

МИРОВЫЕ МИНЕРАГЕНИЧЕСКИЕ БАЗЫ ДАННЫХ — НАЗНАЧЕНИЕ, РЕАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ, ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ

А. Д. Савко, Л. Т. Шевырёв

Воронежский государственный университет

Мощный рост мировой экономики стимулирует интерес к минерально-сырьевым ресурсам планеты. Разнообразие и обилие их на национальных территориях называют фактором, повышающим конкурентоспособность стран. Во многих случаях богатства недр определяют уровень экономического благополучия населения. Понятна основная цель создателей многочисленных мировых баз минерагенических данных (БД), помимо общеобразовательной и информирующей: выявить обеспеченность минеральным сырьем промышленного развития государств и регионов, увидеть перспективы на будущее. Стремление выглядит заслуживающим поддержки. Сомнения, однако, вызывают попытки использования подобного а priori неполного описательного материала для ответственных минерагенических обобщений и прогнозных построений. Положение можно улучшить созданием дополнительно к БД национального варианта «Всемирной литотеки», своего рода микрокернаохранилища, примеры чему, имеющиеся в мировой практике, обсуждаются.

Ключевые слова: базы данных, минерагения, Олимпик Дэм, минерагенические модели, литотека.

ВВЕДЕНИЕ И ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

За рубежом первые национальные базы данных (БД) о минеральных ресурсах появились в 1960-е гг. В последующем они качественно улучшались, используя все новые открывающиеся технологические возможности. На первых порах это были текстовые сводки, перфокарты с малой информацией, но в 1980-е гг. объёмы данных стали возрастать, в 1990-е — они пополнились богатой графикой, в том числе цветными картами и рисунками, GIS (многослойной географической информацией), геофизическими данными. За небольшую плату они сделались доступными всем желающим через Интернет. Насчитывают десятки подобных замечательных собраний открытого доступа, что обеспечивает равенство в получении новых знаний и исключает установление непомерных коммерческих цен за научную информацию. Какова же сверхзадача минерагенических баз? Мы бы поставили на первое место познавательное, справочное значение. У гражданина любой страны, студента, домохозяйки или журналиста благодаря им возникла легкая возможность узнать что-то и о горнорудных объектах, наряду со способами выращивания клубники и экологическими проблемами Гренландии. Создатели БД декларируют, что их продукция способствует донесению до общества и высших властных структур подлинных сведений о мине-

рально-сырьевой обеспеченности, основы экономического благосостояния, и тем самым помогает разработке оптимальных национальных стратегий. Однако у правительств находятся и иные возможности для понимания проблем с собственным минеральным сырьём — экспертные советы, национальные геологические службы. Сведения о конкурентах и странах-соседах они ищут наработанными способами, без особого внимания к коммерческим сайтам.

Имеет ли подобная информация значение для прогноза новых месторождений или лучшего понимания геологического прошлого Земли? Способна ли заменить хотя бы частично бездну идей, мыслей, ощущений, что рождают у профессионалов общение с керном или выходами пород? Геологам, привыкшим доверять только фактам, любых сведений о месторождениях в самых расширенных базах... маловато, а те что есть, кажутся им... не вполне убедительными. Источники аналитических данных БД раскрывают редко, достоверность их для месторождения или рудного поля не ясна. Геологу, видящему основной смысл своей деятельности в продвижении к еще не открытому месторождению путём работы с земным веществом, с первого взгляда заметны слабые стороны материалов БД, отчего в лучшем случае он только принимает их к сведению. Подлинное же отторжение у него способны вызвать попытки авторов осуществить, опираясь на БД, минерагенические построения, сформулировать закономерности или дать рекомен-

дации. Между тем пути и опыт объединения описательных БД и фактологической основы, которой является каменный материал, наработаны усилиями геологов двух великих сырьевых стран — Канады и особенно Австралии. Такой опыт не может не быть полезным и для России.

1. БАЗЫ ДАННЫХ — ПОПЫТКИ МИНЕРАГЕНИЧЕСКИХ ИНТЕРПРЕТАЦИЙ

Пути формализованных подходов к прогнозу рудных скоплений становятся изощренней. Стремление «обсчитать» Природу у рациональной части человечества велико. Что хотят получить от моделирования искомого месторождения в мощно развивающейся виртуальной среде и способны ли выполнить желаемое? Lucas Donny Setijadji et Koichiro Watanabe [19] полагают, что при использовании для этих целей наиболее совершенного программного продукта ArcGIS (ESRI, USA) собранная база данных способна представить любое месторождение во всех важных чертах, быть совместимой с прочими базами геологических научных данных в любых пространственных масштабах, обеспечить взаимосвязь в среде «геологический процесс»—«геологическое событие»—«земное вещество»—«геологическая проба»—«геологический замер». Легко сказать!

Anatoly I. Krivtsov охарактеризовал, может быть, и это стремление [15] в проблемной статье с характерным названием: «Поможет ли знание того, *как* формируются месторождения пониманию, *где* их искать?» Он справедливо отметил: 1 — нынешние исследователи полезных ископаемых используют описательные модели, составленные из обнаруженных косвенных и прямых признаков; 2 — генетические модели в соответствии с их описательной сущностью должны восстановить физико-химические и геохимические условия рудообразования и особенности последующих изменений, методы, используемые в генетических моделях, легко превращаются в поисковые; 3 — особыми проблемами являются *расширяющийся разрыв между поколениями геологов в наследовании профессиональных знаний и дисконтант между геологическими теорией и практической горнорудной, в том числе поисковой, активностью.*

В. И. Смирнов считал [11], что всеобщие генетические модели должны портретно отобразить источники энергии, рудообразующее вещество, агенты-транспортёры, пути миграции, площади рудоотложения, зоны разгрузки поступивших агентов-транспортёров. Способны это передать базы

данных для каждого характеризуемого месторождения? При том, что отдельные передаваемые элементы моделей по своему выражению будут отличными для типов минерализации магматической, интрузивной, стратиформной или стратифицированной; все подобное вполне, полагает Anatoly I. Krivtsov, должно учитываться при конкретных прогнозах и поисках. Исследователи рудных скоплений наших дней наслаждаются, по словам этого автора, новыми открывшимися аналитическими возможностями — высокоточными изотопными датами руд и пород, химизмом флюидных включений, его эволюцией в ходе рудообразования, отслеживанием вереницы рудогенерирующих событий. На этой основе геолог узнает, *как* руда возникла и из чего, но готового ответа, куда идти дальше, получить все так же нелегко. Физико-химические параметры, чересчур выпячиваемые, уводят от оценок реальных обстановок рудоотложения, а классификации, в которых месторождения распределяют на основе параметров флюидных включений, делают туманными сами критерии этих классификаций. Состояние рудообразующих флюидов в результате не используют в поисковой практике, где оперируют собственно с рудами, продуктами этих флюидных растворов.

Точечные наблюдения, полученные для разных частей рудных залежей, трудно обобщаются с получением приемлемой трехмерной картины. Тем не менее, их часто беспочвенно экстраполируют на компоненты источников рудообразования и транспортирующие агенты, т. е. на не доступное для наблюдений, гипотетическое, выведенное, исходя из так называемых соотношений минерализации и определенных интрузий, включая мантийные. В этой связи особо важны новые подходы к характеристике месторождений, локализованных в осадочном чехле, вроде группы Карлин. Здесь методы седиментологии и литологии уместны и эффективны [15], но трудно формализуются.

С начала текущего века к созданию открытых баз данных о месторождениях мира подключились научные центры РАН, находящиеся в разных концах России. Разрабатывались одновременно несколько интересных проектов. Двадцать два института Отделения наук о Земле начали в 2003 г. работы по Программе «Крупные и суперкрупные месторождения стратегических видов минерального сырья: геологические особенности, условия формирования, фундаментальные проблемы комплексного освоения и глубокой переработки». Это была несколько запоздалая реакция на решения

саммита глав государств в Рио-де-Жанейро (1992 г.), в котором подчеркивалось значение именно крупных и суперкрупных месторождений для устойчивого экологического и экономического развития государств. Во исполнение рекомендаций Союз геологических наук и Международная программа геологической корреляции при ЮНЕСКО приступили к исполнению Проекта 354 МПГК (1995—1999 гг.) «Промышленные суперконцентрации металлов в литосфере». Комиссия по геологической карте мира взялась за построение карты крупных и суперкрупных месторождений мира масштаба 1:25 000 000 [5, с. 9].

Вскоре в Геологическом музее имени В. И. Вернадского РАН была создана оригинальная «Металлогеническая карта крупных и суперкрупных месторождений мира» в масштабе 1:25 000 000. Её главный редактор — академик Д. В. Рундквист. В редакционный совет вошли Ю. Г. Гатинский, В. М. Ряховский, А. В. Ткачев, С. В. Черкасов. В построения и классификации они включили 1086 месторождений Au, Ag, платиноидов, Cu, Pb, Zn,

Ni, Co, Sn, W, Mo, Sb, Hg, Li, Be, Nb, Ta, Zr, TR, Fe, Cr, Mn, Ti, V, Al, U, B, P, F, алмазы, слюды, калийные соли [10, с. 562]. WEB-версия ГИС-карты её создателями сделана доступной для пользователей в режиме он-лайн на сайте <http://earth.jssc.ru> [6, с. 48—49]. Одноранговыми «суперкрупными», со всеми дальнейшими статистическими последствиями признаны запасы железа 1 млрд т в джеспилитах палеопротерозоя, 200 млн карат алмазов в месторождениях неогена (40 т), 100 тыс. т забойного сырца мусковита листового и 200 млн т K₂O в калийных солях. В едином ранге суперкрупных находятся неповторимый **Витватерсранд** (AR₃-PR₁, 35 тыс. км², 37 тыс. т Au) **Альмаден** (кайнозой, 0,5—1,0 млн т ртути), **Наталкинское** в Магаданской области (J₃, 2500 т Au) и т. д.

Используя созданный уникальный массив информации для минерагенических обобщений, А. Ткачев et al. [22] привели некоторые данные, касающиеся распределения этих крупнейших скоплений по временным интервалам геохронологической шкалы и площадям континентов (рис. 1).

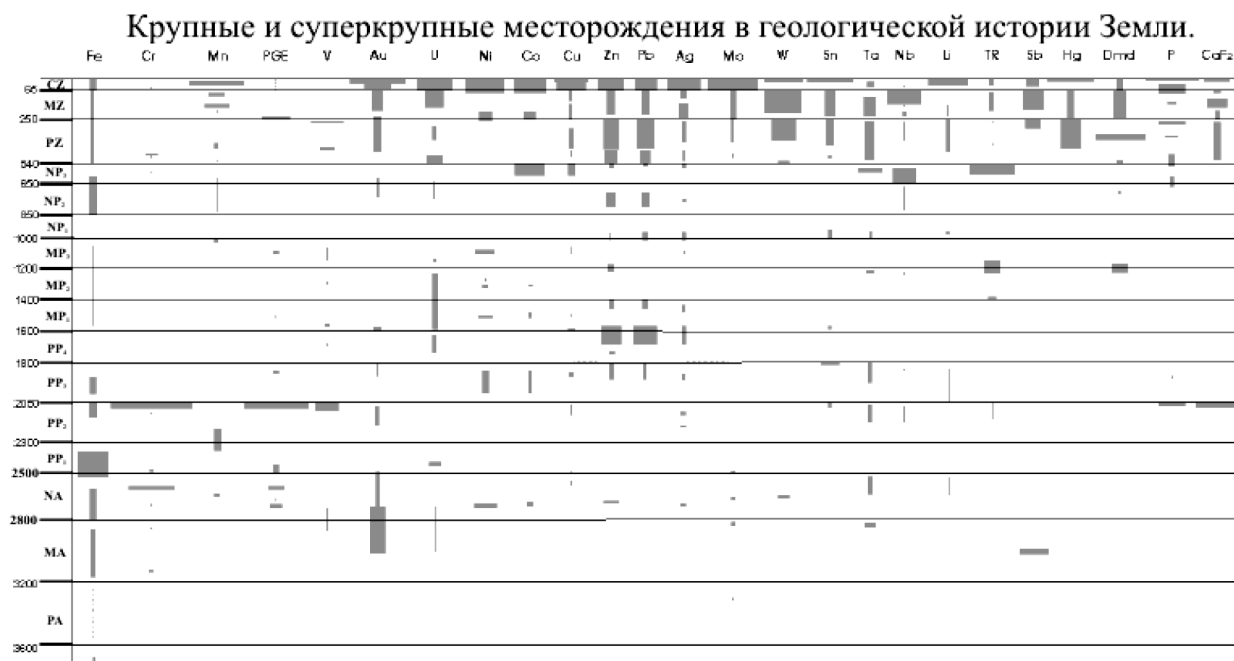


Рис. 1. Распределение крупных и суперкрупных месторождений по временным интервалам геохронологической шкалы. По А. Ткачев et al. [22, рис. 2]. Длина прямоугольников по вертикали отражает время формирования скоплений рудного вещества, ширина по горизонтали пропорциональна ресурсам, известным для месторождений данной эпохи

Статистическая обработка материалов позволила цитируемым исследователям сформулировать следующее.

1 — в фанерозе сформировалось больше крупнейших месторождений, чем в докембрии. Особен-

но заметна большая продуктивность первого (интенсивность рудогенеза) при пересчетах числа месторождений на длительность временных интервалов, в миллионах лет. Получилось, что в кайнозойе каждый миллион лет возникало 5,92 таких

аккумуляций, мезозое — 1,33, палеозое — 0,86, неопротерозое — 0,15, мезопротерозое — 0,09, позднем палеопротерозое — 0,17, раннем палеопротерозое — 0,14, неoarхее — 0,25, палеoarхее — 0,033. Среднее же число на все 4 млрд лет истории Земли — 0,31.

2 — исключение из списка месторождений, связанных с процессами выветривания (элювиальные бокситы, латеритные Ni, Co, Fe), приповерхностной инфильтрацией (U-носные ролловые в песчаниках), континентальными вулканитами (порфиоровые с Cu, Mo, Pb, Zn, Au, Ag, эпитеpмальные и прочие подобные месторождения), эродированных в древних структурах значительней, все равно обнаруживает более высокую интенсивность рудогенеза фанерозоя по сравнению с докембрием. Индекс интенсивности рудогенеза после вычета месторождений указанных типов для кайнозоя — 2,2, мезозоя — 0,98, палеозоя — 0,8. Если фанерозой оказывается временем наивысшей металлогенической активности, то неопротерозой, палеопротерозой и неoarхей — средней, мезопротерозой и мезoarхей — низкой, палеoarхей — самой низкой.

Конечно, минерагеническая статистика нужна, однако нельзя не отметить слишком высокий уровень допущений, принятых авторами. Дело даже не в том, что цифра 1086 месторождений для 32 видов минерального сырья крайне мала, она еще и довольно случайна. Методологическая уязвимость построений связана с искусственными самоограничениями — оперируя только «крупными» и «суперкрупными» категориями полезного для человека вещества, они уклонились от оценок минерагенического фона каждой эпохи, над которым возвышаются учтенные гиганты. Смущает и вот какое обстоятельство — чрезмерная актуализация исходных данных, ведь «месторождение» — это во многом экономический термин, учитывающий технологические возможности *сегодняшнего дня*. Стоит измениться в качественном отношении технологиям, уменьшиться бортовым содержаниям, как на Земле появятся новые рудные гиганты. Что же тогда будет с выводами наших авторов?

За примерами ходить далеко не надо. При нынешней мировой тенденции поиска *крупнотоннажных* месторождений с огромными запасами и малыми содержаниями полезных компонентов «последние» из них, как и указано в Библии, сплошь и рядом оказываются «первыми». **Форт Нокс** (Fort Knox) с его кварцевыми жилами (15 г/т золота) был известен в Центральной Аляске более

70 лет как источник золота и висмутинa в россыпях, но не привлекал внимания промышленников из-за малых ресурсов в первые тонны. Однако стоило оконтурить его штокверковые залежи *по бортовому содержанию 0,5 г/т*, как **Форт Нокс** из месторождения ничтожного тут же превратился в крупное — 260 т Au [3, с. 18]. Если произойдет очередной технологический прорыв в экстракции редких металлов (а к тому все идет), то в Южном Китае возникнет цепь из гигантских месторождений в нижнекембрийских черных сланцах формации Niutitang и ее стратиграфических эквивалентов: они тянутся через шесть провинции на 1600 км. Уже сейчас там разрабатывают локализованные в них крупнейшие в мире скопления барита месторождений **Shang Gongtang, Dahebian** на востоке провинции Гуньчжоу. Стратиформные молибден-золото-платиновые черносланцевые аккумуляции округа **Зуньи** (там же) содержат 4 % никеля, 2–7 % молибдена, 2 % цинка, 2,5 % мышьяка и до нескольких сотен г/т МПГ+золота [2, с. 308]. Ясно, Южный Китай способен испортить статистические выкладки рис. 1 по доброй половине элементов, превратив начало раннего палеозоя в выдающийся всплеск рудообразования, что лишь частично отвечает действительности.

Понятны принятые авторами самоограничения, но нельзя не заметить: отказ от принятия в расчет месторождений низших рангов мощно влияет на качество минерагенических выводов, одним из которых могла бы стать оценка предпочтительности отдельных временных интервалов для определенных типов минерагенического фанерозоя. Чтобы пояснить, насколько это сложный вопрос, приведем несколько примеров. Рифейские кимберлиты (Премьер) и лампроиты (Аргайл) уникальны по запасам алмазов, но рифейских трубок на Земле немного, тогда как позднемеловых диатрем — тысячи. Только в районе Альто Паранаиба, восток кратона Сан-Франсиску, Бразилия, их несколько сотен. Вспомним также, что в позднем мелу возник абсолютный алмазный полюс планеты — район Бакванга и Калонжи Заира (содержания алмазов в диатремах до 1000 кар./т). Понять, рифей или поздний мел перевесят друг друга по продуктивности, вряд ли легко удастся. Однако проблема не только в этом: алмазы и рифейских, и позднемеловых тел — *докембрийские* и их появление в недрах никак не связано со временем выброса на дневную поверхность. Очевидно, проблемы становления рудного вещества в недрах и поступления его на доступные человеку уровни (связаны с обстановками дилатансии глубинных горизонтов древних

кратонов) должны быть разделены. Ранее мы подробно обсуждали эту проблему [1].

Невнимание к энергетическим обстоятельствам, проявившимся в масштабах магматизма и менее — рифтогенеза, привели авторов [22] к далеко не бесспорному генеральному выводу о все *возрастающей со временем минерагенической продуктивности* земных недр. Учет же названных энергетических обстоятельств, наоборот, говорит о *диахронности минерагенических процессов* с первым максимумом в раннем докембрии, вторым — в альпийском этапе, выраженной параболой. Соображения по этому поводу были высказаны [2, с. 531, 532 и др.].

Можно ли по статистическим выкладкам годового производства промышленной продукции той или иной страны получить информацию (нет, не об уровне процветания), об обычаях, привычках и продолжительности жизни жителей? Если да, то гадательно, а не наверняка. Многие осложняют попытки превратить базы данных по месторождениям любых масштабов из документов статистических и информирующих, глубоко формальных в прогнозные минерагенические. И препятствует тому уже, повторим, сам термин «месторождение» с его экономическим оттенком, жесткой привязан-

ностью к технологическим реалиям сегодняшнего дня. Определенно специалисту, занимающемуся минерагеническим прогнозом, уместней говорить об искомым объектах не как о «месторождениях», а как «скоплениях», «аккумуляциях» потенциально полезного вещества. Вытянут ли они после разведочных работ на экономически привлекательные объекты, от геолога тут мало что зависит. Однако ему интересны временные интервалы, в которые по причине меняющихся энергетических состояний недр предпочтительней возникали скопления определенных типов. Для кимберлитов, например, это были рифей (особенно ранний и средний), некоторые интервалы раннего палеозоя, поздний девон, поздний мел. Их не очень различишь на статистических картах известных баз данных.

Иностранные исследователи, имеющие за плечами опыт многих десятилетий работы над БД, осторожней относятся к их возможностям и основанным преимущественно на них обобщениям. Публикация Jean-Marc Leistel et al. [17], посвященная каталогизации минеральных ресурсов Фенноскандии, показательна здесь по обстоятельности и спокойствию. В подготовке её приняли участие и российские ученые (рис. 2, 3).

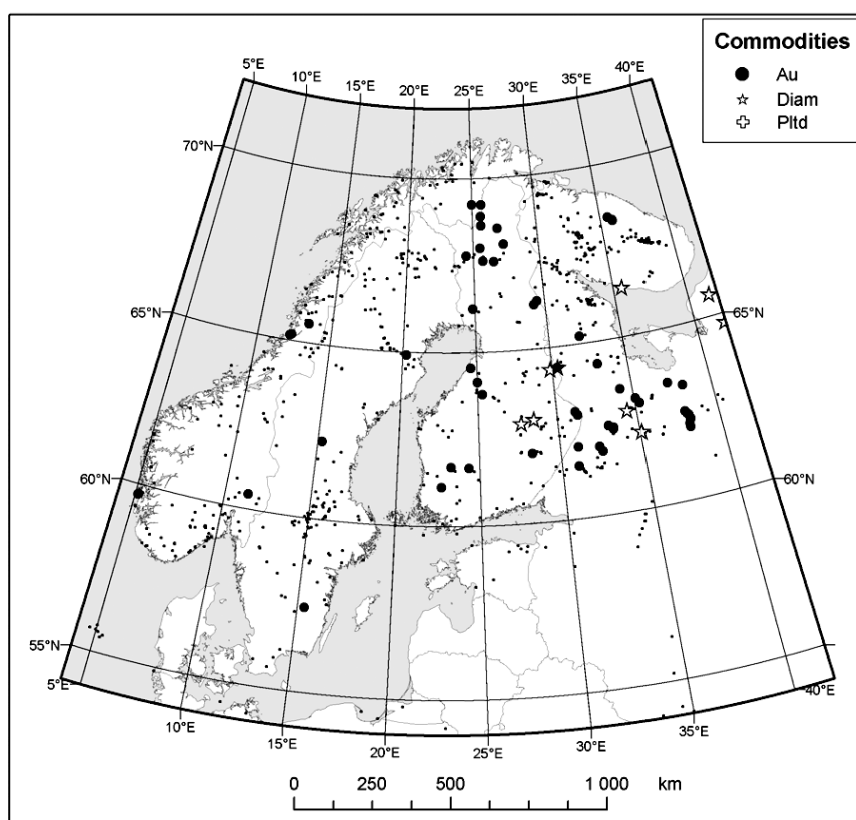


Рис. 2. Месторождения золота, алмазов, платиноидов, сведения о которых помещены в базу данных для Фенноскандии. Скопления прочих полезных ископаемых указаны мелкими точками. По Jean-Marc Leistel et al. [17, рис. 1]

Цитируемые авторы включили в свою базу 730 месторождений, в том числе 113 финских, 150 норвежских, 173 шведских, 284 отечественных. Все они снабжены координатами, сведениями, касающимися нынешнего или прошлого

использования, содержаний и ресурсов полезных компонентов, типов руд, генезиса, морфологии залежей, петрографического состава и возраста вмещающих пород, минеральных ассоциаций, типов изменений.

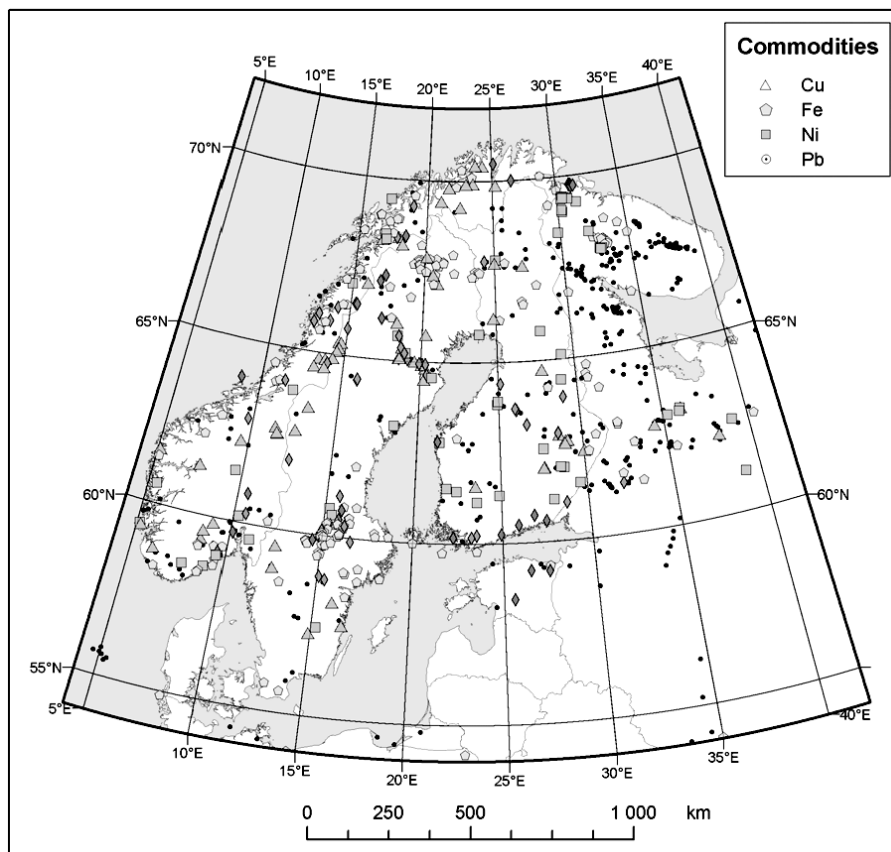


Рис. 3. Месторождения меди, железа, никеля, свинца, сведения о которых помещены в базу данных для Фенноскандии. Скопления прочих полезных ископаемых указаны мелкими точками. По Jean-Marc Leistel et al. [17, рис. 2]

Созданы пообъектные списки использованных источников. В общий потенциал месторождений по каждому компоненту включены прошлая добыча + резервы + ресурсы. Авторы не пренебрегли самыми ничтожными скоплениями, но по масштабам разбили на группы: А — очень крупные, В — крупные, С — средние, D — малые, E — проявления, N/A — нет информации.

Очень интересна констатация: *возрасты руд известны только для 60 % месторождений Фенноскандии*. Что же говорить тогда о новых горно-рудных районах мира? А вот утверждение более спорное — «протерозой, точнее палеопротерозой, наиболее минерализован, тогда как на других щитах в мире наиболее минерализован архей». Как известно, архей Украинского щита и не меньшего по площади Воронежского массива в отличие от их же палеопротерозоя почти пуст (багрен, так сказать). Впрочем, для западно-австралийских щитов

Йилгарн и Пилбара заключение авторов вполне верно. Цитируемые авторы видят в собранных материалах фактологическую основу для достижения весьма сложных целей: обнаружения в рамках GIS закономерностей между слоями геологической, геофизической информации, с одной стороны, положением и природой месторождений — с другой.

Несколько иначе формулируют свою сверхзадачу дальневосточные исследователи. S. M. Rodionov et al. [218 pdf] рассказали о большой совместной работе, выполненной учеными РАН, Монголии, США, Южной Кореи, создавшими базу данных по минерально-сырьевой базе Северо-Восточной Азии (рис. 4) в форматах FileMaker Pro и ArcView. Ими учтены 1700 рудных месторождений и 75 россыпных районов, причем для каждого указаны широта и долгота с точностью до десятых минуты. Все скопления полезного для человека

вещества ими отнесены к 120 моделям. Среди жильных залежей различаются: 1 — связанные с базитами-ультрабазитами, в том числе с их рифтогенными комплексами, офиолитами, анортозитами, а также кимберлиты; 2 — ассоциирующие со средними и щелочными интрузиями — жильные и штокверковые тела рудоносных пегматитов, грейзенов, щелочных метасоматитов, скарнов; 3 — рудоносные тела, связанные с карбонатитами, щелочными кислыми интрузиями, щелочными габброидами; 4 — вулканогенно-осадочные отложения и массивные сульфиды, ассоциирующие с подводным вулканизмом; 5 — эпитермальные и прочие, ассоциирующие либо косвенно связанные с субэриальным эруптивным магматизмом (основным, кислым и средним экстрезивным); 6 — гидротермально-осадочные стратиформные и пластовые, полигенетические среди карбонатных пород; 7 — метаморфогенные, в том числе связанные с региональным метаморфизмом; 8 — экзотические, в том числе импактные алмазоносные.

Как видим, дальневосточные авторы в своей БД не поставили во главу угла переменчивые фильтры масштабов природных аккумуляций. И это совершенно оправданно.

Stephen E. Kesler et Bruce Wilkinson [14] призвали учесть в генетических построениях влияние на запасы месторождений процессов поднятий и эрозии. Ведь то, что мы имеем и можем подсчитать ныне,

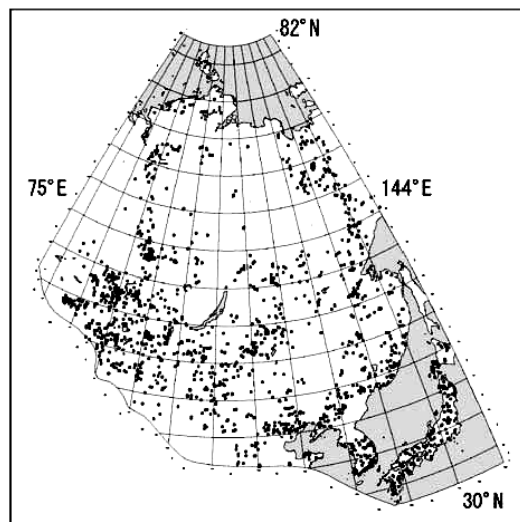


Рис. 4. На карте для Северо-Восточной Азии учтены 1700 рудных месторождений и 75 россыпных районов. По S. M. Rodionov et al. [18]

нередко лишь часть созданного природой. И если нас интересует действительная минерагеническая *продуктивность* эпохи, стоит подумать и об уничтоженных, стертых ластиком эрозии запасах (рис. 4) или — пока этой эрозией не вскрытых, глубинных и нам не известных. Понятно, что количество месторождений малой глубинности будет со временем уменьшаться, а глубинные древние понемногу выноситься к поверхности, но не все и не всегда. Некоторые соображения, возникающие в связи с этим, приведены в подрисуночных подписях (рис. 5).

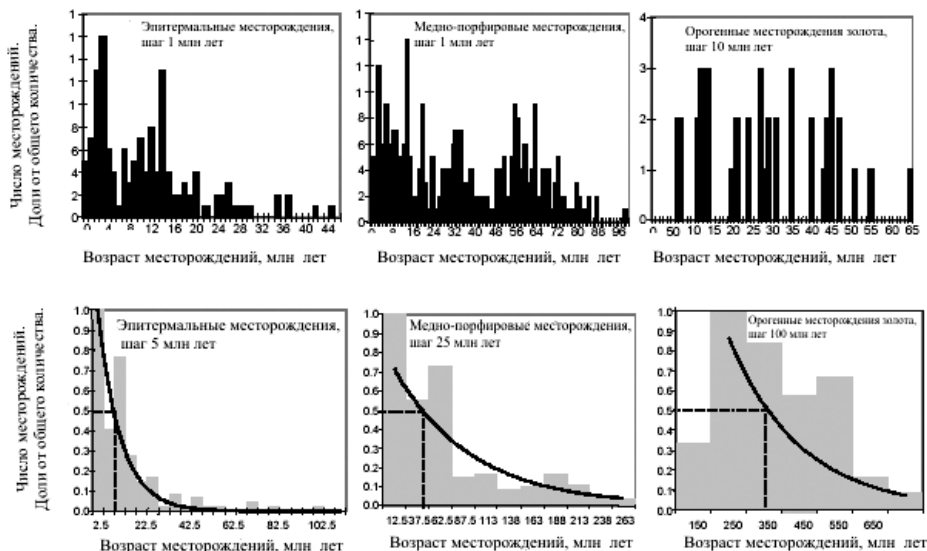


Рис. 5. Облик кривых, характеризующих продуктивность рудообразования во времени, сильно зависит от детальности горизонтальной временной шкалы. На верхних графиках одно деление горизонтальной шкалы отвечает 1 млн лет, на нижних — 5 млн лет. Используются примеры месторождений: эпитермальных золота (левые графики), меднопорфировых (посредине) и орогенных золота (правые графики). На нижних графиках точками под кривой экспотенциального распределения выделено время, необходимое для уничтожения эрозией 50 % сформированных залежей. По Stephen E. Kesler et Bruce Wilkinson [14, рис. 2 и 3]

Основываясь на графике (рис. 5, левый внизу) цитируемые авторы пришли к выводу, что 50 % эпitherмальных (т. е. неглубинных) месторождений золота уничтожаются эрозией в течение 10 млн лет, а 90 % их исчезает по той же причине уже через 25 млн лет после возникновения. Для неглубинных меднопорфировых месторождений довольно 40 и 175 млн лет соответственно, а глубинных орогенных золота — 370 и 650 млн лет. Они оценили мировые темпы эрозии в 22—56 м/млн лет, что соответствовало и независимым построениям Bruce H. Wilkinson [14]. Позднее Stephen E. Kesler et Bruce Wilkinson создали собственную компьютерную модель, учитывающую время и глубину становления месторождений, которые могли бы случайным образом погружаться, захороняться либо всплывать в зону воздействия эрозии. Средние темпы поднятий и опусканий составили: около 50 м/млн лет — для месторождений эпitherмальных, 175 млн лет — для меднопорфировых, 186 м/млн лет — для орогенных золоторудных. Основной вывод авторов, с которым нельзя не согласиться: *«Древние месторождения — вещь необычная. В частности, это касается любых эпitherмальных, меднопорфировых и орогенных золоторудных аккумуляций древнее 25, 175 и 650 млн лет соответственно. Они сохранились либо случайно, либо по причине своих изначально невероятных масштабов. Наши усилия постичь металлогеническую историю Земли должны учитывать разницу между тем, что сохранилось, и собственно продуктивностью рудных полей, определяющих облик металлогенических эпох и, видимо, процессов, ответственных за возникновения месторождений-гигантов»* [14].

В этом одна из проблем формальных статистических подходов к мировым базам данных, когда минерагенические выводы делают на основе сохранившихся частей первоначальных скоплений.

2. ЭЛЕКТРОННЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ И КАМЕННЫЙ МАТЕРИАЛ

Как с грустью заметил Peter Laznicka [16], автор книги «Гигантские месторождения металлов и будущие источники промышленных металлов», существующие базы данных избегают самых долгоживущих, внушающих наибольшее доверие свидетельств, заключенных в породах и рудах. Он призвал мировое геологическое сообщество создать как бы «всемирное хранилище» — мировой комплекс из комплектов миниатюрных образцов пород и руд, характеризующих месторождения мира. Для него

придумано и название — Data Metallogenica. Создавать его предлагается на единой методологической основе, во всех государствах, с объединением в единую всемирную сеть. Такое собрание было бы весьма важным для глобальных металлогенических исследований — выработки определений специальных терминов, стандартизации в отношении типов руд и рудоносных обстановок.

Несомненный прогресс в составлении, хранении, передаче материалов геологического и ресурсного характера не затронул самого важного — геологических проб. Образцов руд, пород, почв хватает в каждой геологической организации, на любом руднике, но в качестве категории геологической информации они оказываются наиболее фрагментированными, не организованными, не однородными. И это несмотря на полную объективность, способность к сохранению исчезающей информации для будущих поколений, которым вырабатываемые ныне рудные тела не увидеть никогда! От фото музейных коллекций, керн скважин и прочего (см. разделы «Горные породы», «Минералы» в поисковой системе Google) толку чуть — они не слишком повышают достоверность баз данных глобальной минерагении. Геологические образцы считают помехой в организациях, поклоняющихся электронике, как кумиру. Во всем мире факультеты университетов, старающиеся идти в ногу с «передовой» наукой, при потребности в офисах или помещениях для очередных электронных устройств прежде всего освобождаются от хранилищ. Хранители музеев — исчезающий вид, но они все-таки не дают расстаться с наиболее существенными частями коллекций. И хотя в последнее десятилетие геологические коллекции повсеместно оказываются маловостребованными, они не могут не понадобиться геологам будущего — для анализа природной среды с новых позиций и пересмотра устаревших концепций. Со сбором такого материала стоит поспешить — наши современники-рудники своё отработают, закроются, площади рекультивируют, вещественных свидетельств о рудных телах может не остаться никаких. Что делать, породы и руды тяжелы, объёмны, требуют много усилий для транспортировки, много пространства для экспонирования. Эти обстоятельства, отягченные высокими расходами, гасят все благие устремления. Peter Laznicka считает, здесь способна помочь миниатюризация образцов. Тридцать лет экспериментов показали, что комплекты правильно подобранных мини-образцов руд (3,5 × 5 см) несут куда больше научных сведений, чем один-два образца стандартных размеров (12 × 9 см). В 80—90 % слу-

чаев не обнаруживается потери знаний об объекте как следствие миниатюризации. Грубозернистые породы, вроде брекчий, могут быть раздроблены на небольшие по размерам компоненты с указанием на фото их мест в первичной породе. Эта критическая масса геологического образца гарантирует сохранность и достоверность металлогенической информации, которую легко считать визуально или инструментально. Можно представить коллекции мини-образцов региональные («Руды КМА», «Руды Кольского полуострова»), тематические («Сульфидные медно-никелевые месторождения мира»), но главное — общепланетные, вроде Data Metallogenica. И здесь проблема — как обеспечить полноту последней или хотя бы относительную полноту, препятствием чему является высокая трудоемкость всей работы. Одиночные, случайным образом разбросанные по миру мини-образцы мало в чем могут помочь исследователям Земли. Они должны быть сведены в сложные, сходным образом организованные и сопоставимые комплекты, которые только и могут быть использованы в качестве весомых аргументов при построении концепций и интерпретаций. Для сохранения назначенной организации и удобства рассмотрения образцы помещают в жесткое обрамление и сопровождают объяснительным текстом. Возникшая таким путём «плата образцов» используется при неразрушающем тестировании для изучения физических свойств (рис. 6).

Фото плат с высоким разрешением вполне пригодно для распространения электронным путём. Новые технологические возможности получения изображения, новации в номенклатуре пород и руд, все могут быть использованы при повторном обращении к платам. Последние интересны не только при рассмотрении теоретических проблем, но при прогнозных построениях.

Как заметил известный австралийский геолог R. Woodall [24], комплекс методов при открытии рудных скоплений основан на сочетании принятого концептуального подхода, визуальной информации, инструментальных (например, геофизических) данных, источников финансирования, сотрудничества с коллегами и... счастливого случая. Что такое «визуальная информация»? Даже если специалисты в области металлогении выработали концепцию поиска, то полевому геологу тоже нужно понять, что он ищет и как это могло бы выглядеть в обнажении или керне. Просмотр и исследование плат помогает качественней и быстрее подготовиться к встрече со «своим» ещё неоткрытым месторождением, взглянуть на него шире,

реалистичней, войти в весь комплекс соотношений пород и литотектонических ситуаций «тотальной металлогении».

Собранная в Аделаиде и открытая для виртуальных пользователей (www.Datametallogenica.com) Литотека состоит ныне из 3500 плат, характеризующих несколько более трёх тысяч месторождений 75 стран Мира (рис. 7). Некоторые образцы представлены на веб-сайте с очень высоким разрешением, создающим у посетителя эффект рассмотрения их в мощное увеличительное стекло.

Ядро Data Metallogenica образует Литотека «Библиотека горных пород» (рис. 7), находящаяся ныне в г. Аделаида, штат Южная Австралия. Она возникла в 1970 г. как попытка сохранить материалы, собранные при полевых исследованиях на востоке Австралийского континента. Тогда возникло около 50 первых плат страничного формата, каждая с двадцатью мини-образцами. Это не только бережно сохранило многие геологические факты, но и сделало их доступными для рассмотрения другими специалистами как часть окончательного отчета по исследовательскому проекту.

В последующие 29 лет она пополнялась, улучшалась, совершенствовалась частным образом благодаря усилиям сотрудника университета Манитобы Peter Laznicka. Когда Литотека переехала в Аделаиду в 1999 г., в ней уже насчитывалось 50 тыс. образцов. Около 30 % материалов были размещены на вновь созданном веб-сайте в рамках двух проектов, возглавляемых Amira International (1999—2004 гг.) и поддержанных в финансовом отношении промышленностью и правительственными структурами Австралии [16]. Было бы интересно подключиться к перспективному проекту Литотеки и геологам одного из крупнейших «белых пятен» на рис. 7 — Российской Федерации. Ее месторождения интересуют остальной мир, но самим отечественным специалистам известны в усеченном и неполном виде (что, кстати, и послужило основным аргументом для создания трехтом-

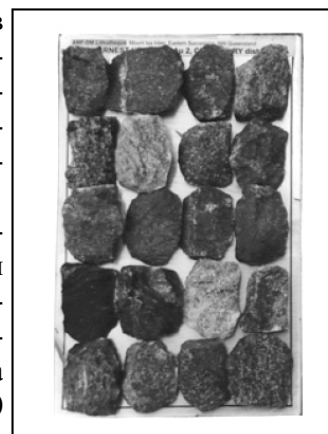


Рис. 6. Типичная плата Литотеки г. Аделаида, характеризующая австралийское золото-медное месторождение Ernest Henry. Размер 18 × 28 см. По [16]

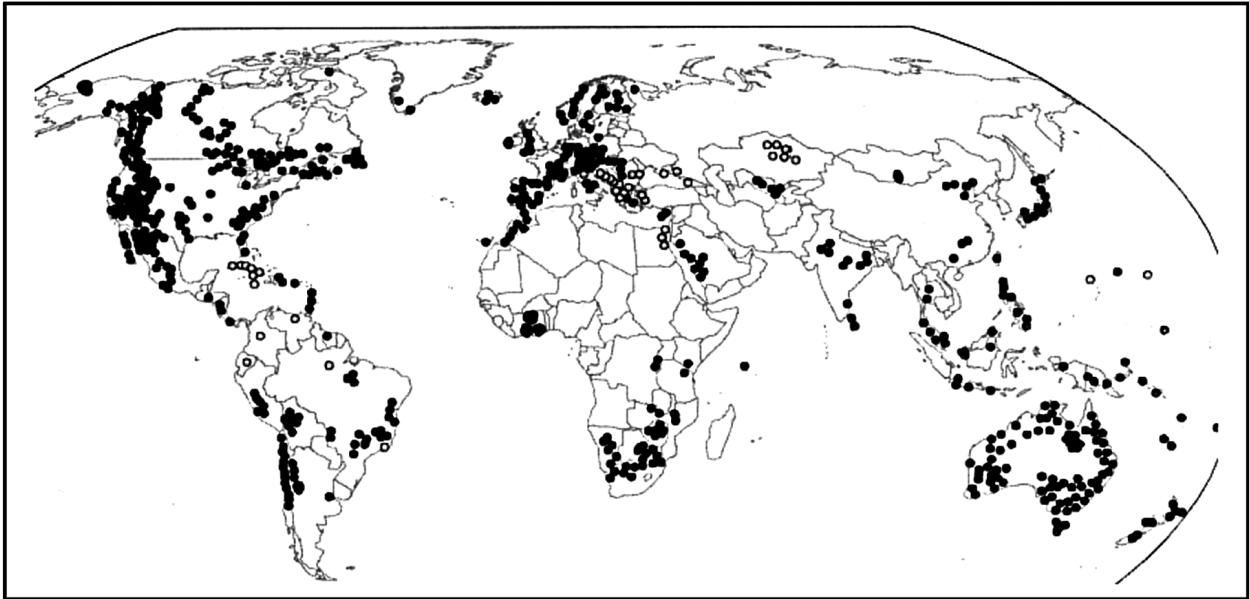


Рис. 7. Современный охват металлогенической информацией месторождений мира Литотекой Data Metallogenica в г. Аделаида — около 3000 месторождений 75 стран. Черные точки — месторождения, представленные одной или несколькими платами. Белое поле на континентах — Россия, Казахстан, Китай, Монголия, Африка — представляют площади, закрытые для опробования в 1970—2000 гг. или труднодоступные. По [16]

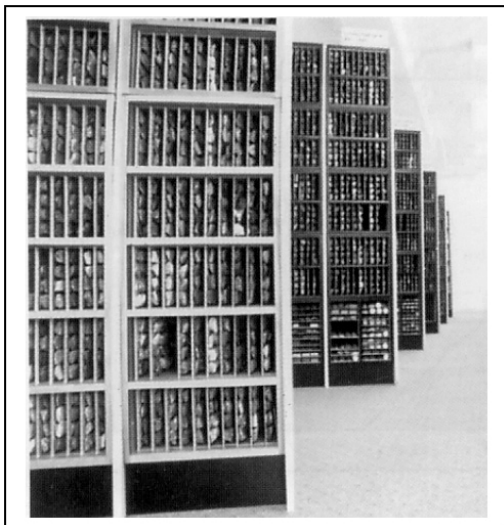


Рис. 8. Литотека в Центре Data metallogenica г. Аделаиды, Южная Австралия. Стенды приспособлены для быстрого «пролистывания» плат с образцами, которых в январе 2006 г. насчитывалось уже 3520 из 144 стран и территорий (плюс 8 тыс. обычных образцов в тематических комплексах параллельной Макротекти). По [16]

ника «Исторической минерагении», поддержанного АК АЛРОСА [2]).

Между тем Геологическая служба США в 2006 г. приступила к реализации интригующего международного Проекта оценки неоткрытых минеральных ресурсов (GMRAP). Как сообщили

Klaus J. Schulz et Warren Nokleberg, его основные цели: 1 — развить и испытать методы такой оценки для континентальных месторождений; 2 — выделить основные площади в мире, потенциально перспективные на обнаружение новых скоплений отдельных видов минерального сырья; 3 — оценить их вероятные ресурсы на глубину до одного километра; 4 — провести сопровождающий оценки металлогенический и тектонический анализ.

Все это, по мнению авторов Проекта, позволит нациям лучше увидеть перспективы своей ресурсной базы, качественней планировать с целью развития исследования ресурсов, базовых для их экономик, помочь в организации мероприятий рационального использования ресурсов и земель на региональном уровне, охране окружающей среды.

Возможно, дело не только в этом — знать всё обо всех очень... увлекательно.

Месторождения России вызывают большой интерес мировой геологической общественности. И это понятно. Последними на планете, если не считать заповедной Антарктиды, практически нетронутыми перед миром предстают Восточная Сибирь, российский Дальний Восток. За рубежом жадно ловят крохи информации, раскрывающей сырьевой потенциал многих видов их минерального сырья. В Лондоне на Cromwell Road активно трудится Центр по изучению Российских и Центрально-Евразийских месторождений (Centre for Russian and Central EurAsian Mineral Studies, CER-

SAMS) с рядом специализированных отделов и Музеем естественной истории.

Часть Читинской области — территория, всегда бывшая прежде закрытой зоной, в которой добывали Ta, Nb, W, Li для военной промышленности СССР. Позднеюрские месторождения — связанное с гранитами танталовое **Орловка**, жильное вольфрамовое в кварцевых грейзенах **Спокойное** (140 и 148 км юго-восточней Читы соответственно). Об их геологическом строении и изотопии вмещающих залежи пород мы теперь узнаем из публикаций CERCAMS.

Но может быть, лучше рядовым отечественным специалистам знакомиться с ними самим, используя национальную БД с Литотекой, не обращаясь к чужим пересказам?

Нас тем временем вооружают новыми фактами. G.D. Carman [12] указывает на о. Lihig в Папуа-Новой Гвинее, где разрабатывают золоторудные залежи месторождения Ladolam. Его руды коровые и субмаринные океанические формировались одновременно! Теперь это предлагается учесть в описательных моделях, предусмотрев возможную близость генетически различных рудных залежей [15].

То, что «месторождение» — понятие во многом экономическое, неминуемо приходится учитывать при прогнозе. S. F. Simmons et P. R. L. Browne [21] на примере гидротермальной системы **Broadlands-Ohhaki** Новой Зеландии показали: наблюдаемые на поверхности продукты рудоотложения только вершина айсберга. Основные связанные с ними залежи находятся глубже, за пределами всяких технических возможностей человека.

По указанию R. Sillitoe [20], в минувшие тридцать лет в Андах открыли более тридцати больших месторождений благородных и цветных металлов. Из них 6 находятся близ действующих рудников, 14 — бывшие хорошо известные доизученные проявления, 12 — связаны с новыми площадями. В 28 случаях первооткрыватели признали успешными чисто геологические методы, в 22 — геохимические, в 4 — геофизические, 2 открытия принесли «дикая кошка» (бурение с большой долей риска). О вкладе в успех минерагенических баз данных не сказано ни слова [15].

D. Hauney [13], открыватель гиганта **Olympic Dam** на юге Австралии, шел к его победной поисковой модели десять лет. Сначала он изучил медное месторождение **Warburton**, ассоциировавшееся с протерозойскими базальтами. Сингенетические сульфиды меди там присутствуют в метаосадках между покровами основных лав. Из базальтов и

первично осадочных толщ медь была вынесена и переотложена на комплексных геохимических барьерах. Другим опорным для него объектом стал район **Moonta-Waliaroo**. Там рассчитывали обнаружить стратиформную медную минерализацию в связи с кислыми эффузивами и метаосадками PR_1 , но встретили жилы, брекчии и пластовые тела с Cu, Au, Fe, иногда с Ag, ассоциирующие с альбит-актинолит-скаполитовыми метасоматитами. Это подтолкнуло молодого геолога к формулированию условий, при которых должны возникнуть особенно крупные запасы меди: большой объем окисленных и измененных базальтов, источников меди; наличие тонкозернистых и слоистых образований, способствующих осаждению сингенетических и эпигенетических сульфидов; наличие канала (жерла вулкана, разлома), обеспечивающего подъем большого объема меденосных растворов в верхние горизонты. Корневые зоны прогнозируемого медного гиганта, полагал D. Hauney, можно будет угадать в скважинах по повышенному отношению Fe^{+3}/Fe^{+2} , присутствию ассоциации альбит + гематит + гидрослюды + эпидот + карбонаты, деплетированности базальтов по Cu. Для метаосадков поисковое значение имеет появление альбит-актинолит-скаполитовой ассоциации. Геофизические предпосылки — локальные зоны высоких градиентов магнитного и гравитационного полей, осложняющие рисунок продуктивных базальтовых лав.

И. А. Кубанцев [9] по цитируемой работе D. Hauney [13] для наглядности изобразил эту модель графически (рис. 9).

Компания WMC Limited предоставила автору модели полную возможность обнаружить на юге Австралии соответствующий природный аналог, обеспечив работу картами распространения нижнепалеозойских базальтов. До начала полевых работ 2 мая 1975 г. аэромагнитными исследованиями установили пять аномалий (рис. 10). Та, что соответствовала **Olympic Dam**, имела наименьшую расчетную глубину залегания возмущающего объекта, это и послужило основанием для начала поисковых работ именно на ней.

Уже первая скважина RD-1 (бурилась до июля 1975 г.) вскрыла минерализованный интервал мощностью 38 м с содержаниями 0,29 г/т Au, 1,02 % Cu, 3,7 г/т Ag, но только в последней проектной RD-10 средние содержания оказались гарантией экономической рентабельности: интервал 170 м в среднем содержал 2,12 % Cu и 0,058 % U_3O_8 . Первые 1,5 млн т руды, содержащей 1200 т U_3O_8 , 45 тыс. т меди, здесь получили в 1988 г., а уже в

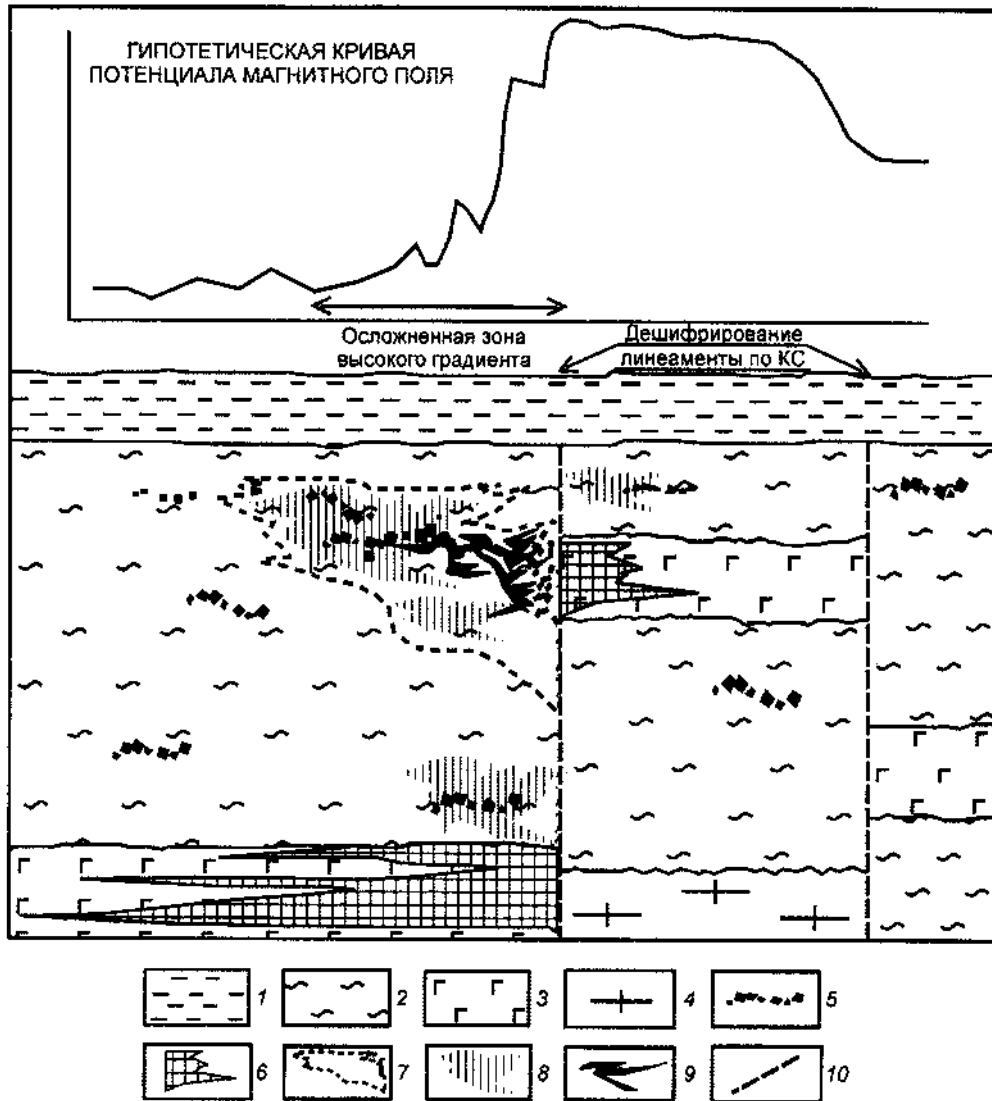


Рис. 9. Поисковая модель D. Haynes [Haynes, 2006], приведшая к открытию месторождения **Olympic Dam** на юге Австралии. По И. А. Кубанцеву [9, рис. 1]. 1 — кайнозойские осадочные отложения шельфа Стьюарт; 2—3 — протерозойские образования, в том числе: 2 — метасадочные, 3 — базальтоиды; 4 — породы архейского фундамента массива Гоулер; 5 — сингенетическая сульфидная минерализация; 6 — источник меди — зоны развития ассоциации альбит + гематит + гидрослюда + эпидот + карбонаты, повышенных значений Fe^{+3}/Fe^{+2} , пониженных содержаний меди в базальтоидах; 7 — внешний контур зон развития минеральной ассоциации альбит + актинолит + скаполит в метасадках; 8 — стратиформная сульфидная вкрапленность; 9 — сложная жильная минерализация типа месторождения **Мунга**; 10 — разломы

1999 г. из 8,5 млн т руды извлекли 3,7 тыс. т урана, более 10 % мировой добычи.

Со значением месторождения все ясно. В нем содержится 10 % мировых запасов урана, 5—10 % мировых запасов редких земель, 700 тыс. т серебра. (Приводят, правда, и более скромные цифры: запасы золота — 200 т, меди — 220 тыс. т [2, с. 82]). Однако насколько выявленный гигант соответствовал поисковой модели? Автор открытия вместе с коллегами признал: *найшли вовсе не то, что иска-*

ли! Стратифицированных залежей на месторождении нет, рудные тела располагаются в сложном комплексе гидротермально-магматических брекчий. Это стало очевидно после проходки разведочных выработок в 1985—1987 гг. Заметна ли в рудообразовании роль измененных базальтов, основных «проектных» источников меди? Многие геологи Австралии склонны связывать руды **Olympic Dam** с гранитоидами Hiltaba (1590 млн лет), образованиями подсветы Roxby Downs (1588 млн лет).

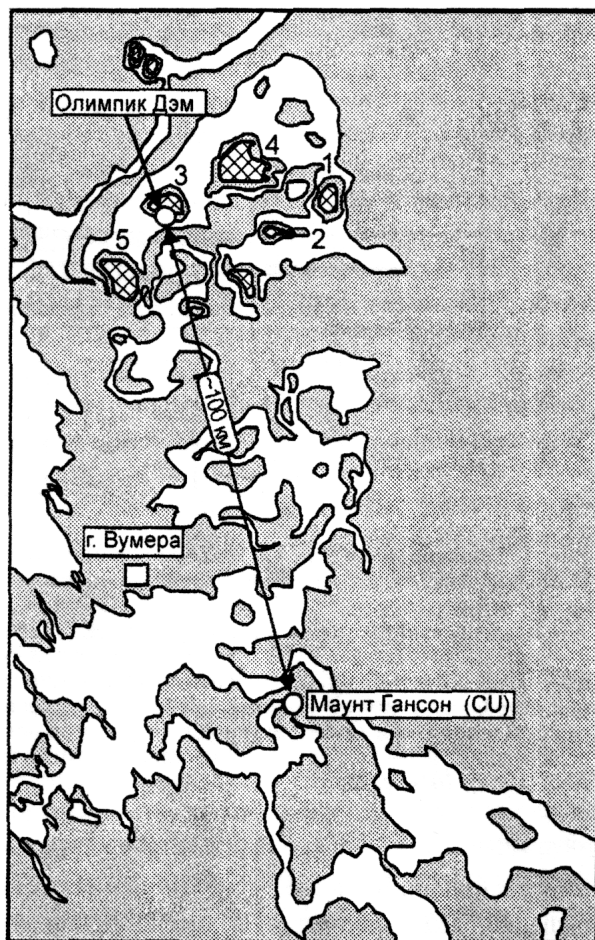


Рис. 10. Перспективные участки, выявленные в 1974 г. аэромагнитной съемкой на архейском массиве Гоулер, Южная Австралия, до открытия месторождения **Olympic Dam**. Одна из аномалий оказалась этим крупнейшим месторождением, связанным с рифейской кальдерой. Густота закраски от светлой до штриховки соответствует интенсивности магнитного поля. По D. Haynes [13], из [9, с. 59, рис. 2]

Впрочем, D. Haynes и ныне полагает, что хотя бы часть меди и золота могла происходить из местных базальтов, так как вряд ли вся огромная масса рудных элементов имела единственный источник [9, с. 58—61].

Мы рассказали о драматической и такой в конце концов удачной истории открытия Олимпик Дэм, чтобы еще раз подчеркнуть, насколько прихотливо, переменчиво, в разных долях в нашей профессии переплетены робкие теоретические построения («эмпирические обобщения», по Владимиру Ивановичу Вернадскому) и бесконечный полевой труд. И этот второй, первичный и основательный, обязан быть представленным в *эффективных* минерагенических базах данных новых поколений миниатюризованным каменным материалом.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Минерагенические базы данных, в этом авторы не сомневаются, конечно же нужно составлять, нужно совершенствовать. Само формирование их нельзя не признать полноценным научным процессом, ведь Наука и есть ненавязчивое наведение порядка в окружающем мире, осторожное распутывание, классифицирование, распределение по нишам разных размеров явлений, событий, объектов. Но последние (природные объекты) для геолога — последняя инстанция. Отрыв от них, переход в описательную виртуальную среду, где бездушно, в автоматическом режиме, «намолачиваются» минерагенические псевдозакономерности... бесперспективны. Особенно для отечественной геологии, так и не восстановившейся после десятилетий закрытости, растерявшей свои архивохранилища и единую жесткую организацию. Для неё участие во Всемирной литотеке с ядром из национальных месторождений по образцу Петера Лазнички стало бы важным объединяющим началом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зинчук Н. Н. Тектоника и алмазоносный магматизм / Н. Н. Зинчук, А. Д. Савко, Л. Т. Шевырёв. — Воронеж : Изд-во Воронеж. ун-та, 2004. — 426 с.
2. Зинчук Н. Н. Историческая минерагения : в 3 т. — Т. 1. Введение в историческую минерагению / Н. Н. Зинчук, А. Д. Савко, Л. Т. Шевырёв. — Воронеж : Изд-во ВГУ, 2005. — 587 с.
3. Константинов М. М. Модели золоторудных месторождений новых и нетрадиционных типов / М. М. Константинов // Руды и металлы. — 2006. — № 3. — С. 13—20.
4. Крупные и суперкрупные месторождения: закономерности размещения и условия образования / под ред. Д. В. Рундквиста. М., 2004. — 430 с.
5. Крупные и суперкрупные месторождения рудных полезных ископаемых : в 3 т. — Т. 1. Глобальные закономерности размещения / Д. В. Рундквист, А. В. Ткачев, С. В. Черкасов и др. — М. : ИГЕМ РАН, 2006. — 390 с.
6. Крупные и суперкрупные месторождения рудных полезных ископаемых : в 3 т. — Т. 2. Стратегические виды рудного сырья / Н. П. Лаверов, Ю. Г. Сафонов, Т. Н. Злобина и др. — М. : ИГЕМ РАН, 2006. — 672 с.
7. Крупные и суперкрупные месторождения рудных полезных ископаемых : в 3 т. — Т. 3, Книга 1. Стратегические виды рудного сырья Востока России / А. А. Сидоров, А. В. Волков, В. С. Кравцов и др. — М. : ИГЕМ РАН, 2006. — 472 с.
8. Крупные и суперкрупные месторождения рудных полезных ископаемых : в 3 т. — Т. 3, Книга 2. Стратегические виды рудного сырья Востока России / В. И. Гончаров, Л. И. Карпенко, А. В. Лаломов. — М. : ИГЕМ РАН, 2006. — 472 с.

9. Кубанцев И. А. К истории открытия месторождения Олимпик Дэм / И. А. Кубанцев // Руды и металлы, 2007, № 4. — С. 58—61.
10. Рундквист Д. В. Металлогеническая карта крупных и суперкрупных месторождений мира / Д. В. Рундквист, А. В. Ткачев, Ю. Г. Гатинский // Геол. рудн. мест. — 2004. — Т. 46, № 6. — С. 262—270.
11. Смирнов В. И. (ред.). Рудообразующие процессы и системы / В. И. Смирнов. — М.: Наука, 1989. — 225 с.
12. Carman G. D. Geology, Mineralization, and Hydrothermal Evolution of the Ladolam Gold Deposit, Lihir Island, Papua New Guinea. SEG Special Publication / G. D. Carman. — 2003, Vol. 10. — P. 247—284.
13. Haynes D. The Olympic Dam ore deposit discovery – a personal view / D. Haynes // SEG Newsletters. — 2006. — № 66. — P. 1—15.
14. Kesler Stephen E. Uplift and erosion are the dominant control on the temporal distribution of ore deposits / E. Kesler Stephen, B. Wilkinson // Understanding the genesis of ore deposits to meet the 21-st century, 12-th Quadrennial IAGOD Symposium, Moscow, 21—24 August, 2006, Abstracts, v. 3. — 377 pdf.
15. Krivtsov A. I. Having known how the ore deposits came to being do we know where to search? / A. I. Krivtsov // Understanding the genesis of ore deposits to meet the 21-st century, 12-th Quadrennial IAGOD Symposium, Moscow, 21—24 August, 2006, Abstracts, v. 3. — 335 pdf.
16. Laznicka P. Global database of mineral deposits and their setting based on mineralized sample suites (data metallogenica, liththeque) / P. Laznicka // Understanding the genesis of ore deposits to meet the 21-st century, 12-th Quadrennial IAGOD Symposium, Moscow, 21—24 August, 2006, Abstracts, v. 3. — 269 pdf.
17. Leistel J.-M. Mineral resources database of the Fennoscandian shield / J.-M. Leistel, A. Tkachev, V. Ivaschenko, D. Cassard, S. Cherkasov, Y. Husson, L. W. Lips Andor // Understanding the genesis of ore deposits to meet the 21-st century, 12-th Quadrennial IAGOD Symposium, Moscow, 21—24 August, 2006, Abstracts, v. 3. — 270 pdf.
18. Rodionov S. M. Mineral deposit database for North-Eastern Asia / S. M. Rodionov, J. Nokleberg Warren, Obolenskiy, A. Alexander, G. Distanov Elimir, Dejidmaa Gunchin, Gombosuren Badarch, Yan Hongquan, Ogasawara, Masatsugu, Hwang Duk Hwan // Understanding the genesis of ore deposits to meet the 21-st century, 12-th Quadrennial IAGOD Symposium, Moscow, 21—24 August, 2006, Abstracts, v. 1. — 218 pdf.
19. Setijadji, Lucas Donny, Watanabe, Koichiro. Defining object entities of ore deposits within object relational database: further progress from the geoscience and mining data models // Understanding the genesis of ore deposits to meet the 21-st century, 12-th Quadrennial IAGOD Symposium, Moscow, 21—24 August, 2006, Abstracts, v. 3. — 263 pdf.
20. Sillitoe R. H. Musing on Future Exploration Targets and Strategies in the Andes. SEG Special Publication / R. H. Sillitoe. — 2004. — Vol. 11. — P. 1—14.
21. Simmons S. F. Hydrothermal Minerals and Precious Metals in the Broadlands-Ohhaki Geothermal System: Implications for Understanding Low-Sulphidation Epithermal Environments / S. F. Simmons, P. R. L. Browne // Economic Geology, 2000. — Vol. 95. — P. 971—999.
22. Tkachev A. A database of large and superlarge mineral deposits of the world, its preliminary analysis and first applications / A. Tkachev, S. Cherkasov, D. Rundqvist, N. Vishnevskaya, D. Cassard, Ch. Gateau, E. Arbuzova, I. Lebedev // Understanding the genesis of ore deposits to meet the 21-st century, 12-th Quadrennial IAGOD Symposium, Moscow, 21—24 August, 2006, Abstracts, v. 1. — 268 pdf.
23. Wilkinson Bruce H. Humans as Geologic Agents — a Deep Time Perspective / H. Wilkinson Bruce // Geology. — 2005. — V. 33. — P. 161—164.
24. Woodall R. Empiricism and concept in successful mineral exploration / R. Woodall // Australian Journal of Earth Sciences. — 1994. — V. 41. — P. 1—20.