде.

Существенной проблемой является характер поверхности, для которой строится карта-срез. Принципиально возможны два варианта: 1) карта-срез отнесена к определенному значению абсолютной высоты; 2) карта-срез равно удалена от дневной поверхности. Выбор варианта в первую очередь определяется типом рельефа и глубиной уровня карты-среза. Когда перепады высот дневной поверхности значительны по отношению к глубине уровня среза, предпочтительнее второй вариант, который обеспечивает возможность равнооточных построений на всей территории. В этом случае отсчет уровня карты-среза ведется от дневной поверхности, т.е. она будет построена не для плоскости, а для криволинейной поверхности, подобной дневной.

Второй существенной проблемой составляемых карт-срезов является их точность и достоверность. Объемное геологическое изучение базируется, как уже отмечалось, на экстраполяции на глубину геологических данных поверхности и интерпретации геофизических данных. Обе эти процедуры неизбежно отягощены ошибками, в значительной мере зависят от представлений исследователя. В силу чего их результат имеет вероятностный характер. Разумный объем бурения повышает надежность и уменьшает ошибки результативных представлений, но не изменяет ситуации в целом. Целесообразным и принципиально необходимым является графическое отражение вероятностного характера объемных построений. Для этого могут быть предложены следующие приемы (рисунок). Точность определения положения границ геологического элемента на уровне карты-среза отражается оконтуриванием доверительного интервала, в который с заданной вероятностью попадает эта граница. Соотношение оконтуренной площади и размеров геологического элемента характеризует надежность выделения последнего. Неопределенность решения в отно-



Способы картографического изображения вероятностных решений:

А, Б — состава и возраста геологических тел: А — два решения.

/р — вероятность/, В — три решения; В — выделение доверительных интервалов положения геологических контактов.

1 — андезиты, 2 — липариты, 3 — фельзиты, 4 — граниты, 5 — геологические границы, 6 — разрывы, 7 — границы зоны доверительных интервалов контактов

шении состава, возраста и пр. элемента отражается введением полосчатого рисунка, где ширина каждой из полос пропорциональна вероятности данного решения; при необходимости в ней размещается литологический крап. Такой способ позволяет одновременно отразить 2-3 решения, что практически исчерпывает все возможные варианты.

Выражение нескольких вероятных решений и зон возможного положения границ на карте делает ее в смысловом отношении богаче и объективнее, т.к. дает возможность видеть, как наиболее достоверные, так и наименее точные по авторским оценкам участки карт-срезом.

Именно в такой вероятностной легенде были составлены карты-срезы для уровней -125 и -250 м от дневной поверхности в Северо-Западном Прибалхашье.

Геологические разрезы, построенные по сетке в двух ортогональных направлениях, связывают воедино карты-срезы с картами поверхности, обеспечивая жесткий геологический каркас всей системы.

Составление комплекса различных по легендам, но тесно связанных между собой геологических карт (геологическая карта поверхности, генерализованная карта поверхности, карта-срез, карта полезных ископаемых) сделало необходимым разработку нового типа легенд к ним. Была составлена в табличной форме единая легенда, в которой не только отражены все подразделения и знаки каждой из карт, но и наглядно выражены схемы интеграции геологических комплексов поверхности при переходе к генерализованной карте и карте-срезу.

Основной упор на результаты интерпретации геофизических данных при составлении карт-срезом и на геохимические методы опознавания территории потребовало дополнения к существующим видам зарамочных материалов оформления геологических карт и разработку новых видов основной геологической графики, которые бы несли нужный фактический материал по этим вопросам.

В характеристику развитых по площади комплексов пород, наравне с петрографическим описанием и указанием соотношений между разными типами пород, введены статистические характеристики физических свойств и комплексных геохимических параметров, рассчитанные на основе обработки более 37 000 петрофизических и геохимических анализов. Они приводятся в виде гистограмм для каждой разности пород в стратиграфической колонке и в специальных таблицах для нестратифицированных образований (жерловых, субвулканических, интрузивных, даечных,

тектонитов и т.д.). В такой форме могут даваться любые петрофизические, механические, геохимические и др. параметры, которые являются существенными для характеристики пород и важными для понимания результатов исследований района.

Таким образом, новый тип работ — объемное геологическое изучение — привело к существенному развитию геологической картографии. Появились новые виды геологических карт — геологические карты-срезы, составленные для глубинных уровней в вероятностной легенде; а сопутствующая картам графика, отражающая характеристики выделенной на них поверхности, дополнилась петрофизическими и геохимическими параметрами пород. Комплексный и вероятный характер всех типов карт привел к существенному видоизменению условных обозначений, которые в табличной форме не только объединяют знаки разных типов карт, но и позволяют судить о характере взаимосвязи и соподчинении выделенных на картах геологических комплексов.

Можно ожидать, что дальнейшее развитие этого типа работ приведет к созданию и других новых типов геологических карт — комплексных геолого-геофизических, геолого-геохимических карт (в них уже назрела необходимость), которые бы не только давали представления о латеральном распространении и изменении геологических характеристик выделяемых комплексов, но и отражали бы латеральную изменчивость их петрофизических и геохимических свойств.

### Литература

Бронгулеев В.В. Проблема складкообразования в земной коре. М., "Недра", 1967, с. 291.

Геологическая карта Кавказа масштаба 1:500 000. Главный редактор Д.В. Наливкин, 1976.

Геологическая карта Украинских Карпат и прилегающих прегибов масштабов 1:200 000. Гл.ред. Шакин В.А., 1976.

Духовской А.А., Акрамовский И.И., Аплоннов В.С. и др. Объемное геологическое картирование редкометаллических рудных районов — Методическое пособие по геологической съемке масштаба 1:50 000, вып.8, Л., "Недра", с. 303, 1981.

Милеев В.С. Кинематические условия формирования глубинной складчатости и тектоника протерозойского Майтубинского антиклинория — Материалы по геологии Центрального Казахстана, т. 11. Изд. МГУ, 1976, с. 179-365.

Geologic Map of Northeasternmost Tennessee and adjacent parts of Virginia and North Carolina, Ph. King, H.W. Fergusson, 1:48 000, (1942), 1960.

Les Grands Plis Couchés des Alpes Pennines, 1:400000, Émil Argand, (1902-1911).

V. S. MILEEV, Yu. V. YUNAKOVSKAYA  
(Moscow State University)

THREE-DIMENSIONAL GEOLOGICAL MAPPING  
(Abstract)

The need to locate deep-seated deposits led to the widening of a complex of geological studies in the last few decades. In the '50-'60s, the results of such studies were used principally for solving regional problems. In the early '70s, two new types of geological studies were developed in the USSR on the basis of large-scale investigations: 1) deep geological mapping — study of platform basements under sedimentary cover; 2) volumetric geological studies— a complex of geological, geochemical, geophysical investigations as well as economically justified drilling in the areas with multistage folded structure aiming at elaboration of a geological model of the earth's crust of a given volume. The results are graphically expressed in the form of section maps showing a particular level at a depth calculated downward from the surface. Due to specific character of the problems, the results of the work are probabilistic, as is revealed on section maps.

Л. К. ТАТЕВОСЯН, Г. М. АВЧЯН  
(Ереванский государственный университет)

**ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ  
И ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ КАРТИРОВАНИЕ  
ТЕРРИТОРИИ АРМЯНСКОЙ ССР**

Территория Армянской ССР составляет часть Малого Кавказа, расположенного в альпийской эпигеосинклинальной орогенической зоне юга Евразии. Это высокогорная складчатая страна с весьма сложным геологическим строением, где интенсивные тектонические движения продолжаются и в настоящее время. В геологическом строении Малого Кавказа принимают участие породы почти всех возрастов и формаций, начиная от верхнего протерозоя (породы байкальского комплекса, кое-где обнажающиеся в ядрах альпийских антиклинальных структур), до четвертичных отложений (озерно-речные, вулканические, ледниковые).

Территория Армении претерпела весьма сложную историю геологического развития в течение нескольких тектонических этапов (добайкальский, байкальский, каледонский, герцинийский, альпийский), в результате которых произошли существенные изменения в плане расположения тектонических зон, палеогеографических условий, проявления эффузивного и интрузивного вулканизма. Важную роль в геотектоническом развитии Малого Кавказа сыграли глубинные разломы, которые практически являются границами между мегаблоками земной коры.

В основу существующих схем геотектонического расчленения территории Армянской ССР положены различные геологические критерии: региональные разрывные нарушения, структурно-формационные особенности, элементы магнетизма и другие историко-геологические признаки. На территории Армении выделяют следующие геотектонические комплексы: Сомхето-Карабахскую, Армянскую и Нахичеванскую зоны (по К. Н. Паффенгольцу) или Антикавказский, Севанский и Араксинский орогенические пояса (по А. Т. Асланяну) или

области раннеальпийской, среднеальпийской и позднеальпийской складчатости (по А.А. Габриеляну). Внутри этих крупных зон выделяются структуры второго и более низких порядков.

Большая часть территории Армении покрыта образованиями третичного и четвертичного возрастов, интересных с точки зрения нефтегазоносности, а также глубинными разломами и разрывными нарушениями, являющимися зачастую рудоконтролирующими факторами. Естественно, что при таких условиях изучение территории Армении только геологическими методами сильно затруднено, и применение геофизических методов может оказать существенную помощь при выявлении и оконтуривании геологических структур.

Более или менее систематические геофизические исследования Армении начаты в середине нашего столетия. Уже первые обобщения маятниковых наблюдений и абсолютной магнитной съемки (А.Т. Донабедов, 1945) показали перспективность применения геофизических методов для изучения регионального геологического строения территории республики. Одна из первых схем геолого-геофизического районирования Малого Кавказа, основанная на данных мелкомасштабной гравиметрической съемки, была предложена в 1957 году (Аджимамудов Э.Б., 1957). По характеру аномального гравитационного поля, были выделены три региональные зоны общекавказского простиранья, которые в общих чертах соответствовали трем известным геотектоническим зонам Армении. Последующие более детальные гравиметрические исследования, в целом подтверждающие эту схему, уточняют границы зон (Татевосян Л.К., 1961, Габриелян А.А., Татевосян Л.К., 1966). Основным критерием для гравиметрического районирования служат зоны высоких горизонтальных градиентов аномалий силы тяжести и общий характер аномального поля.

Гравитационное поле территории Малого Кавказа в целом повсеместно характеризуется отрицательными аномалиями силы тяжести (редукция Буге, плотность промежуточного слоя  $2,67 \text{ г/см}^3$ ) с преобладающим общекавказским простираньем изолиний. На общем отрицательном фоне выделяются три крупные гравиметрические зоны: зона юго-западного относительного максимума, зона центрального минимума, зона северо-восточного относительного максимума. На юго-востоке выделяется обособленная зона Кафанского гравитационного максимума (Кафанский сегмент). Границами зон являются четко выдержанные по простира-

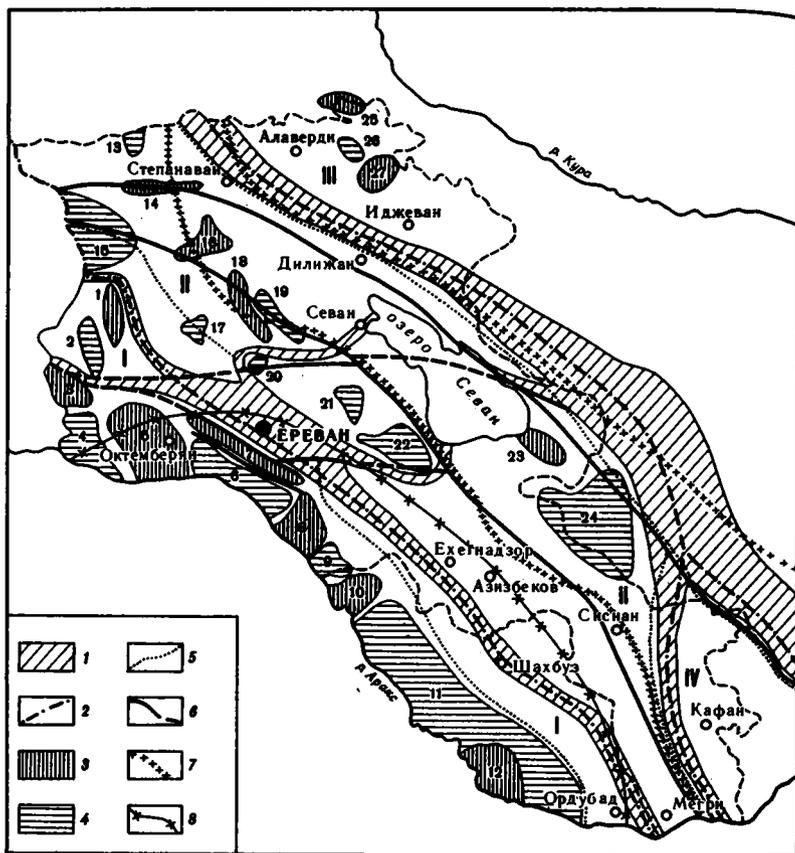


Схема геотектонического районирования Армянской ССР и смежных частей Малого Кавказа по геолого-геофизическим данным.

Условные обозначения:

1. Зоны высоких горизонтальных градиентов аномалий силы тяжести.
2. Границы региональных гравитационных зон.
3. Относительные максимумы силы тяжести.
4. Относительные минимумы силы тяжести.
5. Границы геотектонических комплексов.
6. Главнейшие разломы, установленные и предполагаемые.
7. Границы сейсмических зон.
8. Границы магнитных зон.

I. Зона Юго-западного максимума (область верхнеальпийской складчатости).

Относительные максимумы: 1. Мараликский. 3. Анийский. 5. Октемберянский. 7. Паракар-Енгиджинский. 8. Араратский. 10. Волчьих ворот. 12. Джульфинский.

Относительные минимумы: 2. Артенийский. 4. Нижнеахурянский. 6. Аштаракский. 9. Садаракский. 11. Нахичеванский.

II. Зона Центрального минимума (область среднеальпийской складчатости).

Относительные максимумы: 14. Вазумский. 16. Спитакский. 18. Цахкуняцкий. 23. Цовакский.

Относительные минимумы: 13. Джавахетский. 15. Ширакский. 17. Арагацкий. 19. Анкаванский. 20. Араилерский. 21. Атисский. 22. Гегамский. 24. Истисуйский.

III. Зона Северо-восточного максимума (область раннеальпийской складчатости).

Относительные максимумы: 24. Ламбалуйский. 27. Кошкотанский.

Относительные минимумы: 26. Шнохский.

IV. Юго-восточный сегмент относительного максимума (Кафанский антиклинорий).

нию полосы высоких горизонтальных градиентов силы тяжести, наличие которых обусловлено резко выраженным вертикальным контактом отличающихся по плотности пород и соответствуют разломам глубинного заложения (Габриелян А.А., Татевосян Л.К., 1966).

Выделенные региональные гравитационные зоны достаточно точно совпадают с крупными геотектоническими зонами Армении. Так, зона северо-восточного гравитационного максимума совпадает с Сомжето-Карабахской (раннеальпийской) тектонической зоной; зона центрального минимума — с Базумо-Зангезурской (среднеальпийской) зоной; зона юго-западного максимума — с Приараксинской (позднеальпийской) тектонической зоной. Максимум Кафанского сегмента выделяется отдельно и совпадает с Кафанским антиклинорием (А.А. Габриелян). Граница между северо-восточной гравитационной зоной максимума и центральным минимумом прослеживается по полосе высоких горизонтальных градиентов примерно по линии Степанаван — Дилижан — северо-восточное побережье озера Севан, далее на восток, в пределах Азербайджанской ССР она заворачивает на юг и почти в меридианальном направлении прослеживается до реки Аракс (у гор. Мегри). С геологической точки зрения линия эта очерчивает юго-западную границу Сомжето-Карабахской области раннеальпийской складчатости и совпадает с Севано-Акеринской и Южно-Зангезурской зонами глубинных разломов. Вдоль Севано-Акеринской зоны разломов развита интрузивная формация ультрабазитов (офиолитовый пояс Малого Кавказа). Пояс ультрабазитов восточнее озера Севан непрерывно прослеживается в юго-восточном направлении до реки Аракс. Юго-восточное продолжение Севанского офиолитового пояса на гравитационной карте также выделяется в виде полосы высоких горизонтальных градиентов силы тяжести.

Граница между зонами центрального минимума и юго-западного максимума также характеризуется полосой высоких горизонтальных градиентов, которая особенно четко прослеживается по линии Аштарак — Ереван — бассейн реки Веди, далее на восток-юго-восток по линии Веди — Шахбуз — Ордубад.

При сопоставлении схемы выделенных гравиметрических зон с картами магнитных аномалий (аэромагнитной и наземной съемок) в общих чертах намечается их совпадение. Однако связь магнитных аномалий с геологическим строением более сложна, так как поверхностные неоднородности

четвертичных образований оказывают большое влияние на магнитное поле.

По интенсивности, характеру изменения, знаку, форме и изрезанности магнитного поля на территории Армянской ССР и прилегающих частей Малого Кавказа выделяются две резко отличные друг от друга региональные зоны: Приараксинская и Присеванская, имеющие в целом общекавказское простираие (Акопян Ц.Г., 1972). Граница между этими зонами отчетливо прослеживается по линии Октемберян — Ереван — Азизбеков — гора Капутджух—Ордубад. Региональные магнитные зоны по характеру аномального поля, в свою очередь, подразделяются на ряд подзон. Сопоставление гравитационного и магнитного полей показывает, что южная Приараксинская зона аномального магнитного поля соответствует юго-западной зоне относительного максимума силы тяжести (область позднеальпийской складчатости). Присеванская магнитная аномальная зона соответствует зонам ранне и среднеальпийской складчатости (Сомхето-Карабахская и Базумо-Зангезурская зоны).

Зона юго-западного максимума соответствует Среднеараксинскому верхнеальпийскому межгорному прогибу и прилегающим районам южного склона Малого Кавказа. Она характеризуется относительно повышенным значением силы тяжести и спокойным, безградиентным, близким к нормальному магнитным полем с наличием положительных и отрицательных аномалий. На фоне этого регионального максимума отмечается ряд локальных аномалий силы тяжести, отражающих положение кристаллического (байкальского) фундамента. Детальная гравиметрическая съемка, а также трансформации и пересчеты аномалий гравитационного поля позволяют уверенно выделить ряд относительных максимумов, которые довольно точно совпадают с локальными поднятиями до альпийского субстрата, в то время как неоген-четвертичным наложенным прогибам соответствуют относительные минимумы (относительные минимумы и максимумы второго порядка внутри отдельных региональных зон нанесены на прилагаемую схему). Границами тектонических структур второго порядка в подавляющем большинстве служат разрывные нарушения, которым на гравитационной карте соответствуют узкие полосы высоких горизонтальных градиентов второго порядка. Наблюдаемые соотношения между гравитационными аномалиями и тектоническими структурами можно объяснить как значительной разностью плотностей пород палеозойского субстрата и кайнозойского комплекса, так и рельефом кристаллического фундамента. Магнитное поле При-

араксинской зоны характеризуется спокойным, близким к нормальному или слабо отрицательным значениям и малой изменчивостью напряженности поля, что связано с развитием здесь осадочных отложений палеозоя и мезокайнозоя.

Зона центрального минимума соответствует высокогорной части Малого Кавказа. Характеризуется интенсивными отрицательными аномалиями силы тяжести, при этом особенно пониженным является поле в районах Арагацского и Гегамского вулканических сооружений и Ленинаканской котловины. Магнитное поле неоднородно. Оно, в основном, обусловлено составом и возрастом отложений и лишь незначительная часть — кристаллическим фундаментом. Отличительной чертой геологического строения зоны центрального минимума является геосинклинальный тип развития. На общем фоне пониженных значений силы тяжести выделяется ряд относительных максимумов и минимумов второго и более низких порядков, четко оконтуренных изгибами изолиний, соответствующих геологическим структурам. Так, например, очень четко вырисовывается ленинаканский минимум, соответствующий одноименному неогенантропогенному наложенному прогибу, выполненному миоценоплиоценовыми и постплиоценовыми вулканобломочными и озерно-речными отложениями. Наличие полосы высоких горизонтальных градиентов силы тяжести по бортам низкого гравитационного минимума указывает на присутствие здесь структур типа ступеней, что подтверждается и геологическими данными. Ряд аномалий второго порядка зоны центрального минимума также нанесены на схему. Наблюдается приуроченность наибольших относительных минимумов к молодым вулканическим сооружениям Арагаца, Гегамского нагорья, Кечутского хребта, горы Аралиер. Причем, эти относительные минимумы исчезают на карте регионального гравитационного поля, построенного с учетом неоднородности верхних слоев земной коры до глубины 10 километров.

Зона северо-восточного максимума характеризуется повышенным плем тяжести, при этом общий фон гравитационного поля выше, чем в зоне юго-западного максимума. Зона эта имеет сравнительно простое строение и соответствует северной (Присеванской) зоне магнитного поля Армении. Ей характерно также сравнительно простое тектоническое строение. Наблюдается такое соотношение: антиклинорным структурам соответствуют относительные максимумы, а синклинорным структурам — минимумы.

Юго-восточный сегмент относительного максимума

охватывает район Кафанского антиклинория, сложенного плотными вулканическими образованиями средней и верхней юры и нижнего мела. По характеру гравитационного поля этот сегмент обнаруживает большое сходство с зоной северо-восточного относительного максимума, что вполне соответствует историко-геологическим данным. Кафанский антиклинорий по возрасту слагающих его отложений, типу формаций, возрасту складчатости, а также металлогеническим особенностям исключительно сходен с Сомхето-Карабахской зоной и вместе с ней в нижне-альпийском этапе развития представляет единую Сомхето-Кафанскую или Антикавказскую эвгеосинклинальную зону. В нижнем мелу с возникновением Севано-Акеринского наложенного прогиба, диагонально пересекающего указанную зону, Кафанский сегмент отделяется от Сомхето-Акеринского мегаантиклинория.

На карте регионального гравитационного поля Армении (полученной путем осреднения карты аномалий Буге) в общих чертах сохраняются все четыре выделенные крупные единицы. Гравитационные структуры второго и низших порядков, которые отчетливо наблюдались на карте в редукции Буге, полностью исчезают, что говорит о локальном характере обуславливающих их факторов. На этой же карте региональные зоны высоких горизонтальных градиентов, несколько теряя свою интенсивность, сохраняют общие черты. Этот факт указывает на то, что обуславливающие их глубинные разломы имеют более глубокие корни, о чем свидетельствуют также данные, полученные сейсмической станцией "Земля".

Земная кора на территории Армении имеет блочный характер. Сейсмические профили показывают, что фундамент расчленен серией разломов кавказского и антикавказского направлений на приподнятые и опущенные блоки и в целом имеет мозаичное строение (Габриелян А.А., Саркисян О.А., Симонян Г.П.; 1981). Многие из разломов, ограничивающие эти блоки, имеют мощности, соизмеримые с мощностью земной коры и больше. Наиболее крупными зонами тектонических нарушений являются Севано-Акеринский и Ереванский структурные швы, которые контролируют офиолитовые пояса.

По исследованиям, проведенным станцией "Земля", получены интересные данные о мощности коры и о внутреннем строении отдельных геотектонических зон. Согласно этим данным, поверхность Моху в пределах Армении характеризуется довольно сложным рельефом. Мощность земной

кору меняется очень резко и колеблется в пределах от 33 до 53 километров, причем характерно чередование блоков больших и малых мощностей. Блоки повышенной мощности соответствуют синклинорным структурам, а малой мощности — антиклинорным. В пределах крупных тектонических комплексов выделяются выступы и впадины разных амплитуд. Примечателен тот факт, что данные, полученные со станции "Земля", полностью подтверждают природу выделенных по гравиметрическим данным структур второго порядка (относительные максимумы и минимумы силы тяжести).

Территория Армении характерна высокая сейсмоактивность. В связи с этим одна из важных проблем, стоящих перед исследователями, это вопросы сейсморайонирования и сейсмпрогнозирования. Пространственное распределение очагов землетрясений в Армении связывают с большими, ныне живущими разломами, которые разграничивают выше отмеченные геотектонические зоны. Отсюда и большой интерес к их изучению. Известны работы по выделению и классификации глубинных разломов. Глубинные разломы на территории Армянской ССР по простиранию подразделяются на три типа: общекавказские, антикавказские и широтные, а по структурному положению выделяются два типа: граничные (межблоковые) и внутриблоковые.

Анализ региональных и локальных аномальных гравиметрических полей Армении, их сопоставление с картой эпицентров землетрясений позволяет выделить элементы, которые характеризуются высокой сейсмоактивностью. Это зоны больших горизонтальных градиентов гравитационного поля, районы их пересечения и сочленения, границы магнитных зон и подзон, линий нарушений структуры аномального магнитного поля, районы пересечения региональных зон больших градиентов силы тяжести с линиями нарушения структуры магнитного поля и др. (Оганесян Ш.С., Назаретян С.Н.О 1980). Основываясь на этих критериях, исходя из историко-инструментальных данных о частоте, распространенности и силе землетрясений, сопоставляя тектонику и сейсмичность, в настоящее время построена новая схема сейсморайонирования территории Армении (Габриелян А.А., Саркисян О.А., Симонян Г.П., 1981).

Перед геофизической службой республики стоят вопросы разработки рациональной методики для картирования территории, покрытой мощными лавовыми образованиями с целью выявления структур, перспективных на нефть и газ,

решения гидрогеологических и инженерно-геологических задач, поиска рудных месторождений и т.п.

### Литература

- Аджимамудов Э.В. О связи гравитационного поля с тектонической зональностью Малого Кавказа, ДАН Арм. ССР, т. XXIV, № 4 1957, с. 167-169.
- Акопян Ц.Г. Аномальное магнитное поле и его геологическое истолкование. Геология Арм. ССР, т. X Геофизика, Ереван, 1972, с. 84-124.
- Габриелян А.А., Татевосян Л.К. Схема геолого-геофизического районирования Армянской ССР и смежных частей Антикавказа. Известия АН Арм. ССР, Науки о Земле, т. XIX, № 1-2, 1966, с. 21-33.
- Габриелян А.А., Саркисян О.А., Симонян Г.П. Сейсмоструктоника Армянской ССР, Ереван, 1981, с. 283.
- Оганесян Ш.С., Назаретян С.Н. О связи между геофизическими полями и сейсмичностью на территории Армянской ССР. Известия АН Арм. ССР, Науки о Земле, т. XXXIII, № 6, 1980, 51-59.
- Татевосян Л.К. Некоторые черты глубинного строения земной коры в области Кавказа по гравиметрическим данным. Известия АН Арм. ССР. Геологические и географические науки, т. XIV, № 5, 1961, с. 31-42.

L.K. TATEVOSYAN, G.M. AVCHYAN  
(Yerevan State University)

HISTORY OF DEVELOPMENT OF GEOPHYSICAL  
INVESTIGATIONS AND GEOLOGICAL MAPPING  
OF THE TERRITORY OF THE ARMENIAN REPUBLIC

(Abstract)

Generalization of the rare pendulum gravity measurements and absolute magnetic survey data (1945) was the beginning of the systematic application of geophysical methods when studying deep structure and carrying out small-scale mapping of the territory of the Lesser Caucasus.

In the subsequent two decades, detailed studies of anomalous magnetic and gravity fields were generally performed. In 1957, small-scale gravimetric survey was completed and by 1965 a map of regional gravity and magnetic fields was compiled. Three large gravitational zones have been distinguished, the boundaries of which being the bands of high horizontal gravity gradients. The regional gravitational zones coincide with the large geotectonic zones of Armenia while the bands of high gradients correspond to deep faults.

The period from 1965 up to now is characterized by application of mathematical methods of field analysis and by seismic studies. This allowed to extend geophysical applications when carrying out large-scale geological mapping and distinguishing the structures of the second order.

Geophysical data are used for subdivision of the territory into seismic zones. The zones of high horizontal gradients of gravity field, the areas of their contact and intersection, the boundaries of magnetic zones are characterized by high seismicity.

The Geophysical Survey of the Republic is facing the problem of developing optimum techniques to map the areas covered with thick lava formations.

**В. В. БРОНГУЛЕЕВ, И. В. ВОРОВЬЕВ**

**(Всесоюзный заочный политехнический институт,  
Промышленная Академия, г. Москва)**

**НОВЫЕ ИЗОПАХИЧЕСКИЕ КАРТЫ ДОМЕЗОЗОЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ  
ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ ПЛАТФОРМЫ  
И МЕТОДИКА ИХ СОСТАВЛЕНИЯ**

Первыми обобщающими построениями, демонстрирующими последовательность палеогеографических и геологических событий на территории Восточно-Европейской платформы, были карты-схемы, составленные в середине XIX века Г. А. Траутшольдом и А. А. Иностранцевым для отдельных периодов ее фанерозойской истории. Несколько позднее А. П. Карпинским (1887) были опубликованы карты, наглядно изображавшие схему морских и наземных условий, существовавших на той же территории от раннего кембрия до постплиоцена. Появление этих карт явилось для того времени крупным событием в геологической жизни не только нашей страны, но и за рубежом. Геологи получили возможность увидеть последовательность и преемственность региональных колебательных движений земной коры на огромной части ее территории. Для нескольких поколений студентов эти карты служили наглядным пособием и постоянным источником знаний в области исторической и региональной геологии.

На протяжении последующего длительного периода, вплоть до конца пятидесятих годов нашего столетия, из печати вышло множество мелкомасштабных обзорных палеогеографических и, что особенно важно, изопалических карт и схем той же территории и ее отдельных районов, на которых с разной степенью детальности и в разных вариантах стратиграфического расчленения осадочного комплекса пород, изображались границы седиментационных палеобассейнов и схематические данные о характере изменения мощностей, накопленных в них отложений. Все эти публикации не являлись в полном смысле слова са-

мостоятельными картографическими материалами, а представляли собой внутритекстовые иллюстрации к статьям, монографиям и учебникам. Наибольшую научную ценность из их числа представляли построения А.Д. Архангельского (1932), А.Н. Мазаровича (1938), В.В. Белоусова (1944), а также совместные построения В.В. Белоусова и А.Б. Роннова (1949).

Новым важным вкладом в отечественную геологическую картографию явилось крупное обобщение материалов по литологии, мощностям и палеогеографии Восточно-Европейской платформы в виде атласа соответствующих карт в масштабе 1:5 000 000 под общей редакцией А.П. Виноградова (1960-1961), а также, вышедший несколько позже, атлас аналогичных карт всей территории СССР в масштабе 1:7 500 000 под той же редакцией (1967-1968). Оба эти атласа давали представление главным образом о палеогеографии, охваченных ими территорий, от позднего докембрия до антропогена. Несмотря на некоторую схематичность, они сыграли большую положительную роль в деле изучения геологической истории не только Восточно-Европейской платформы, но и всего Советского Союза в целом.

В самые последние годы из печати нашей страны вышли две серии специализированных изопахических карт Восточно-Европейской платформы, которые демонстрировали картину современного распространения и распределения мощностей всех отложений ее осадочного чехла от позднего протерозоя до позднего палеозоя включительно. Карты были составлены в масштабе 1:5 000 000 и изданы в 1978 и 1981 годах под редакцией В.В. Бронгулеева. Обе серии сопровождалась расширенными аннотациями, в которых были рассмотрены вопросы методики их составления, а также вопросы, связанные со стратиграфическим расчленением всех закартированных комплексов осадочного чехла платформы.

Поскольку важнейшей задачей настоящего доклада является демонстрация, именно названных выше карт, отмеченные вопросы составляют его основное содержание.

В связи с тем, что в подготовке обеих новых серий изопахических карт Восточно-Европейской платформы участвовал очень большой коллектив исследователей, насчитывавший более 200 человек, для унификации авторских макетов была разработана специальная инструкция. Тем не менее, поступавший с мест фактический материал был чрезвычайно пестрым. Это объяснялось мно-

гими причинами, но прежде всего тем, что геологическое строение разных районов платформы весьма различно — резко меняются градиенты мощностей всех комплексов ее чехла и крайне причудливыми являются соотношения условий их залегания. Кроме того, очень неравномерна и степень изученности глубинного строения платформы. Эти и некоторые другие обстоятельства вызвали необходимость введения множества исправлений в первичные макеты карт, выразившиеся в одних случаях в их генерализации, а в других, напротив, в детализации, что выразалось в изменениях шага сечения изопахит, и конечно, в самой их рисовке.

Уже при подготовке инструкции для составления карт большое внимание было уделено выбору оптимального ранга стратиграфических подразделений чехла платформы, которые должны были на них изображаться. Хорошо известно, что чем более детально удастся проводить расчленение картируемых отложений, тем ближе к природной становится картографическое изображение их строения. С этой точки зрения наиболее желательным могло считаться построение изопахических карт по отдельным ярусам или даже по еще более мелким подразделениям чехла платформы. Однако от такого пути сразу же пришлось отказаться в связи с недостаточной изученностью глубинной структуры платформы. Между тем, все серии карт должны составляться однотипно, т.е. быть подготовленными в одном стратиграфическом ранге. Следовало также учитывать, что карты данных серий в первую очередь предназначались для учебных целей и чрезмерная дробность расчленения разреза платформы оказалась бы в известном противоречии с существующими программами курсов региональной геологии СССР и исторической геологии, в которых и строение платформы, и общая история развития земной коры не рассматриваются столь детально. Поэтому было гораздо важнее получить карты, охватывавшие более крупные стратиграфические комплексы, способные отражать ход геологической истории в более крупных временных интервалах. Учет всех этих обстоятельств послужил основанием для построения изопахических карт верхнего протерозоя платформы по его важнейшим хронолитостратиграфическим комплексам, а палеозоя — по отделам его систем.

Как уже отмечалось, почти весь первичный фактический материал в виде разномасштабных авторских макетов, потребовал основательного пересмотра.

В первую очередь он должен был увязываться в плане. Такая увязка производилась непосредственно на первичных авторских макетах. Наибольшие трудности возникали при этом из-за наличия областей, в пределах которых построения либо вообще не производились, либо были чрезмерно схематичны. В этих случаях привлекался дополнительный материал и, полученные на его основании, новые построения утверждались всеми заинтересованными сторонами. Подготовленные этим путем листы трансформировались в масштаб 1:2 500 000 и шли на последующую обработку.

Наиболее сложной была увязка карт по вертикали, т.е. увязка между собой карт с различными по возрасту отложениями. В отличие от первой она производилась уже между сводными макетами всей территории платформы. Как известно, в районах с большими мощностями платформенного чехла лучше всего оказываются изученными наиболее молодые отложения, а хуже — древние. В результате шаг интерполяции при построении разных по возрасту карт оказывается различным и между ними возникают неизбежные расхождения. Для устранения последних применялась весьма трудоемкая методика. Каждый макет карт, начиная с наиболее молодых отложений совмещался на светостоле со своим смежным по вертикали соседом, что давало возможность производить взаимную корректировку их изопахит. При этом, однако, положения каждой пары изопахит строжайшим образом контролировалось сетью имеющихся буровых скважин или геофизических профилей. Такая сбойка последовательно производилась между каждой парой смежных карт, вызывая все новые и новые их перестройки до тех пор, пока весь их комплекс по всей площади платформы не оказывался связанным в единую жесткую конструкцию.

Несколько иначе производилась увязка по вертикали современных границ распространения каждого из картируемых стратиграфических подразделений. Для этой цели была составлена особая геологическая карта платформы в масштабе 1:2 500 000, которая изображала не выходы данных границ на ту или иную поверхность у обычных геологических карт на земную поверхность или на тот или иной гипсометрический срез, а максимальные контуры современного распространения всех картируемых возрастных подразделений в пространстве. Характер этих контуров был повсюду различен. Он мог быть денудационным, мог совпадать со швами сингенетичных, а реже

постседиментационных разломов, а мог кое-где фиксировать и положения береговых линий древних морских бассейнов. Каждый из этих контуров, как непосредственно выходящий на земную поверхность, так и заключенный в толще осадочного чехла, переносился на соответствовавшую ему карту мощности и, следовательно, возникновение между ними каких-либо несоответствий автоматически исключалось. Таким образом, если бы вся серия изопахических карт Восточно-Европейской платформы была выполнена на прозрачном материале (скажем на пластике) и размещена друг над другом в пространстве, она представила бы собой ее трехмерную модель.

Выверенные и взаимнооткорректированные, указанными способами, макеты карт трансформировались без всякой генерализации в масштаб 1:5 000 000, в котором и публиковались. Естественно, что их точность в данном случае по крайней мере вдвое превышала требования их масштаба.

С целью максимального сохранения фактического материала сечение изопахит было принято переменным. Вместе с тем, все карты были изданы в стандартной гамме голубовато-зеленых цветов, шкала которой составлялась в геометрической прогрессии с интервалами в 0,1; 0,2; 0,4; 0,8 км и т.д. Интенсивность закраски увеличивалась соответственно увеличению мощностей. Изопахиты подразделялись на достоверные, менее достоверные и предполагаемые. Степень достоверности обобщивалась не только числом буровых скважин и геофизической изученностью районов, но и соображениями, связанными с надежностью стратиграфического расчленения тех или иных отложений. Для облегчения пользования картами их заголовки были расположены на цветных полях в зависимости от возраста картируемых комплексов (например, серых — для карт карбона, коричневых — для карт девона и т.д.).

На всех картах палеозойской серии особыми знаками показывались выходы на поверхность, под кайнозойские и мезозойские отложения древних дошлатформенных образований, т.е. тот их комплекс, который обычно именуется фундаментом.

Наконец, на мелкомасштабных картах-врезках были приведены сведения о распространении более крупных хронолито-стратиграфических подразделений для карт верхнего протерозоя и соответствующих систем для карт палеозоя, а также сведения о расположении райо-

нов работ организаций, материалы которых использовались при составлении основных карт.

Карты мощностей верхнего протерозоя Восточно-Европейской платформы были построены на основе корреляционной схемы докембрия, утвержденной Бюро Межведомственного стратиграфического Комитета Советского Союза в 1978 году. Однако, отразить эту схему в ее полном объеме не удалось, поскольку, степень изученности данных отложений в разных районах платформы пока еще ей не отвечает. Всего было опубликовано четыре сводных карты: нижнего и среднего рифея, верхнего рифея и кудаша, нижнего венда и верхнего венда.

Карта мощности нижнего и среднего рифея наиболее схематична, поскольку во многих участках территории платформы подошва указанного комплекса не вскрыта бурением и отождествлялась с поверхностью докембрийского фундамента, рельеф которого был построен в значительной мере по геофизическим данным (Карта, 1981 г.). Верхняя граница среднего рифея более четкая, так как все перекрывающие ее отложения залегают на этих породах резко несогласно. В целом, на данной карте суммированы мощности таких серий, как кыргинская, кавернинская и волюгодская и таких свит, как салминская, крестецкая и солозерская.

Карта мощности верхнего рифея и кудаша суммирует объемы кипчакского, тангауровского и кудашского литостратиграфических горизонтов.

Карта мощности нижнего венда характеризует распространение и объем одного древлянского литостратиграфического горизонта, в который входят вильчанская и волинская серии с их аналогами.

Наконец, карта мощности верхнего венда, наиболее информативная среди остальных карт верхнего протерозоя, характеризует распространение и объем валдайской серии и всех ее аналогов. В состав этой серии входят редкинский и котлинский литобиостратиграфические горизонты. Первый из них, как известно, является основным опорным горизонтом венда в целом.

---

Карты мощностей палеозойской группы Восточно-Европейской платформы были построены по отделам всех ее систем, за исключением кембрийской. Они охватывают те объемы отделов, которые предусмотрены последними утвержденными

схемами Межведомственного стратиграфического комитета СССР.

Карты мощности кембрийской системы, в отличие от остальных, составлены в разных рангах. Мощность нижнего кембрия была показана на двух картах — томмотского яруса и, совместно, отдабанского и ленского (в.1.) ярусов. Средний и верхний кембрий расчленить не удалось и для них была подготовлена общая карта.

Карты мощности ордовикской системы почти всюду были построены в объемах ее отделов. На карте нижнего ордовика показана суммарная мощность тремадокского, аренигского и частично лланвирнского ярусов. На карте среднего — суммарная мощность верхней части лланвирнского яруса, всего лландейлского яруса и нижней части карадока. Карта верхнего ордовика отражает общую мощность верхнекарадоцкого подъяруса и ашгилльский ярус.

Карты мощности силурийской системы в объемах ее отделов удалось построить только для западной половины платформы и для ее крайнего северо-востока. На юго-востоке показана мощность системы в целом. Карта нижнего отдела данной системы суммирует мощности лландоверийского и венлокского ярусов. Карта ее верхнего отдела — мощности лудловского и прждидольского ярусов.

Карты мощности девонской системы по всей территории Восточно-Европейской платформы построены строго по отделам. На карте нижнего отдела системы показана суммарная мощность жединского, зигенского и эмского ярусов. На карте среднего отдела — мощности эйфельского и живетского ярусов. На карте верхнего — мощности франского и фаменского ярусов.

Карты мощности каменноугольной системы на всей территории платформы были построены также строго по отделам. На карте нижнего карбона показана общая мощность турнейского, визейского и серпуховского ярусов. На карте среднего карбона — мощность башкирского и московского ярусов. На карте верхнего — мощность касимовского и гжельского ярусов.

Наконец, карты мощности пермской системы в основном также составлены по отделам, хотя в отдельных районах от принятого принципа пришлось отклониться. Карта нижней перми суммирует мощности ассельского, сакмарского, артинского и кунгурского ярусов. Однако в своих разных частях она не равноценна, так как на

довольно обширных площадях Волго-Камского района изопакиты кое-где отражают не современные, а реконструированные мощности, что связано с выходами закартированных отложений на земную поверхность и их размывом. На карте верхней перми показаны мощности уфимского, казанского и татарского ярусов. Карта имеет тот же недостаток, что и предыдущая, поскольку породы указанного возраста широко обнаруживаются на востоке платформы. Кроме того, в пределах Днепровско-Донецкой впадины, а также и Донбасса верхнепермские отложения не удалось отчленить от индских нижнего триаса и они были показаны совместно.

Серия карт мощностей важнейших стратиграфических подразделений осадочного чехла Восточно-Европейской платформы в настоящее время еще не завершена и продолжает составляться. К концу 1983 года должны быть подготовлены карты мощностей всех отделов всех систем мезозойской и кайнозойской групп. В том виде, в каком данные карты выходят из печати, они публикуются впервые и уже только с этой точки зрения представляют большой интерес. Так, прежде всего, научное значение карт состоит в том, что они отражают реальную картину глубинного строения этого гигантского региона и могут служить основанием для самого широкого круга теоретических обобщений и в первую очередь для реконструкции палеогеографической обстановки существовавшей на платформе в течение всего времени ее формирования. Однако и практическое значение карт также немаловажно, поскольку они уже используются в качестве обзорного материала при планировании поисково-разведочных работ на нефть, газ и другие виды полезных ископаемых и, разумеется, при региональных геофизических исследованиях. Наконец, весь этот картографический материал широко применяется во всех геологических высших учебных заведениях нашей страны и, частично за рубежом, в качестве нового учебно-методического пособия по таким ведущим дисциплинам, как региональная геология СССР, история геологии, геотектоника и мн.др. Это кажется вполне естественным, поскольку в своей совокупности изопакитические карты служат источником фактических данных по глубинному строению Восточно-Европейской платформы, демонстрируют последовательность важнейших геологических и палеогеографических событий в истории ее формирования, наглядно поясняют некогда происходившие в масштабе платформы, колебательные движения земной коры и т.д.

Если представленные материалы окажутся интересны зарубежным коллегам, то они могут быть получены ими по обычным каналам в порядке взаимного обмена.

### Литература

Архангельский А.Д., Геологическое строение СССР. Л.-М. Госгеолтизиздат, 1932, с. 425.

Атлас литолого-палеогеографических карт Русской платформы и ее геосинклинального обрамления в м-бе 1:000 000 под ред. А.П. Виноградов Л.-М. ч. 1960 г. ч. II, 1961 г.

Атлас литолого-палеогеографических карт СССР в м-бе 1:7 500 000 по ред. А.П. Виноградова Л. Л.-М. т. I-IV, 1967-1968.

Белюсов В.В. Фации и мощности осадочных толщ Европейской части СССР. Труды института геол. наук, 1944, вып. 76, геол. сер., с. 116.

Карпинский А.П. Очерк физико-географических условий Европейской России в минувшие геологические периоды. Зап. АН, 1887, т. 55, прил. № 8, с. 1-36.

Карты мощности осадочного чехла Восточно-Европейской платформы (палеозой) в м-бе 1:5 000 000 под ред. В.В. Бронгулеева. Изд-во МГУ, 1978.

Карта рельефа докембрийского фундамента Восточно-Европейской платформы в м-бе 1:2 500 000 под ред. В.В. Бронгулеева. Изд-во МГУ, 1981.

Карты мощности осадочного чехла Восточно-Европейской платформы верхний протерозой в м-бе 1:5000 000 под ред. В.В. Бронгулеева. Изд-во МГУ, 1981.

Мазарович А.Н. Основы геологии СССР. ОНТИ НКТП СССР, М, Л, 1938, с. 544.

Ронов А.В. История осадконакопления и колебательных движений Европейской части СССР. Изд-во АН СССР, 1949, с. 390.

V.V. BRONGULEEV, I.V. VOROBYEV

(USSR Correspondence Polytechnical Institute,  
Industrial Academy, Moscow)

NEW ISOPACH MAPS OF PRE-MESOZOIC DEPOSITS  
OF THE EAST-EUROPEAN PLATFORM  
AND THE METHODS OF COMPILING THESE MAPS

(Abstract)

The first paleogeographic sketch maps of the East-European Platform appeared in the second half of the XIX<sup>th</sup> century. The most important of them were right-fully sketch maps of maximum transgressions occurred between Early Cambrian and Post-Pliocene times, published in 1887 by A.P. Karpinsky.

During the ensuing years, up to the middle of the XX<sup>th</sup> century, a great number of small-scale paleogeographic and isopach sketch maps of this territory representing its structure and evolution in various epochs and centuries of the Phanerozoic has been published. Sketch maps compiled by A.D. Arkhangelsky, A.N. Mazarovich, V.V. Belousov, A.B. Ronov and by some other Soviet geologists are of particular importance.

The most significant cartographic generalization of the above type is represented by the lithologo-paleogeographic maps of the Russian Platform to a scale of 1:5 000 000 and of the whole territory of the Soviet Union to a scale of 1:7 500 000 that give an idea of the change of geographic conditions from the Late Precambrian to the Anthropogene. These maps were published in 1961 and 1968 (editor A.P. Vinogradov).

In 1978 and 1981 there were published some series of special isopach maps of the Upper Proterozoic and Paleozoic of the East-European Platform (editor V.V. Bron-

guleev). These maps differed from the previous ones in many respects since they were compiled using some new methods while particular attention was directed to representation of modern, i.e. residual masses rather than to paleogeographic reconstructions. These maps may be considered as three-dimensional models of deep structure of the platform sedimentary cover and may be used when carrying out various scientific generalizations, planning prospecting, exploration and geophysical programmes as well as new training appliances on many subjects at high educational geological institutions.

В.Е. ХАИН, В.П. КОЛЧАНОВ

(Московский Государственный университет,  
Геологический институт АН СССР, Москва)

## ИСТОРИЯ СОЗДАНИЯ МЕЖДУНАРОДНЫХ ТЕКТОНИЧЕСКИХ КАРТ

На ранних этапах развития геологии тектоническая картография имела второстепенное значение, ограничиваясь составлением тектонических, палеотектонических, структурных схем, реже мелкомасштабных карт. Они играли роль дополнительного материала, пояснявшего основной документ геологического изучения какой-либо площади — геологическую карту. В числе ранних вспомогательных материалов подобного рода следует упомянуть тектоническую схему Юрских гор А. Гресли (1838 г.), схему главных горных систем Памира и сопредельных районов Азии Ф. Рихгофена (1877 г.) карту дислокаций послепалеозойских периодов в пределах Европейской России А.П. Карпинского (1919 г.), тектоническую карту Евразии масштаба 1:8 млн. Э. Аргана (1922 г.), схему тектонического подразделения Евразии (1921 г.) и тектоническую карту Земли (1928 г.) Л. Кобера, схему тектонического районирования Центральной Европы Г. Штилле (1924 г.), схему тектоники Евразии А. Борна (1932 г.), тектоническую карту мира А.Н. Мазаровича (1933 г.) и мн. др. Подобные схемы создавали Э. Зюсс, Э.Ог, М. Вертран, М. Лижон, В.А. Обручев, А. Гейм, Р. Штауб, М.М. Тетяев, Д.В. Наливкин, Ф. Космат, С. Бубнов, Дж. Умброве и др. известные ученые, стремившиеся графическим путем отразить свои представления о закономерностях строения определенных регионов и их структурных связях со смежными площадями.

Период составления мелкомасштабных карт и схем продолжался до 30-40-х гг. XX в. К этому времени, по мере накопления фактического материала, возрос интерес к созданию тектонических карт, подробно раскрывающих как строение конкретных площадей, так и их позиции в более широких рамках. Возросло и понимание того, что подобные

карты и сами по себе могут играть важную роль в решении различных прикладных задач, например, прогнозирования и поисков месторождений различных полезных ископаемых. Это привело к тому, что в 30-40-е гг. нашего столетия началось составление национальных тектонических карт. В 1933 г. была опубликована Тектоническая схема СССР А.Д. Архангельского и Н.С. Шатского. Несмотря на мелкий масштаб, на ней с помощью 15 цветовых обозначений выделены области различные по возрасту их формирования: древние платформы (с разделением на щиты и плиты), байкалиды, каледониды, варисциды, мезозонды и альпиды. Восемью штриховыми обозначениями были показаны простирания складчатых сооружений, сбросы, некоторые тектонические границы, платформенные валы и т.д. Эта схема послужила добротной основой для дальнейшего тектонического расчленения территории СССР и сыграла важную роль в развитии тектонической картографии. В 1941 г. Ж. Гогелем была составлена Тектоническая карта Франции масштаба 1:2,5 млн. На ней штриховыми знаками различных цветов, в зависимости от возраста деформаций (альпийские, пиренейские, герцинские и др.) показаны отдельные структуры и поля развития метаморфизма, а также разновозрастные вулканические образования. Строго говоря, эта карта была структурной, а не тектонической, но уже картой, довольно крупного масштаба, а не схемой. В том же масштабе в 1944 г. виднейшими американскими тектонистами была составлена и подготовлена к изданию Тектоническая карта США. Большой набор возрастных, петрографических и структурных обозначений позволил достаточно детально отобразить строение обширной территории. Не все, однако, получилось на этой карте в равной степени хорошо. Удачней, например, изображена внутренняя структура платформенных областей (с помощью серии стратонизогипс), чем расчленение складчатых областей. Близка этой карте по набору условных обозначений Тектоническая карта Канады масштаба 1:3,8 млн. (редакторы Д.Р. Дерри, Дж.Е. Вильсон, Дж. Стивенсон, Т.А. Линк), вышедшая в 1950 г. Она отличается от карты США однако тем, что в основу расчленения складчатых областей положен не метаморфизм пород и время его проявления, а дислоцированность пород и их возраст. В 1958 г. издана составленная под руководством Г.П. Саласа Тектоническая карта Мексики масштаба 1:2,5 млн. Она продолжает к югу лист карты США и использует в общем те же — лишь в упрощенном ви-

де — условные обозначения. Таким образом, уже к концу 50-х гг. геологические службы стран Северной и Центральной Америки, проведя обобщение национальных тектонических материалов, подготовили базу для создания карты всего материка.

В эти же годы появились и первые многокрасочные тектонические карты СССР достаточно крупных масштабов. В 1953 г. вышла Тектоническая карта СССР масштаба 1:4млн., составленная под руководством Н.С. Шатского и предназначенная для высших учебных заведений. Главным принципом ее легенды было тектоническое районирование по возрасту основной складчатости времени окончания геосинклинального развития площади. Строение складчатых областей отображалось путем выделения структурных этажей, охватывающих естественно ограничивающиеся комплексы горных пород. Для платформенных областей изолиниями были показаны глубины залегания складчатого фундамента. На основе этой карты в 1956 г. под редакцией Н.С. Шатского, Н.А. Беляевского, А.А. Богданова и М.В. Муратова вышла улучшенная и дополненная новыми материалами Тектоническая карта СССР и сопредельных стран масштаба 1:5 млн. В качестве основных структурных элементов земной коры на ней выделены складчатые области и платформы, расчленяясь далее по возрасту складчатости, определяемому временем последних интенсивных движений геосинклинального типа. Разновозрастные складчатые области выделены разной цветовой закрашкой (равно как и платформенные области, в зависимости от возраста их складчатого основания), а слагающие их структурные этажи — оттенками основного цвета.

Последняя карта была продемонстрирована на XX сессии Международного геологического конгресса (МГК) в Мехико (1956 г.) Она вызвала живой интерес, поскольку олицетворяла собой последнее слово в тектонической картографии и была в прямом смысле слова картой тектонической, а не структурной, как некоторые из вышеперечисленных. К этому времени достаточную известность получили и упомянутые карты Франции, США, Канады и Мексики. Поэтому не удивительно, что было принято предложение советских участников сессии МГК, внесенное А.А. Богдановым и поддержанное делегациями ряда стран, об организации при Комиссии по геологической карте мира (КГМ) МГК и Международного союза геологических наук Подкомиссии по тектонической карте мира (ПТКМ). Президентом учреждений ПТКМ был утвержден

Н.С. Шатский (позднее им был Д.В. Наливкин, а ныне А.В. Лейве) и генеральным секретарем — А.А. Богданов (ныне В.Е. Хаин). Главной задачей ПТКМ была определена организация и координация международных тектонических исследований в целях создания тектонических карт материков и мира.

Проведенные руководством ПТКМ обсуждения с виднейшими советскими и зарубежными тектонистами позволили наметить конкретный план начала работ. Прежде всего предусматривалась разработка легенды карт, создание подходящих (с точки зрения масштаба, проекции и т.д.) географических основ и унификация используемой тектонической терминологии. Поскольку подобные работы в международном масштабе осуществлялись впервые, было решено начать их с составления Международной тектонической карты Европы масштаба 1:2 500 000, т.к. именно Европа является геологически наиболее изученным материком. Основным принципом легенды этой карты был выбран возраст складчатости, т.е. время конечных интенсивных деформаций в складчатых геосинклинальных областях и их превращения в платформы. Соответственно в пределах Европы были выделены области архейских, протерозойских, байкальской (ассинтской, кадомской), каледонской, ватрисской и альпийской складчатостей. В областях байкальского и более молодого возраста выделялись эв- и миогеосинклинальные зоны, подразделяясь далее на структурные этажи. Для платформ были показаны глубина залегания фундамента и его возраст, а внутреннее строение платформенного чехла расшифровывалось серией различных стратонизогипс. Карта (1964) вышла в свет в 1966г., сопровождаясь монографией "Тектоника Европы", написанной тем же интернациональным авторским коллективом, который занимался и составлением самой карты, изданной под редакцией Н.С. Шатского, А.А. Богданова и Г. Штилле (председатель, ученый секретарь и почетный председатель редакционной комиссии).

Подготавливая описанную карту, ПТКМ не упускала из виду и необходимость составления карт других материков и в конечном итоге — карты мира. С момента принятия решения о начале составления последней (1962) велась активная переписка с геологическими службами разных стран, обсуждались проект легенды, возможные географические основы и их масштаб и т.д.

Упомянутая карта Европы имела большой успех и широкий резонанс во всем мире, послужив дополнительным сти-

мулом к созданию не только национальных тектонических карт, но и карт более крупных регионов и целых континентов. Как правило, эти карты составлялись под эгидой либо в тесном контакте с КГКМ и ПТКМ. Так, в 1968 г. вышла Международная Тектоническая карта Африки масштаба 1:5 000 000 под редакцией Ж. Шубера (главный координатор) и А. Фор-Мюре (помощник главного координатора) и при участии ряда региональных координаторов (Л. Дюбертре, Ж. Сузи, Ж.Д. Метро, И. Трутер, Х. Бесери, Л.Казэн, Ж. Леперсон и др.). В 1969 г. появилась Тектоническая карта Северной Америки масштаба 1:5 000 000 под редакцией Ф.В. Кинга. Она была подготовлена Геологической службой США при участии ряда геологических организаций Канады, Мексики, Гренландии, Датской Восточно-Гренландской экспедиции, т.е. фактически она тоже является международной. Карта охватывает весь материк, включая также Гренландию и Центральную Америку. В 1971 г. была опубликована Тектоническая карта Австралии и Новой Гвинеи масштаба 1:5 000 000, подготовленная Комитетом по тектонической карте Геологического общества Австралии при участии ряда иных геологических организаций страны. В 1978 г. вышла в свет Тектоническая карта Южной Америки масштаба 1:5 000 000, генеральным координатором которой является Ф.Ф.М. де Альмейда, а региональными координаторами С. Мартин, Г. Фурке и Е. Озорио Феррейра. Тектоническая карта Антарктиды была составлена под редакцией К. Креддока в США в 1974 г., а в 1980 г. карта того же материка в масштабе 1:10 000 000 была издана под редакцией Г.Э. Грикурова в СССР. В печати в настоящее время находится Тектоническая карта Южной и Восточной Азии под редакцией Д.К. Рея (Индия). Наконец, в начале 1982 г. выходит в свет II издание Международной тектонической карты Европы и смежных областей масштаба 1:2 500 000 под редакцией А.А. Богданова и В.Е. Хаина. Эта карта охватывает кроме Европы значительные площади Гренландии, Африки и Азии.

Естественно, что составляясь в разные годы, различными авторскими коллективами и для материков со своими индивидуальными особенностями строения и развития, перечисленные карты характеризуются и несколькими различными методиками составления и иногда специфическими условными знаками. Большинство этих карт ограничивается изображением строения суши, и данные о строении дна внутренних морей и северо-западной части Атлантики приводятся лишь на Карте Европы, а о строении

подводной окраины континента — на карте Австралии. Особым знаком на последней карте кроме "Орогенических провинций" и площадей развития платформенного чехла выделяются "переходные области", отвечающие этапу перехода после завершения складчатости геосинклинали и до накопления нормальных платформенных образований. На картах Южной и Северной Америк кроме главных (возрастных) подразделений оттенками цветов выделяются еще и основные структурно-тектонические зоны и т.д. Однако легенды этих карт объединяет принципиальная общность с легендами упомянутых выше карт СССР (1956) и Европы (1964): главным принципом тектонического районирования является возраст складчатости (деформаций), с выделением в качестве основных структур земной коры на суше складчатых и платформенных областей. Эта главная характеристика отражается на карте наиболее наглядным способом: сплошной закраской различных цветов, на фоне которой разнообразие линейные и штриховые знаки отображают различные характеристики складок, разрывных нарушений и иные структурные элементы земной коры.

Таким образом, к началу 80-х гг. практически закончился этап создания международных тектонических карт отдельных континентов, в полной мере подтвердив плодотворность объединения усилий геологов разных стран. Осуществленные работы позволили уже в процессе их проведения начать составление Международной тектонической карты Мира. Ее географическая основа масштаба 1:15000000 была разработана в Комиссии по международным тектоническим картам (КМТК), созданной при Отделении геолого-географических наук Академии наук СССР решением Президиума АН СССР в 1957 г. для осуществления советскими учеными руководства деятельностью ПТКМ. Эта основа была утверждена на заседании ПТКМ в 1964 г. Тогда же был сформулирован и основной принцип легенды карты мира: районирование территории по возрасту деформаций и выделение таких основных структур земной коры, как древние и молодые платформы, складчатые области, талассократоны, срединноокеанические хребты.

Однако практическое составление карты затянулось на довольно длительный срок (1964-1980 гг), т.к. в первые годы основные усилия ПТКМ были направлены на составление и выпуск 1 издания карты Европы, затем — на разработку легенды карты мира, на стимулирование развития работ по составлению карт остальных материков, на осмысливание данных по строению дна океанов, начавших ин-

тенсивно поступать благодаря разворачиванию программ глубоководного океанического бурения, и, главное, на составление II издания карты Европы в соответствии с решениями КПКМ 1964 г. Тем не менее первые фрагменты карты мира (Северная Америка, Африка, Северная Евразия) представлялись на обсуждение уже в 1968 г. Продолжалась разработка легенды карты и на заседании КПКМ в 1974 г. был одобрен ее проект, по которому во главу угла было положено выделение областей с континентальной корой (на материках и шельфах) разного времени формирования, с корой переходного типа и с преобладающей океанической корой. Однако, одобрив этот проект, многие участники заседания — придерживаясь уже апробированного при составлении ряда карт материков основного принципа — высказались за показ на карте мира в первую очередь областей различного возраста, а во вторую — типа коры, на котором они закладывались.

Выполняя пожелания о скорейшей подготовке этой карты, КПКМ в 1978 г. продемонстрировала макет, охватывавший всю сушу (кроме территорий Китая и Канады) и части Атлантического, Индийского и Тихого океанов. Учтя полученные рекомендации, КПКМ в 1979 г. представила полный макет карты на заседании Редакционной коллегии (в которую вошли координаторы по материкам Ф.Б. Кинг, Р.В. Дуглас, Ф.Ф.М. де Альмейда, А. Кренер, Ж. Шубер, М. Талвани, Д.К. Рей, Ф. Дауч, М.В. Муратов, А.В. Пейве, Ю.М. Пушаровский, Г.Б. Удинцев и др.; главный редактор В.Е. Хаин), одобрявшей карту. Главным принципом ее легенды было решено сохранить районирование по возрасту основных тектонических деформаций (разные цвета для разновозрастных складчатостей), с показом по возможности типа коры (континентальная или океаническая), на которой начиналось развитие геосинклиналей. В части легенды, относящейся к океану, вместо предполагавшегося сперва структурно-геоморфологического расчленения предпочтение было отдано районированию дна океанов по возрасту основания осадочного слоя — кровли второго слоя океанической коры (отображается цветом). Полный макет карты был представлен, обсужден и утвержден к печати на заседании КПКМ во время XXVI сессии МГК в Париже (1980). Ныне карта сдана в печать и выходит в свет в 1983 г.

Из приведенного обзора видно, что легенды международных тектонических карт, постепенно эволюционировали по мере составления все новых и новых карт, сохра-

няя, однако, в качестве главного принципа районирования складчатых областей возраст складчатости деформации, региональный метаморфизм, гранитизация и наполняя его новым содержанием. Районирование ложа Мирового океана производилось либо по структурно-геоморфологическому принципу (как на карте Европы 1964 г.), либо (как на упомянутой карте мира) по возрасту кровли второго слоя океанической коры. Аналогичный принцип использован и для листов с океанами в Геологическом атласе мира под редакцией Ж. Шубера и А. Фор-Мюре, но на тектонической карте мира на полосчатом цветном фоне показано множество различных структурных элементов, детализирующих строение дна океана (оси срединноокеанических хребтов с рифтом, и без него, вулканические хребты, разделенные по времени формирования, островные дуги, трансформные разломы и т.д.).

В связи с завершением этапа составления традиционных тектонических карт для всех материков и мира в целом и в соответствии с решениями о дальнейшем направлении работ ПТКМ (Париж, 1980) и о более широком привлечении геофизических материалов, КМТК начала организацию работ по составлению Международной карты современной тектонической активности Земли масштаба 1:15 000 000. ПТКМ намерена опробовать имеющиеся проекты легенд на примере территории СССР и в ближайшее время после апробации развернуть эти работы на международном уровне. Предполагается, что на пути создания этой карты нового типа должны быть составлены следующие частные карты: современного теплового потока, современных тектонических движений по геодезическим и геологическим данным выделения сейсмической энергии, напряженного состояния земной коры по сейсмологическим данным, замерам в горных выработках и данным структурной геологии, изображения особенностей коры и мантии, "газового дыхания Земли", в частности, изотопных соотношений гелия, современной вулканической деятельности, изостазии. В качестве иных работ, возможных к осуществлению в международных рамках в будущем, можно было бы рекомендовать как переиздание тектонических карт того или иного материка, так и создание серии палеотектонических карт (отдельных континентов и всего мира, с различной густотой "сечения" и "глубиной проникновения", возможно, с учетом различных геотектонических концепций). В масштабах всего земного шара это представляется достаточно грандиозной задачей

и предполагает дальнейшее накопление фактического материала и достижение консенсуса в отношении принципов их составления — палинспастических или иных.

Таким образом, успешно наладив международное сотрудничество в области тектонической картографии, ПТКМ за время чуть больше четверти века прошла путь от создания тектонических карт всех континентов до карты мира и, завершив этот цикл, приступает — также в рамках тесного международного сотрудничества, к созданию карт нового типа.

V.E. KHAIN, B.P. KOLCHANOV

(Moscow State University,  
Geological Institute of the USSR Academy of Sciences)

HISTORY OF COMPILING INTERNATIONAL TECTONIC MAPS

(Abstract)

The first tectonic sketch maps appeared in the XIX<sup>th</sup> century. The authors of these maps were well-known geologists, such as E. Züss, A.P. Karpinsky, E. Argan, L. Kober, S. Bubnov, A.N. Mazarovich, H. Stille, V.A. Obruchev, M.M. Tetyaev et al. They tended to express their ideas on the structure of a particular region and on its relation to adjacent areas in a graphic form. Advances in geological studies allowed to turn from sketch maps to compiling the first tectonic maps of the countries in the thirties-forties of the XX<sup>th</sup> century: of the USSR (1933, 1953, 1956), France (1941), USA (1944) and, later, of Canada (1950) and Mexico (1958). This paved the way for passing a resolution on establishing the Subcommittee for the Tectonic Map of the World at the XX<sup>th</sup> session of the International Geological Congress (1956). The Subcommittee edited the International Tectonic Map of Europe, scale 1:2 500 000, (1964) and prepared the 2<sup>nd</sup> edition of this map (1982) as well as the International Tectonic Map of the World, scale 1:15 000 000 (1983). Similar maps of Africa (1968), North America (1969), Australia and New Guinea (1971), South America (1978) to a scale of 1:5 000 000 and a map of Antarctica to a scale of 1:10 000 000 (1974, 1980) were published under the aegis of or in contact with the Subcommittee. Having completed the conventional tectonic maps (with the age of deformations as the main principle of subdivision), the Subcommittee tends to prepare the International Map of Recent Tectonic Activity of the Earth, scale 1:15 000 000. The work related to the reprinting of tectonic maps of the continents and compilation of paleotectonic maps is left in reserve.

## **ИСТОРИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ КАРТОГРАФИИ**

**"Очерки по истории геологических знаний"  
(выпуск 21)**

**Редактор М. Брук  
Художественный редактор С. Витте  
Технический редактор Л. Ефимова  
Корректор Г. Барчукова**

**Сдано в набор. 20.05.82. Подписано в печать 9.08.82. Т—16118. Формат 60X90/16. Бумага офсетная № 1, Гарнитура Престиж. Печать офсетная. Усл. печ. л. 17,5 Уч.-изд. л. 10,32. Тираж 1060 экз. Изд. № 1.213. Заказ №6908. Цена 1р.50к.**

**Главная редакция изданий для зарубежных стран  
издательства "Наука"**

**Москва, Мароновский пер., 26.**

**Отпечатано в Производственно-издательском комбинате ВИНТИ  
Люберцы, Октябрьский проспект, 403.**

ИСПРАВЛЕНИЯ И ОПЕЧАТКИ

страница	строка	напечатано	следует читать
11	7 стр.	international commission for geological sciences	International Commission on the History of Geological Sciences.
49	3 св.	— с другой;	с другой, —
58	3 стр.	Карпинская	Карпинский
72	4 св.	1 : 420000	1 : 420000
135	8 св.	XX	XIX
153	13 св.	нефтегеологического	нефтегеологического
155	17 св.	Гайданов А. Г.	Гайнанов А. Г.
186	1 стр.	в 1932—1933 гг.—	в 1932—1933 гг. оно велось
207	9 св.	1882—1971	1882—1917
220	12 св.	В. Э. Тилли	С. Э. Тилли
229	26 св.	(руслами...)	(между руслами...)
267	9 св.	Виноградов Л.—М. ч. 1960 г. ч. II, 1961 г.	Виноградова, Л.—М., ч. I, 1960; ч. II, 1961.
279	8 св.	E. Züss	E. Suess

ОТДЕЛЬНЫЕ УТОЧНЕНИЯ

1. Портрет Богданова А. А., помещенный на стр. 196, относится к статье В. Е. Хаина, В. П. Колчанова "История создания международных тектонических карт", стр. 270—279.
2. На стр. 225, 13 строка сверху "Metamorphic map of Asia, 1978" является самостоятельной оригинальной работой.
3. На стр. 227, 11 строка сверху: после слов "из Австро-Венгрии;" читать "Г. Фухс, с 1963, из Венгрии;" далее по тексту.
4. На стр. 231, 13 строка снизу: читать "О. Амперер (1906), О. Амперер и Хаммер (1911), Хаммер (1911)" далее по тексту.

Цена 1 р. 50 к.



Главная редакция изданий  
для зарубежных стран  
издательства "Наука"