

СОСТОЯНИЕ ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКОЙ ИЗУЧЕННОСТИ И МИНЕРАГЕНИИ УРАЛА

© 2012 г. В. А. Коротеев*, Б. М. Алешин**, К. К. Золоев***

*Институт геологии и геохимии УрО РАН
620075, г. Екатеринбург, Почтовый пер., 7
E-mail: koroteev@igg.uran.ru

**Уральский филиал ФБУ “ГКЗ”
620014, г. Екатеринбург, ул. Вайнера, 55
E-mail: uralgkz@r96.ru

***ОАО “Уральская геологосъемочная экспедиция”
620014, г. Екатеринбург, ул. Вайнера, 55
E-mail: secretary@ugse.ru

Поступила в редакцию 05.05.2012 г.

В статье кратко обобщаются современные представления о геологии, истории развития и минерагении Уральской складчатой системы. Характеризуются основные этапы и главные достижения в изучении региона с указанием имен исследователей, чьи работы легли в основу наших знаний об этой, одной из богатейших и интереснейших геологических провинций мира.

Ключевые слова: *Уральская складчатая система, геологическая съемка, стратиграфия, тектоника, геофизические исследования, геохимия, минерагения.*

Урал – крупнейшая в мире рудная провинция, сыгравшая значительную роль в развитии промышленности и укреплении обороноспособности нашей страны в годы Великой Отечественной войны. Значение Урала и сейчас велико в экономике государства. Основной объем горнометаллургического производства сосредоточен на Урале, и в общем сырьевом балансе России он по-прежнему занимает одно из ведущих мест.

Урал – граница Европы и Азии. Протяженность его в меридиональном направлении – 2500 км при ширине от 350 до 600 км. Урал подразделяется (с севера на юг) на Полярный, Приполярный, Северный, Средний и Южный, продолжением которого являются Мугоджары. На западном склоне Урала распространены структуры активизированного края Русской и Тимано-печерской плит Восточно-Европейской платформы, обширный Предуральский прогиб и примыкающая к нему с востока Западно-Уральская мегазона внешней линейной складчатости.

Уральская складчатая система является составной частью фундамента Урало-Западно-Сибирской эпигерцинской “молодой” платформы. На поверхность выходит западная часть Уральской системы, восточная – скрыта под мезозойско-кайнозойскими отложениями Западной Сибири и образует ее фундамент.

Урал окончательно сформировался на востоке – к началу, а на западе – к концу триаса. Поскольку основная складчатость, охватившая большую, восточную часть системы, произошла в перми, Уральская складчатая система (УСС) традиционно относится к герцинидам. Из-за уникально высокой рас-

пространности основных и ультраосновных пород в восточной части она относится к регионам мафического типа, а в тектоническом отношении, из-за почти прямолинейного простиранья, – к системам линейного типа.

Соотношения УСС с соседними регионами во многом спорные. Восточная граница на всем своем протяжении скрыта под чехлом мезозойско-кайнозойских отложений, мощность которых превышает 2 км.

Большинство геологов полагает, что южная половина характеризуемой системы на востоке по Центрально-Тургайскому разлому граничит с разными зонами каледонской части Казахстанской складчатой области. Отдельные исследователи считают, что Валерьяновскую и Боровскую зоны, которые нами отнесены к УСС, следует рассматривать в составе казахстанид. Севернее разные зоны восточной части УСС граничат с Ханты-Мансийским глубинным массивом.

На севере УСС по Байдарацкому разлому имеет торцевое сочленение с северной частью Центрально-Западносибирской складчатой системы. Северное продолжение УСС можно ожидать в пределах акватории Карского моря. Существует мнение, что она за Байдарацким разломом, погруженная на большую (до 4–5 км) глубину, продолжается в северо-восточном направлении, где затем сочленяется с Таймырской складчатой системой [8].

На юге УСС раздваивается. Ее крайние восточные зоны переходят в Северо-Устьюртский срединный массив и в разные зоны Южного и Сред-

него Тянь-Шаня, а более западные зоны (Тагило-Магнитогорской мегазоны), отклоняясь к юго-западу, вероятно, заканчиваются Южно-Эмбинским авлакогеном.

Западная граница УСС разными исследователями трактуется по-разному. Некоторые геологи совмещают ее с восточной границей распространения пермской молассы, другие относят далеко на запад, включают в состав УСС Пай-Хой, поднятия Чернова, Чернышева, Колчимско-Полюдовское и Каратауское. Многие исследователи Предуральский передовой прогиб относят к платформе, а западную границу самой УСС проводят по западному крылу ее крайней линейной складки.

Разные представления существуют по поводу соотношения тиманид и уралид в связи с различным пониманием тектонической природы рифейских отложений Тимана и западного склона Урала, а также по-разному проводимой корреляцией рифейских отложений этих регионов.

Сочленение Полярного Урала и Пай-Хоя интерпретируется не одинаково. Одни геологи Пайхойско-Новоземельскую структуру выделяют в самостоятельную складчатую систему, другие рассматривают ее как естественное продолжение Западно-Уральской зоны. По мнению О.А. Кондияйна и др. (1981) Пайхойско-Новоземельская структура более всего похожа на поднятия Чернова и Чернышева.

Соотношения Уральской системы с соседними регионами необходимо рассматривать также и в историческом аспекте, так как границы Уральской подвижной системы в ходе ее развития существенно менялись. Проблема рассматривается подробно В.А. Коротеевым и К.К. Золоевым в недавно опубликованной монографии [21].

Урал – одна из старейших и главных рудных баз России. В VI в. на территории Предуралья уже существовали солеварни, с середины XVI в. разрабатывались месторождения меди, железа и серебра, с середины XVII в. функционировали первые казенные железоделательные и медеплавильные заводы, в XVIII в. на Урале насчитывалось до 40 металлургических заводов.

После создания в 1882 г. Геологического комитета началось планомерное геологическое изучение России. В 1897 г. V съезд горнопромышленников Урала принял решение о начале составления сводной геологической карты всего региона на основе единой легенды. Такая карта была создана (под редакцией Н.К. Высоцкого) 25 лет спустя. Позднее появились новые поколения сводных карт Урала м-ба 1 : 1 000 000 под редакцией Д.В. Наливкина, а также карты под редакцией И.И. Горского (1959) и И.Д. Соболева (1971).

С 20-х годов XX в. начались планомерные систематические геологосъемочные работы м-ба 1 : 200 000 в отдельных регионах Урала. К началу 1990-х годов ими было покрыто почти 75% тер-

ритории Урала. Огромный вклад в изучение Урала и создание геологических карт в эти годы внесли А.Д. Архангельский, В.А. Варсанофьева, Г.И. Водорезов, К.Г. Войновский-Кригер, С.Н. Волков, О.А. Воробьева, М.И. Гарань, И.И. Горский, О.П. Горяинова, П.М. Есипов, А.Н. Заварицкий, С.Н. Иванов, А.П. Карпинский, Б.М. Келлер, Е.А. Кузнецов, И.В. Ленных, Н.И. Леоненко, Л.С. Либрович, К.А. Львов, Е.А. Мазина, Н.Ф. Мамаев, Ю.Е. Молдаванцев, С.В. Москалева, Д.В. Наливкин, О.Ф. Нейман-Пермякова, О.А. Нестоянова, Л.Н. Овчинников, Д.Г. Ожиганов, А.И. Олли, В.Н. Охотников, А.В. Пейве, А.А. Петренко, А.А. Пронин, Б.М. Романов, В.М. Сергиевский, Г.С. Сенченко, Г.А. Смирнов, Ю.Д. Смирнов, И.Д. Соболев, В.И. Тужикова, Э.А. Фалькова, А.Е. Ферсман, Г.Н. Фредерикс, А.В. Хабаков, Н.П. Херасков, А.Н. Ходалевиц, Г.Ф. Червяковский, Ф.Н. Чернышев, А.А. Чернов, И.С. Шатский, Д.С. Штейнберг, Н.А. Штрейс, А.Л. Яншин и многие другие геологи.

Результаты геологосъемочных и научно-исследовательских работ по Уралу обобщены в периодически издаваемых томах многотомных монографий “Геология СССР” (т. XII, 1944–1973, гл. ред. И.И. Горский, Е.А. Кузнецов, Д.В. Наливкин; т. XII, 1966–1973, ред. П.И. Аладинский, В.А. Перваго, К.К. Золоев; т. XIII, 1964, ред. Г.И. Водорезов), “Геологическое строение СССР” (в трех томах, отв. ред. А.П. Марковский, 1958), “Геологическое строение СССР” (в шести томах, гл. ред. Е.Г. Шаталов, 1968–1969). Лишь в последнем издании “Геологическое строение СССР и закономерности размещения полезных ископаемых” (в 10 томах, гл. ред. Е.А. Козловский, 1984–1989) отдельный уральский том по ряду причин не был издан. Этот пробел в значительной степени компенсировался, как отметил тогда О.А. Кондияйн (ВСЕГЕИ), публикацией многочисленных статей, книг, трудов совещаний по геологии и металлогении Урала; в частности, подчеркнул он, надо отметить небольшую по объему, но насыщенную материалом работу, подготовленную специалистами объединения “Уралгеология” [4].

В последние десятилетия геологические исследования на Урале получили широкий размах, применялись и совершенствовались принципиально новые научные подходы и методы.

Главные результаты в области стратиграфии связаны с находками и изучением новых групп фауны, получением прецизионных изотопных определений возраста пород, изучением и использованием для целей корреляции типоморфизма минералов тяжелой фракции в терригенных породах. Определен возраст ашинской и сылвицкой серий в результате находок эдиакарской биоты (Беккер, 1996), проведена корреляция стратотипических разрезов докембрия западного склона Урала с разрезами его восточного склона и Русской платформы (Стратиграфические схемы Урала..., 1993; Беккер, 2003 и др.). На основе исполь-

зования конодонт пересмотрена стратиграфия палеозойских осадочно-вулканогенных толщ восточного склона Урала (К.С. Иванов, 1987, 1988; В.Н. Пучков, 1982, 1985; Артюшкова, Маслов, 1998; Маслов и др., 1993). Конодонты ордовика обнаружены и в некоторых, считавшихся докембрийскими, образованиях бедамельской серии, максютовском и суваянском комплексах, в породах Салдинского поднятия и др. Детально изучены и охарактеризованы отложения нижней части нижней перми, разрезы которых признаны МСК в 1996 г. в качестве международных эталонов ярусов. Изотопные определения возраста реперных свит и магматических комплексов позволили уточнить основные возрастные рубежи для докембрия Урала [12], (А.А. Краснобаев и др., 1998, 1999, 2000, 2004; Ю.Л. Ронкин и др., 2005, 2007). Результаты исследований нашли отражение в изданных в 1993–1997 гг. новых “Стратиграфических схемах Урала” для образований от докембрия до антропогена, а также основанных на этих схемах зональных серийных легендах и новом поколении Гостеолкарты-200 для всей территории Урала.

При изучении магматизма стал широко использоваться формационный подход, причем именно Урал стал полигоном для отработки основных положений формационного анализа, создания классификации формаций и описания их эталонных представителей, что нашло отражение в книге “Магматические формации СССР” (1979), а также публикациях Д.С. Штейнберга, И.Д. Соболева, К.К. Золоева, Г.Б. Ферштатера, А.А. Ефимова, Т.И. Фроловой, И.А. Буриковой, В.А. Коротеева, Г.Ф. Червяковского, Е.А. Белгородского, И.Б. Серавкина, А.С. Бобохова, А.М. Косарева, М.С. Рапопорта, Я.А. Рихтера и многих других. Уже в 1971 г. была составлена Карта магматических формаций СССР м-ба 1 : 2 500 000, куда вошел и фрагмент по Уралу (авторы В.М. Сергиевский, Н.А. Румянцева и др.), в 1990 г. была издана первая карта геологических формаций Урала м-ба 1 : 1 000 000 (ред. О.А. Кондаин, А.Г. Кондаин, Н.А. Румянцева), а также составлены карты гипербазитовых (ред. К.К. Золоев) и гранитоидных (ред. М.С. Рапопорт, Е.М. Ананьева, Г.Б. Ферштатер, Б.К. Львов, 1981) формаций.

При исследовании вулканогенных пород получили распространение методы формационного и фашиального анализа (М.Б. Бородаевская, Г.В. Ручкин, А.Г. Волчков и др.) [12], (К.П. Иванов, Н.С. Чурилин, 1975; В.А. Коротеев, Т.В. Дианова, В.Г. Кориневский, 1987, 1986; В.С. Шарфман, 1984, 1989; Каретин, 2000). Это в корне изменило подход к картированию вулканических образований как стратифицированных и позволило перейти к созданию палеовулканологических карт с выделением на них разных типов вулканов, вулканотектонических структур, вулканических фаций, что имело огромное значение в связи с выявленной ролью последних как критериев колчеданности [12, 20, 22].

Для пяти возрастных срезов составлены палеовулканические карты всего Урала в качестве фрагментов к Атласу палеовулканологических карт Северо-Восточной Евразии м-ба 1 : 5 000 000 (2001).

Под руководством Межведомственного петрографического комитета и его Уральского совета проведена большая работа по корреляции магматических комплексов [13, 14].

Важные результаты получены при изучении продуктов метаморфизма и метасоматоза, их геологической позиции, геохимической и металлогенической специализации, а также при создании классификации метаморфизма, благодаря исследованиям С.Н. Иванова, Г.А. Кейльмана, К.К. Золоева, Л.М. Минкина, А.М. Пыстина, А.И. Русина, В.И. Ленных, А.П. Казака, В.М. Нечехина, В.А. Прокина. Эти результаты отчасти обобщены в Карте геологических типов и фаций метаморфизма Урала (1991). В работах С.Н. Иванова и А.И. Русина [5, 6 и др.] место и время процессов метаморфизма рассмотрены с позиций теории литосферных плит. С этих же позиций была рассмотрена минерогения палеозойских офиолитов Южного Урала [11].

Урал традиционно рассматривался как эталон области геосинклинального развития с четко выраженными мио- и эвгеосинклинальными зонами (И.Д. Соболев, 1968). Тем не менее, геологи Урала одними из первых при анализе геологической истории региона использовали идеи новой теории тектоники литосферных плит. На основе этой теории была составлена и в 1977 г. издана тектоническая карта Урала м-ба 1 : 1 000 000 с объяснительной запиской (авторы А.В. Пейве, С.Н. Иванов, В.М. Нечехин, А.С. Перфильев, В.Н. Пучков). К идеям новой теории присоединились многие исследователи Урала. Наиболее интенсивно они разрабатывались исследователями уральских академических институтов, прежде всего Института геологии и геохимии УрО РАН и отдельными исследователями ВУЗов.

По вышеприведенным направлениям, активно развивавшимся начиная с середины 70-х годов прошлого столетия, накопилось значительное число публикаций, проведены целенаправленные совещания, изданы тектонические карты и другие материалы. В числе значимых публикаций можно отметить следующие работы: Тектоническая карта Урала с элементами металлогенической нагрузки (1976); Тектоника Урала (1977); Геодинамическая карта Урало-Тимано-Палеоазиатского сегмента Евразии (2009); труды совещания: “Магматизм, метаморфизм и рудообразование в истории Урала” (1974); монография “Глубинное строение, тектоника и металлогения Урала” (В.М. Нечехин и др., 1986); труды совещания “Металлогения с позиций тектоники плит” (1996); коллективная монография “Главные рудные геолого-геохимические системы Урала (ред. А.М. Дымкин, В.А. Коротеев, 1990); монографии: Душин В.А. “Магматизм и геодина-

мика палеоконтинентального сектора Севера Урала) (1997); Язева Р.Г., Бочкарев В.В. “Геология и геодинамика Южного Урала” (1998); Коротеев В.А., Нечуехин В.М. “Магматические и метаморфические ассоциации полной геодинамической последовательности. Магматизм и геодинамика” (1998); Нечуехин В.М. “Аккреционно-коллизийная тектоника Урала. Тектоника неогена” (2001).

Исследования были направлены также на выявление и более детальное изучение индикаторных комплексов офиолитов и отдельных элементов их “разреза” [18, 19]; (Рязанцев и др., 1999), турбидитовых комплексов – индикаторов островных дуг (Л.Я. Кабанова, 1981), конденсированных глубоководных осадков, характерных для океанического дна (А.В. Тевелев и др., 1998), зон меланжа и сочленения плит [16]; (Серавкин и др., 2003). В полях развития базальтовых комплексов выделены и изучены палеогидротермальные поля, реконструированы образования типа черных курильщиков (Зайков, Масленников, 1999). Большое внимание уделялось изучению признаков горизонтальных перемещений. Подтверждено и развито высказанное ранее О.Ф. Нейман-Пермяковой и К.Г. Войновским-Кригером представление о широком распространении на Урале надвигов и шарьяжей (Плюснин, 1969, 1985; Кондаин, 1974; Камалетдинов, 1974). Стал широко использоваться метод реконструкции геодинамических обстановок с помощью петрографических, петрохимических, геохимических и изотопно-геохимических исследований пород путем сравнения их с современными эталонами, свойственными тем или иным обстановкам.

За эти годы составлены Государственная геологическая карта м-ба 1 : 1 000 000 и практически по всему Уралу геологическая карта м-ба 1 : 200 000. Крупным этапом в геологической картографии Урала стало создание в конце 1990-х – начале 2000-х гг. комплектов геологических карт м-ба 1 : 200 000 второго поколения, впервые сопровождавшихся цифровыми моделями, а также карт м-ба 1 : 1 000 000, которые охватили почти всю территорию Урала и прилегающие районы.

Картографическим воплощением новых подходов и результатов исследований, полученных за последние десятилетия, стал комплект составленных во ВСЕГЕИ под руководством Д.В. Рундквиста специализированных карт Урала м-ба 1 : 1 000 000: глубинного строения земной коры (ред. Н.Г. Берлянд, 1990), геологических формаций (ред. О.А. Кондаин, А.Г. Кондаин, Н.А. Румянцева, 1990), морфоструктурная (ред. Н.Г. Чижова, 1990), полезных ископаемых (ред. А.М. Маревичев, И.А. Петрова, 1988), металлогеническая (ред. А.М. Маревичев, И.А. Петрова, 1988).

Важные данные по вопросам геологии Урала получены в результате бурения в 1980-е годы Уральской сверхглубокой скважины в 5 км западнее г. Верхняя

Тура, достигшей глубины более 5 км, а также проведения исследований (1992–2002) по международной программе “Европроба” [7], (Глубинное строение..., 2001; Строение и динамика..., 2006).

Однако геологическая изученность Уральской складчатой системы весьма неравномерна. Чрезвычайно слабо изучена ее часть, перекрытая мезозойско-кайнозойским чехлом Западно-Сибирской плиты, об особенностях которой известно частично по материалам редких буровых скважин, а в основном – по данным геофизики. В открытой части системы детально изучены промышленные районы Среднего и частично Южного Урала, плотность геологических наблюдений в других районах, особенно в северной половине Урала, в десятки раз ниже.

За многолетнюю историю поисков, разведки и эксплуатации месторождений полезных ископаемых на Урале выполнены огромные объемы геологических, геофизических, минерагенических, оценочных и других видов работ. Как минерагеническая провинция Урал – источник таких металлов, как железо, хром, титан, медь, цинк, алюминий, марганец, ванадий, золото, вольфрам, молибден, ниобий, тантал, свинец, цинк, а также неметаллических (тальк, асбест, вермикулит, барит, сидерит, магнезит, хрусталь, драгоценные и поделочные камни, включая алмазы) и горючих полезных ископаемых (уголь и горючие сланцы). Разработка и поиски новых месторождений полезных ископаемых сегодня особенно необходимы в связи с возросшей ролью Урала как важнейшей минерально-сырьевой базы России.

Первое детальное описание Уральской минерагенической провинции опубликовано отдельной книгой в 1973 г. в качестве составной части многотомного издания “Геология СССР” (том XII под ред. П.И. Аладинского, К.К. Золоева и В.А. Перваго). Тогда же выходит и первая Металлогеническая карта Урала м-ба 1 : 500 000 (гл. ред. А.В. Пуркин, 1974).

В результате полученных новых данных по стратиграфии, магматизму, тектонике, глубинному строению региона большое внимание при изучении полезных ископаемых уделялось их положению в геологической истории, структурах, выявлению связи с теми или иными геологическими формациями и геодинамическими обстановками. Это было вызвано необходимостью выявления новых критериев рудоносности, поскольку встала задача поисков новых месторождений, в том числе не выходящих на дневную поверхность, а также новых перспективных площадей.

Вопросы минерагении Урала за последние десятилетия рассматривались в большом количестве опубликованных работ. Следует назвать публикации М.Б. Бородаевской, А.М. Дымкина, К.К. Золоева, С.Н. Иванова, В.А. Коротеева, А.И. Кривцова, Е.С. Контаря, Н.П. Кокорина, А.М. Маревичева,

В.М. Нечеухина, Л.Н. Овчинникова, Б.А. Попова, В.А. Прокина, П.С. Прямоноснова, М.С. Рапопорта, Д.В. Рундквиста, И.Б. Серавкина, Д.С. Штейнберга и многих других. Кроме того, упомянутая выше Госгеолкарта м-ба 1 : 1 000 000 по всей территории Уральского региона представлена комплектом карт, включающим карту полезных ископаемых [9], металлогеническую карту Урала м-ба 1 : 1 000 000 с объяснительной запиской под редакцией А. М. Маревичева и И.А.Петровой [15] и серию специализированных карт на отдельные виды полезных ископаемых под общей редакцией Д.В. Рундквиста. Результатом проведенных исследований было открытие на Урале ряда месторождений, в том числе новых, нетрадиционных типов (золота, платины, цветных и редких металлов, алмазов). В 2001 г. изданы Карта размещения месторождений меди, цинка, свинца на Урале масштаба 1 : 1 000 000 и объяснительная записка к ней [10].

Среди складчатых систем России Урал наиболее полно охвачен геофизическими, в первую очередь сейсмическими, исследованиями. Практически вся территория Урала покрыта аэромагнитной и гравиметрической съемками м-ба 1 : 200 000, а значительная часть площади – и съемками более крупного масштаба.

В первый, досейсмический период геофизического изучения Урала (до начала 1970-х годов) на базе гравимагнитометрических данных (Тимофеев, Беллавин, 1959) построен первый разрез земной коры Урала и сделаны выводы о подъеме под Тагило-Магнитогорским мегасинклином "базальтового" слоя, о погружении верхней мантии, которые были в дальнейшем, за исключением конкретных оценок глубин, подтверждены сейсмическими исследованиями. В тот же период Е.М.Ананьевой и Б.В.Дорофеевым [1] создана схема вещественного состава палеозойских пород под мезозойско-кайнозойским чехлом Западной Сибири; Е.Б. Бельтенева с коллегами (Бельтенева и др., 1965) составлена схема глубинного строения верхней части разреза земной коры Магнитогорского мегасинклинория; Б.В. Дорофеевым (Дорофеев, 1968, 1976) разработаны принципы изучения блокового строения Урала и выделения по физическим полям глубинных разломов. Наконец, гравитационное и магнитное поля используются при тектоническом районировании региона (Д.Ф. Уманцев, В.А. Бугайло, 1944; Е.М.Ананьева и др., 1968, 1971, 1996; И.Д.Соболев и др., 1983), [17].

Основы изучения глубинного строения Урала заложены трудами Е.М. Ананьевой, О.В. Беллавина, Е.Б. Бельтенева, В.А. Бугайло, Б.В. Дорофеева, И.С. Огарина, И.Ф. Таврина, А.Н. Тимофеева.

Планомерные сейсмические исследования Урала в 1960-е годы означали качественный скачок в познании недр региона. Урал полностью либо частично пересечен 22-мя профилями ГСЗ и ГСЗ-МОВЗ глу-

бинностью до 100 км и более (А.Н. Антоненко, 1980, 1984; В.С.Дружинин и др., 1976, 1981, 1986, 1990, 1997; А. В. Егоркин и др., 1978, 1989; Е.Е. Золотов и др., 1995, 1996; С.Н. Кашубин и др., 1985, 1994, 1995, 2007; В.М. Рыбалка, 1979, 1992; Н.И. Халевин и др., 1978, 1987; Б.А. Хрычев и др., 1973, 1976, 1980, и др.). Изучены скоростная характеристика земной коры и верхней мантии Урала, составлены глубинные сейсмические и геолого-геофизические разрезы, получена информация о рельефе границ раздела в литосфере, о ее расслоенности и латеральной делимости. В 1970–80-е гг. выполнен большой объем профильных исследований рудной сейсморазведки методом отраженных волн МОВ глубиной до 8–12 км (Ю.П. Аверкин, В.А. Казачихин и др., 1980; А.А. Колечин и др., 1981; Ю.П. Меньшиков, А.И. Назаров и др., 1978; Ю.З. Сегаль и др., 1975; В.Б. Соколов, 1988, 1990, и др.) и МОВ-ОГТ глубиной до 20 км. Исследования МОВ выявили пологое падение отражающих границ, широкое развитие надвигов и бивергентное строение земной коры Тагило-Магнитогорской мегазоны.

На основе комплексной интерпретации гравимагнитных и сейсмических данных изучаются морфология и внутренняя структура массивов интрузивных пород (О.В. Беллавин; 1965; И.Ф. Таврин, 1968), [2]; строятся структурные схемы поверхностей древнего кристаллического фундамента, "базальтового" слоя и верхней мантии (И.С. Огарин, 1968, 1973, 1974; А.Я. Ярош, 1968, 1971; Н.Г. Берлянд, 1969, 1971; В.М. Рыбалка, 1971, 1979; Г.Г. Кассин и др., 1975; Б.Г. Семенов и др., 1981, 1983; А.А. Цветаева, 1981; П.С. Ревякин и др., 1987); выполняется районирование региона по характеру его глубинного строения. Сделан вывод о разделении Уральской складчатой системы на три части, различающиеся принципиальными особенностями глубинного строения земной коры (И.С. Огарин, 1969, 1973, 1974; Н.Г. Берлянд, 1969, 1971, 1981, 1993; В.С. Дружинин и др., 1971, 1976).

Наиболее информативные комплексные сейсмические исследования (МОВ-ОГТ и ГСЗ) выполнены в рамках Европробы по профилю Уралсейс через Южный Урал (R. Verzin et al., 1996; H. Echter et al., 1996, 1997; Р.Г. Берзин и др., 2001; В.М. Ступак и др., 2001; С.Н. Кашубин и др., 2001 и др.) и по профилю ESRU через Средний Урал (C. Juhlin et al., 1995, 1998; F. Thouvenot et al., 1995; С.Н. Кашубин и др., 1996; А.В. Рыбалка и др., 2006, и др.). Полученные материалы подтвердили сделанные ранее выводы о делении Урала на три области¹ с разным типом земной коры и бивергентном строении коры Центральной геозоны, а также дали много новых сведений об особенностях структуры коры и верхней мантии региона.

¹ Некоторые исследователи вместо слова "область" используют "геозона", "домен" и т. п.

При исследовании строения литосферы на глубину проводится изучение геоэлектрического разреза Урала (А.Г. Дьяконова и др., 1986, 1990, 1996, 2003), его теплового поля (Ю.П. Булашевич, 1973; В.В. Сальников, 1977, 1984; И.А. Голованова, 1993, и др.) и геодинамики (А.Л. Алейников и др., 1978, 1988, 1994; И.В. Ананьин, 1991); продолжаются начатые А.Г. Комаровым (1956, 1962 и др.) палеомагнитные исследования (И.Г. Свяжина и др., 1993, 1996, и др.). Работы в этих направлениях имеют большое значение для понимания строения и эволюции литосферы, однако они охватывают не весь регион; такие территории, как север Урала, этими методами не изучены.

На базе разностороннего геофизического материала коллективом авторов создана Карта глубинного строения земной коры Урала м-ба 1 : 1 000 000 (гл. ред. Н.Г. Берлянд, 1990). Карта и сопровождающие ее глубинные геолого-геофизические разрезы представляют собой объемную модель земной коры региона. Геофизические, в первую очередь, сейсмические исследования последних лет дополняют, уточняют, а иногда и изменяют модель зем-

ной коры, представленную на карте глубинного строения.

Результатом геологических исследований и геологического картографирования на Урале, проведенных за последние 30–40 лет, стало создание в конце 1990-х–начале 2000-х годов Государственных геологических карт РФ (с объяснительными записками) м-бов 1 : 1 000 000 и 1 : 200 000 нового (второго) поколения, охвативших практически всю территорию Урала и прилегающих районов кроме Оренбургского Урала. Эти карты, составленные с широким использованием компьютерных технологий, с учетом новых геологических концепций и новых научных подходов по существу подводят итог этого крупного этапа изучения Урала.

Основной геологический материал данного раздела настоящей статьи заимствован из монографии “Геология и полезные ископаемые России”. В шести томах, Т.1. Запад России и Урал. Кн. 2. Урал [3]. Исключительную роль в организации работы над этим фундаментальным трудом и привлечении специалистов к его созданию сыграл заведующий отделом Анатолий Михайлович Маревичев, безвремен-

Таблица 1. Запасы твердых полезных ископаемых по Свердловской области (Средний и Северный Урал) и УрФО

Полезное ископаемое	Свердловская область		Уральский федеральный округ	
	Общие запасы	Запасы распределенного фонда	Общие запасы	Запасы распределенного фонда
1. Железные руды, всего	250.5	229.3	260.0	227.4
в т.ч.:				
титаномагнетитовые	245.3	241.2	247.4	241.1
скарново-магнетитовые	213.1	142.7	180.5	124.1
медно-железо-ванадиевые	555.3	17.4	555.3	17.4
сидериты и бур.железняки	Запасы отсутствуют		753.6	394.2
по ним:				
железистые кварциты	Запасы отсутствуют		нет добычи	
2. Хромовые руды	13.8	11.3	21.0	18.7
3. Марганцевые руды	Нет добычи			
4. Медь, всего	79.7	32.7	80.9	58.2
в т.ч.:				
в колчеданных рудах	36.5	33.4	30.3	28.8
в медноскарновых рудах	192.3	38.1	192.3	38.1
в медно-железо-ванадиевых рудах	284.4	14.1	284.4	14.1
в медистых глинах	17.1	17.1	17.1	17.1
в медьсодержащих				
в скарново-магнетитовых рудах	304.5	103.3	304.5	103.3
в меднопорфировых рудах	Запасы отсутствуют		12054.0	12054.0
5. Цинк	22.8	22.6	27.5	27.5
6. Никель	114.0	97.9	80.1	64.6
7. Бокситы, всего	165.7	146.4	167.8	146.4
в т.ч. девонские	160.5	146.4	161.0	146.4
8. Золото, всего	35.30	21.20	34.70	27.30
в т.ч., в коренных м-ниях	28.80	23.20	24.70	21.00
в комплексных м-ниях	27.50	14.10	43.80	39.10
в россыпях	48.10	13.80	60.50	18.30
9. МПГ, всего	130.3	17.5	130.3	17.5
в т.ч. в коренных м-ниях	616.5	24.5	616.5	24.5
в россыпях	60.9	16.5	60.9	16.5

Таблица 2. Соотношение прогнозных ресурсов всех категорий и разведанных запасов

Полезное ископаемое	Прогнозные ресурсы	
	Текущие запасы	
Скарново-магнетитовые руды	2.7	
Марганцевые руды	4.9	
Хромовые руды ¹⁾	28.9	
Медь в колчеданных м-ниях	3.1	
Цинк	2.8	
Никель	1.4	
Золото в коренных м-ниях	4.8	

но ушедший из жизни в конце 1998 г. В 2001 г. главным редактором книги был назначен Олег Александрович Кондияин, взявший на себя труд обобщения материалов в условиях спорности многих положений по геологическому строению и истории развития Уральской складчатой системы. В 2007 г. Олега Александровича не стало. Работу по редактированию книги завершили А.Н. Мельгунов, Н.А. Румянцев, А.А. Беляев при участии К.Э. Якобсона. Авторами книги являются специалисты отдела геологии и полезных ископаемых Урала и Западной Сибири ВСЕГЕИ (зав. отделом А.Н. Мельгунов) А.А. Беляев, Н.Г. Берлянд, В.П. Водолазская, А.П. Казак, О.А. Кондияин, А.Н. Мельгунов, Б.М. Михайлов, Т.Л. Полянская, а также сотрудники других отделов института: В.М. Богомазов, И.Г. Гапошин, Н.Р. Горбацевич, Л.И. Гурская, А.П. Золотов, Н.Н. Копылова, А.В. Лапо, Л.И. Лукьянова, Ю.С. Ляхницкий, В.Л. Масайтис, К.А. Марков, А.Е. Могилев, А.С. Никаноров, А.Е. Соболев, В.П. Феоктистов, В.Я. Чернов, В.К. Шкатова, Г.М. Шор, К.Э. Якобсон. В работе участвовали сотрудники Уралгеолкома, Уралнедра К.К. Золоев, Е.С. Контарь, М.С. Рапорт, В.В. Стефановский, Санкт-Петербургского государственного университета – Б.К. Львов, Санкт-Петербургского государственного горного института (технического университета) – А.В. Козлов. На всех этапах подготовки книги авторский коллектив получал большую помощь и поддержку со стороны академика РАН Д.В. Рундквиста. С особой теплотой авторы вспоминают постоянное внимание к их работе выдающегося ученого, члена-корреспондента РАН Льва Исааковича Красного.

Урал включает большую часть Уральской металлогенической провинции, практически всю территорию Западно-Сибирской плиты и ее нефтегазоносной провинции, а также восточную часть обширной Волго-Уральской нефтегазоносной провинции. Он занимает первое место в России по добыче полезных ископаемых, второе – среди федеральных округов (после Дальневосточного) – по роли и объему минерально-сырьевого сектора в российской экономике, обеспечивая в России добычу 97% ванадия, 70% бокситов, 61% хризотил-асбеста, 25% железных руд и 22% огнеупорных глин, значи-

тельную часть благородных металлов, включая золото и металлы платиновой группы.

На Урале сосредоточены эксплуатируемые, подготовленные к освоению и разведываемые месторождения углеводородного сырья, твердого топлива, каменных и бурых углей, черных, цветных, редких и благородных металлов, неметаллических полезных ископаемых. Добыча и переработка минерального и углеводородного сырья играет решающую роль в экономике региона, что сохранится и в обозримом будущем.

Основные месторождения и проявления руд черных, цветных и благородных металлов расположены в хорошо изученных открытых и освоенных районах Северного, Среднего и Южного Урала. Отсутствие таких же по масштабам и экономической значимости объектов на северных территориях, особенно на Приполярном и Полярном Урале, объясняется недостаточно высоким уровнем геолого-геофизической и геохимической их изученности; некоторыми особенностями геологического строения и закономерностей размещения полезных ископаемых в северной части Уральской складчатой системы, а также перекрытием структур горноскладчатого Урала мезо-кайнозойским чехлом Западно-Сибирской плиты и недостатком информации о составе и строении подчехольных образований на доступных для поисковых работ глубинах (300–500 м). Последнее обстоятельство отмечается в южных районах Урала.

Минерально-сырьевая база Северного, Среднего и Южного Урала, а также Курганского Зауралья еще далеко не исчерпана, что дает возможность проводить дальнейшие планомерные геологоразведочные работы на углеводороды и твердые полезные ископаемые не только на Уральском Севере, но и на разных площадях всего региона.

На сегодня не решен ряд проблем общегеологического плана.

Остаются необеспеченными современной геологической основой масштаба 1 : 200 000 продуктивные колчеданоносные образования “зеленокаменной зоны” севера Свердловской и Тюменской областей, а также ряда площадей на территории ХМАО – Югры и ЯНАО. Проведение ГДП-200/2 этих территорий, включая глубинное изучение состава и строения подчехольного фундамента на доступных глубинах на основе проведения серии региональных геолого-геофизических (с применением сейсморазведки) профилей, разработка объемной модели региона, и составление комплектов современных геологических карт, по нашему мнению, должно стать одной из ближайших задач регионального геологического изучения недр.

Необходимо, и это очень важно, вернуться к эффективной практике проведения ГДП-50 (и, возможно, в более крупных масштабах) с общими поисками перспективных площадей за счет средств

федерального бюджета. Уместно напомнить, что в ходе выполнения этих работ на Урале в конце XX века открыты Парнокское марганцевое месторождение (Республика Коми), Сафьяновское колчеданное месторождение (Свердловская область), Березняковское золото-меднопорфировое, Томинское и Михеевское меднопорфировые месторождения (Челябинская область) и др.

Для ряда территорий Урала отсутствуют единые геологические карты: карта геологических формаций и карта полезных ископаемых. Составление таких сводных карт масштабов 1 : 1 000 000, 1 : 500 000, базирующихся на подготовленных и изданных Госгеокартах-200/2 и –1000/3, могло бы стать одной из приоритетных задач тематических работ в 2012–2014 гг. Сводные карты могли бы послужить основой для составления серии металлогенических и прогнозных карт по черным, цветным и благородным металлам, со времени издания первой редакции которых уже прошло около 50 лет. В свою очередь, металлогенические и прогнозные карты могли бы быть геолого-металлогенической основой разработки территориальной (окружной) программы дальнейших геологоразведочных работ, скоординированной с актуализированной “Долгосрочной государственной программой изучения недр и воспроизводства минерально-сырьевой базы России на основе баланса потребления и воспроизводства минерального сырья” и “Стратегией развития геологической отрасли до 2030 г.”.

Приближается 10-ая годовщина присуждения группе уральских геологов Премии Правительства Российской Федерации 2003 года в области науки и техники с присвоением звания “Лауреат Премии Правительства России в области науки и техники” (Постановление Правительства России от 16 февраля 2004 г. № 85, г. Москва) за *создание научных основ развития рудной минерально-сырьевой базы Урала*.

Премия была присуждена 15 уральским геологам: В.А. Коротееву, В.М. Нечехину, В.А. Прокину, В.Н. Саонову, Б.М. Алешину, К.К. Золоеву, Б.А. Попову, В.В. Масленникову, В.Н. Огородникову, А.С. Перфильеву, Г.Н. Савельевой, В.Н. Хрыпову, С.Н. Иванову, Л.Н. Овчинникову и А.В. Пейве. Лауреатами Премии Правительства Российской Федерации 2003 года стали представители нескольких поколений: ученые-геологи Российской Академии наук, отраслевых научных учреждений, уральской вузовской науки и, наконец, работники производственных геологических организаций Уралгеолуправления – ПГО “Уралгеология” Министерства природных ресурсов России, много сделавшие для научного обоснования поисковых работ, укрепления и приумножения рудной сырьевой базы Урала на рубеже XX и XXI вв. как традиционной основы горнодобывающей промышленности Уральского региона.

Исследования выполнены при частичной поддержке гранта РФФИ (11-5-12040-офи-м-2011).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Ананьева Е.М., Дорофеев Б.В.* Элементы геологического строения восточного склона Урала и Зауралья по геофизическим данным // Тр. СГИ. Вып. 43. 1963. С. 33–41.
2. *Беллавин О.В., Таврин И.Ф.* Размещение в земной коре Урала гранитных и гипербазитовых массивов // Тектоника и магматизм Южного Урала. – М.: Наука, 1974. С. 113–119.
3. Геология и полезные ископаемые России. Т. 1, Кн. 2. Урал / Ред. О.А. Кондиян. Соредакторы: А.А. Беляев, А.Н. Мельгунов, Н.А. Румянцева. СПб.: ВСЕГЕИ, 2011. 584 с.
4. *Золоев К.К., Рапопорт М.С., Попов Б.А. и др.* Геологическое развитие и металлогения Урала. М.: Недра, 1981. 256 с.
5. *Иванов С.Н.* О байкалидах Урала и природе метаморфических толщ в обрамлении эвгеосинклиналей. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1979. 78 с.
6. *Иванов С.Н., Русин А.И.* Метаморфизм растяжения // Докл. АН СССР. 1987. Т. 297, № 5. С. 1188–1191.
7. *Каретин Ю.С.* Геология и вулканические формации района Уральской сверхглубокой скважины СГ-4. Екатеринбург: УрО РАН, 2000. 275 с.
8. Карта глубинного строения земной коры Урала. М-б 1 : 1 000 000 / Гл.ред. Н.Г. Берлянд. Л.: Картфабрика ВСЕГЕИ, 1990.
9. Карта полезных ископаемых Урала. М-б 1 : 1 000 000 / Ред. А.М. Маревичев, И.А. Петрова. Л.: Картфабрика ВСЕГЕИ, 1988.
10. *Контарь Е.С.* Условия размещения и история формирования месторождений меди, цинка, свинца на Урале. Объяснительная записка к Карте размещения месторождений меди, цинка, свинца на Урале, м-б 1 : 1 000 000. Екатеринбург: ДИП по Уральскому региону, ОАО УГЭС, 2001. 133 с.
11. *Коротеев В.А., Зоненшайн Л.П., Зайков В.В., Кориневский В.Г.* Палеозойские офиолиты Южного Урала и их минерагения // Рифейско-нижнепалеозойские офиолиты Северной Евразии / Ред. Н.Л. Добрецов. Новосибирск: Наука, 1985. С. 71–86.
12. *Коротеев В.А., Краснобаев А.А., Нечехин В.М.* Геохронология и геодинамика верхнего протерозоя севера Евразии // Рифей Северной Евразии. Геология, общие проблемы стратиграфии. Екатеринбург: УрО РАН, 1979. С. 28–36.
13. Корреляция магматических комплексов севера Урала и прилегающих территорий. Свердловск: УрО АН СССР, 1988. 55 с.
14. Корреляция магматических комплексов Среднего Урала. Свердловск: УрО АН СССР, 1991. 75 с.
15. Металлогеническая карта Урала. М-б 1 : 1 000 000. Объясн. зап. / А.М. Маревичев, И.А. Петрова и др. Л., ВСЕГЕИ, 1990. 99 с.
16. *Петров Г.А., Пучков В.Н.* Главный Уральский разлом на Северном Урале // Геотектоника. 1994. № 1. С. 25–37.
17. *Рыжий Б.П., Ананьева Е.М., Рыбалка В.М.* Металлогеническое районирование восточной части Ураль-

- ского складчатого пояса на основе особенностей его глубинного строения // *Металлогения Восточно-Уральского поднятия и Зауралья*. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1987. С. 22–33.
18. *Савельева Г.Н.* Габбро-ультрабазитовые комплексы офиолитов Урала и их аналоги в современной океанической коре. М.: Наука, 1987. 246 с.
 19. *Семенов И.В.* Палеоокеанический спрединговый вулканизм Урала и реконструкция параметров Уральского палеозойского океана. Екатеринбург: УрО РАН, 2000. 362 с.
 20. *Серавкин И.Б.* Вулканизм и колчеданные месторождения Южного Урала. М.: Наука, 1986. 268 с.
 21. *Тектоническое районирование и минерагения Урала (аналитический обзор) / К.К. Золоев, Д.А. Додин, В.А. Коротеев и др.* М.: ГеоКарт-Геос. 2006. 180 с.
 22. *Червяковский Г.Ф.* Среднепалеозойский вулканизм восточного склона Урала. – М.: Наука, 1972. 258 с.

Рецензент В.М. Нечухин

State of geological and geophysical exploration and minerageny of the Urals

V. A. Koroteev*, B. M. Aleshin, K. K. Zoloev*****

**Institute of Geology and Geochemistry Urals Branch of RAS*

***Urals Branch of GKZ*

****Urals Geological Survey Expedition*

The paper briefly summarizes the current understanding of geology, history of development and minerageny of the Ural fold system. The major stages and achievements in the exploration of the region with the names of the researchers, whose work formed the basis of our knowledge of this, one of the richest and most interesting geological provinces in the world are characterized.

Key words: *Ural fold system, geological survey, stratigraphy, tectonics, geophysical surveys, geochemistry, minerageny.*