

Отечественная ГЕОЛОГИЯ



Журнал выходит один раз в два месяца

Основан в марте 1933 года

2/2009

Учредители:

Министерство природных ресурсов и
экологии Российской Федерации

Российское геологическое общество

Центральный

научно-исследовательский

геологоразведочный институт

цветных и благородных металлов

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор А. И. Кривцов

Бюро: *Р.В.Добровольская* (зам. главного редактора),
В.И.Казанский, *А.А.Кременецкий*, *Г.А.Машковцев*,
Н.В.Милетенко (зам. главного редактора),
А.Ю.Розанов, *Г.В.Ручкин* (зам. главного
редактора), *В.И.Старостин*

Редсовет: *Е.М.Аксенов*, *А.Н.Барышев*, *Э.К.Буренков*
(председатель редсовета), *А.И.Варламов*,
Г.С.Вартанян, *И.Ф.Глумов*, *В.И.Ваганов*,
А.И.Жамойда, *М.М.Константинов*, *Т.Н.Корень*,
А.К.Корсаков, *В.С.Круподеров*, *Н.К.Курбанов*,
Н.В.Межеловский, *И.Ф.Мигачев*, *В.С.Сурков*,
Е.Г.Фаррахов

РУДНЫЕ И НЕРУДНЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ

<i>Зверев В.В.</i> Основные рудоконтролирующие структуры в региональном геохимическом поле Заангарья Енисейского кряжа	3
<i>Голубев Ю.К., Щербакова Т.Е., Колесникова Т.И.</i> Особенности проведения шлихо-минералогических поисков алмазных месторождений в условиях «закрытых» территорий северо-запада Российской Федерации	11
<i>Баранников А.Г.</i> Мезозойские золотоносные россыпи Урала	22
<i>Константинов М.М.</i> Геолого-формационные основы прогноза россыпей золота.	34
<i>Чекваидзе В.Б.</i> Вертикальная метасоматическая зональность бере-зитов на золоторудных месторождениях.	42

ГИДРОГЕОЛОГИЯ, ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ

<i>Янин Е.П.</i> Изменение химического состава подземных вод в условиях интенсивного водоотбора на примере Са-ранского месторождения.	47
<i>Кустов Ю.И.</i> Подземные минеральные воды в Тункинском регио-не юго-западного фланга Байкальского рифта	53

ДИСКУССИИ

<i>Зейлик Б.С.</i> Проблема космической охраны планеты для сохра-нения жизни на Земле (кольцевые структуры — гео-логическое свидетельство вулканизма и космоген-ных катастроф)	61
<i>Нестеров Е.М., Тимиргалеев А.И., Дружинина А.А.</i> Место магматизма в теоретической геологии.	72
<i>Шарков А.А.</i> К вопросу о происхождении месторождений урана и редких земель Мангышлака	79
<i>Бергман И.А.</i> Нужна ли геологии парадигма П.М.Горяинова и Г.Ю.Иванюка	82
<i>Яркин И. Г.</i> Плейт-тектоника или геосинклинали?	92
<i>Бекжанов Г.Р.</i> Выдающийся геолог современности — к 110-летию со дня рождения Каныша Имантаевича Сатпаева . .	93
70-летие Сиезбека Аманбековича Акылбекова.	99
70-летие Бориса Александровича Хрынина	100
80-летие Евгения Александровича Козловского. . . .	101

Редакция: *Р.В.Добровольская, Т.М.Папеско*
Верстка и оригинал-макет *Н.П.Кудрявцева*

Журнал включен в Реферативный журнал и Базы данных ВИНТИ

Подписано в печать 30.03.2009. Формат 60 88/8. Бумага мелованная.
Печать офсетная. Тираж 1000 экз.

Адрес редакции: 117545 Москва, Варшавское шоссе, 129 кор. 1
Телефон: 315-28-47. Факс: 313-43-47. E-mail: tsnigri@tsnigri.ru
Сайт научной электронной библиотеки: <http://elibrary.ru>

Отпечатано ООО «Арт Медиа Хауз»

Основные рудоконтролирующие структуры в региональном геохимическом поле Заангарья Енисейского кряжа

В.В.ЗВЕРЕВ (ГПКС КНИИГиМС)

При металлогеническом районировании территории Енисейского кряжа исследователи чаще всего опираются на данные по известным коренным рудопроявлениям и месторождениям, география распространения которых не всегда отражает объективно существующие закономерности размещения полезных ископаемых и определяется в известной степени неравномерной изученностью площади. Современная методика научного прогноза требует системного подхода и последовательного выделения разноранговых рудоносных структур в их иерархической генетически обусловленной последовательности. Для выделения и оконтуривания металлогенических единиц определенного ранга необходимо использовать какие-либо общие признаки, имеющие на всей исследуемой площади относительно равные условия для проявления и обнаружения. К числу таких признаков наряду с другими объективными данными относятся геохимические. В структуре геохимического поля рудоносные структуры закономерно отражены как один из результатов геологического развития территории. Изучение регионального геохимического поля Заангарья стало возможным после проведения литохимической съемки по потокам рассеяния масштаба 1:500 000, выполненной на всей территории заангарской части кряжа по единой методике в 1985—2001 гг. под руководством А.А.Ладынина. Частично съемкой охвачена сопредельная территория Сибирской платформы.

В процессе этой съемки отобрано более 14 тысяч проб мелкой фракции аллювия водотоков современной гидросети с плотностью 1 проба на 5 км² и шагом опробования 1 км. Лабораторные исследования геохимических проб проведены в Центральной лаборатории ОАО «Красноярскгеология». Все пробы проанализированы приближенно-количественным спектральным методом на спектрографе ДФС-8 способом просыпки на 30 химических элементов (Pb, Cu, Zn, Co, V, Cr, Ni, Ti, Mn, Mo, Sn, Ba, Be, Sr, Zr, Nb, B, P, Bi, W, Ag, Cd, As, Sb, Y, Yb, La, Ce, Li, Fe) и спектрохимическим методом на золото. Результаты анализов собраны в банк данных с координатной привязкой проб к географической системе Гаусса-Крюгера. Кроме содержаний химических элементов и координат проб в банке указаны год отбора и номера лабораторных заказов. По этим результатам построены модели распределения концентраций элементов с использованием пакетов программ

SURFER. Концентрации многих химических элементов (Sb, W, As, Bi, Cd, Ce, Au, Ag и др.) в большинстве проб оказались ниже предела чувствительности анализа, что исключает возможность выявления их минимально аномальных содержаний по методике, предусмотренной «Инструкцией по геохимическим методам поисков рудных месторождений» (1983). Обычно в таком случае к аномальным относят все значимые величины. Однако они тоже различны для разных лабораторных заказов. Поэтому в настоящей работе аномальная совокупность для таких элементов выделена отдельно для каждого лабораторного заказа, а степень аномальности в каждой пробе оценена в рангах. При этом учитывалось пространственное распределение проб с повышенными содержаниями элементов: к аномальным отнесены только те из них, которые образуют пространственно обособленные группы, отдельные незакономерно расположенные пробы с концентрациями на пределе чувствительности анализа вошли в состав фоновой совокупности и им присвоен нулевой ранг аномальности. Для более наглядного представления и выявления пространственных закономерностей в пакете программ SURFER построены карты изолиний, представляющие собой степень аномальности, выраженную в рангах и приведенную к регулярной сети программой Grid (окно 5 5 км, радиус поиска 20 км, метод обратных расстояний).

Результаты исследований. В процессе анализа регионального геохимического поля Заангарья Енисейского кряжа было разделено на восточную и западную части. Для поля восточной части кряжа типоморфными элементами являются Mn, Ba, Sr, Y. Западная часть характеризуется повышенными концентрациями Sn, Pb, La, Nb, As и W (рис. 1). Указанные различия в геохимическом поле отражены в геофизических полях. Для востока кряжа в целом характерно более высокое поле силы тяжести и относительно спокойное магнитное поле, в то время как на западе оно крайне изрезанное, что отражает в целом более сложное геологическое строение этой территории. В глубинных структурах граница зон проявляется ступенью поверхности гранулит-базитового слоя, выявляемой по результатам глубинного сейсмического зондирования.

Разделение геохимического и геофизического полей на западную и восточную части объясняется особенностями геологического строения территории. В восточной части слабо проявлены эндогенные про-

цессы, здесь на уровне современного эрозионного среза неизвестно проявлений гранитоидного магматизма, незначительно распространены магматогенные породы основного состава, слабо развиты гидротермальные и метасоматические образования, осадочные породы отличаются низкой степенью метаморфизма. Не менее контрастно выступают и метал-

логенические особенности. Металлогения восточной части кряжа определяется осадочными месторождениями железа. На западе кряжа из полезных ископаемых наиболее важное промышленное значение в настоящее время имеют Au, Nb и полиметаллы. Кроме того, известны месторождения и проявления U, Th, Cr, Sn, W, Sb и других полезных ископаемых. По гео-

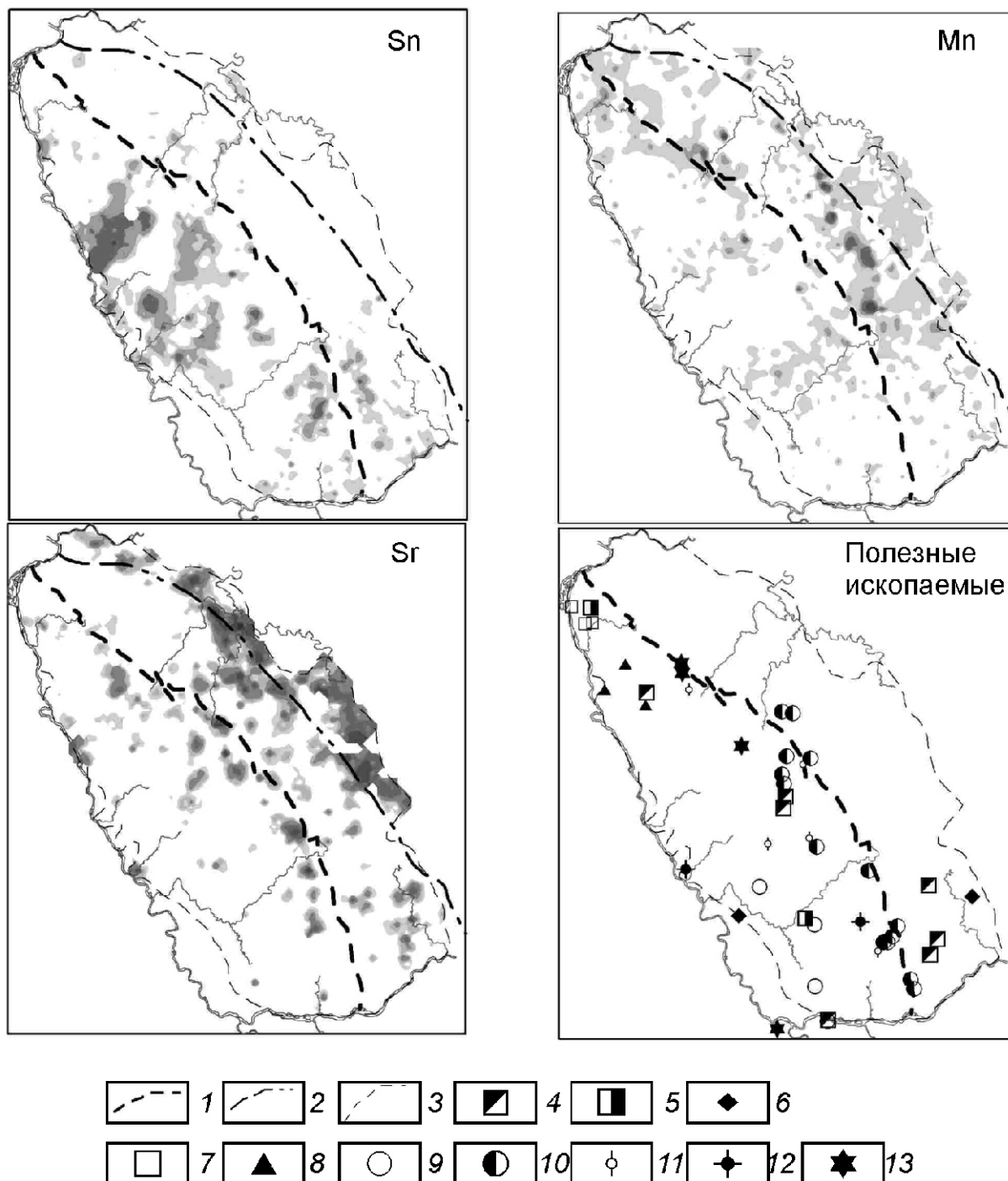


Рис. 1. Литохимические аномалии в потоках рассеяния Sn, Mn, Sr и полезные ископаемые Заангарья Енисейского кряжа:

1 — ось Ишимбинской зоны разломов; границы: 2 — условная восточная Енисейского кряжа, 3 — опробования; месторождения и проявления полезных ископаемых: 4 — железа, 5 — марганца, 6 — ванадия, 7 — хромита, 8 — меди, 9 — полиметаллов, 10 — золота, 11 — олова, 12 — ниобия, 13 — урана

логическому строению Западная часть делится на две зоны: Приенисейскую и Центральную (рис. 2). Приенисейская согласно схеме А.И.Забияки (2001) соответствует Исаковской эвгеосинклинальной структур-

но-формационной мегазоне и отчетливо выделяется по характеру геофизических полей. В региональном геохимическом поле она отражена в аномалиях Sr, Ti и других элементов фемического профиля (рис. 3).

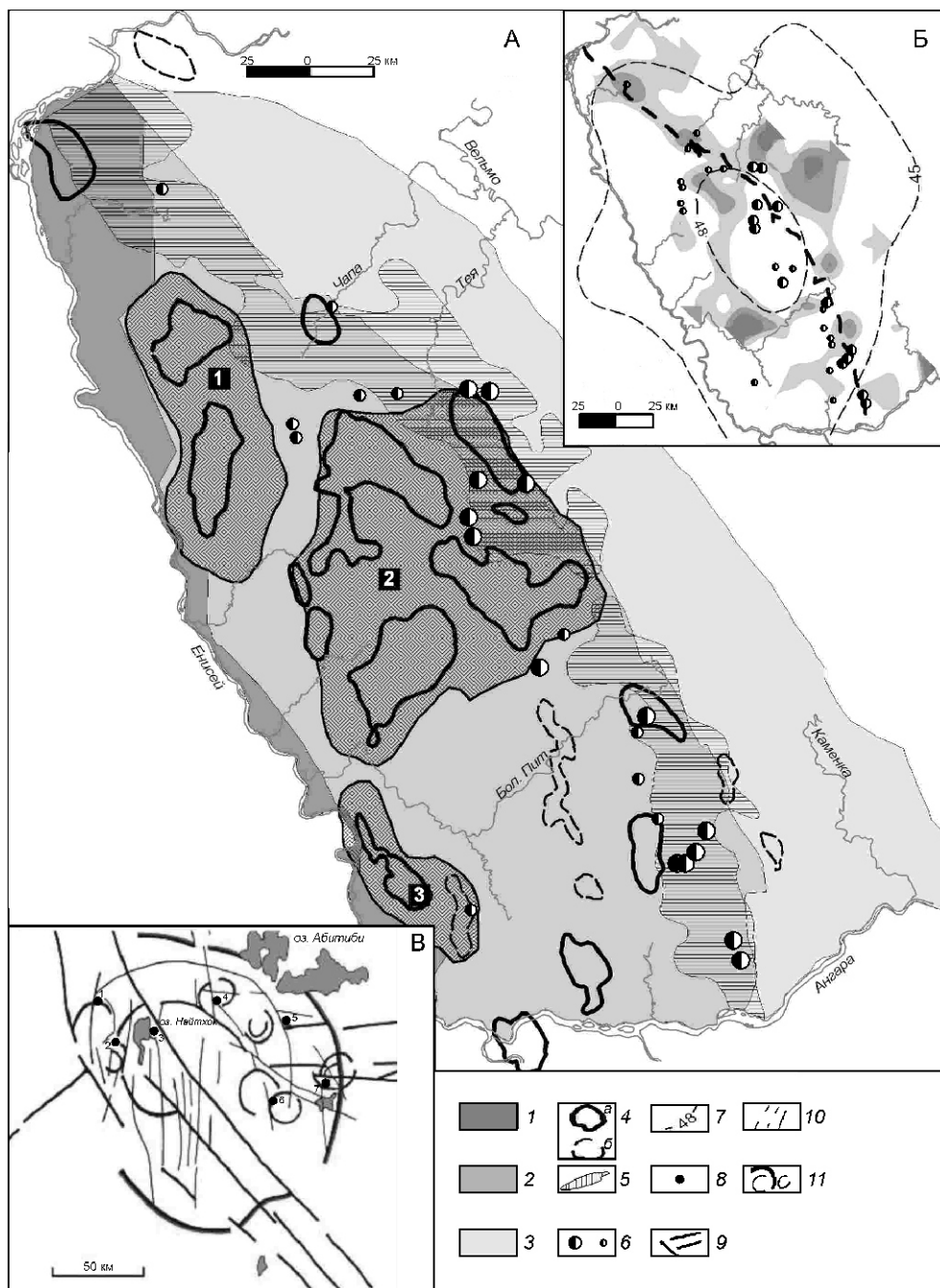


Рис. 2. Тектоно-магматические ареалы Заангарья Енисейского кряжа:

А — мегазоны: 1 — эвгеосинклинальная с фемическим профилем магматизма, 2 — эвгеосинклинальная с сиалическим профилем магматизма, 3 — миогеосинклинальная амагматичная; 4 — остаточные аномалии силы тяжести, обусловленные гранитоидными массивами: а — частично выходящими на поверхность, б — «слепыми»; 5 — зона динамического влияния Ишимбинского разлома; 6 — месторождения и проявления золота; тектоно-магматические ареалы (купола): 1 — Исаковский, 2 — Тейско-Чиримбинский, 3 — Зырянский; Б — аномалии бария в литохимических потоках рассеяния (более темным тонам соответствует большая контрастность); 7 — изогипсы поверхности Мохоровичича (в км); В — кольцевые структуры и линейные зоны разломов золоторудной субпровинции Абитибби (по Г.В.Гальперову, 1999); 8 — рудные поля и месторождения; 9 — главные линейные зоны транзитных разломов; 10 — зоны локальных рудоконтролирующих разломов; 11 — кольцевые структуры; см. услов. обозн. к рис. 1

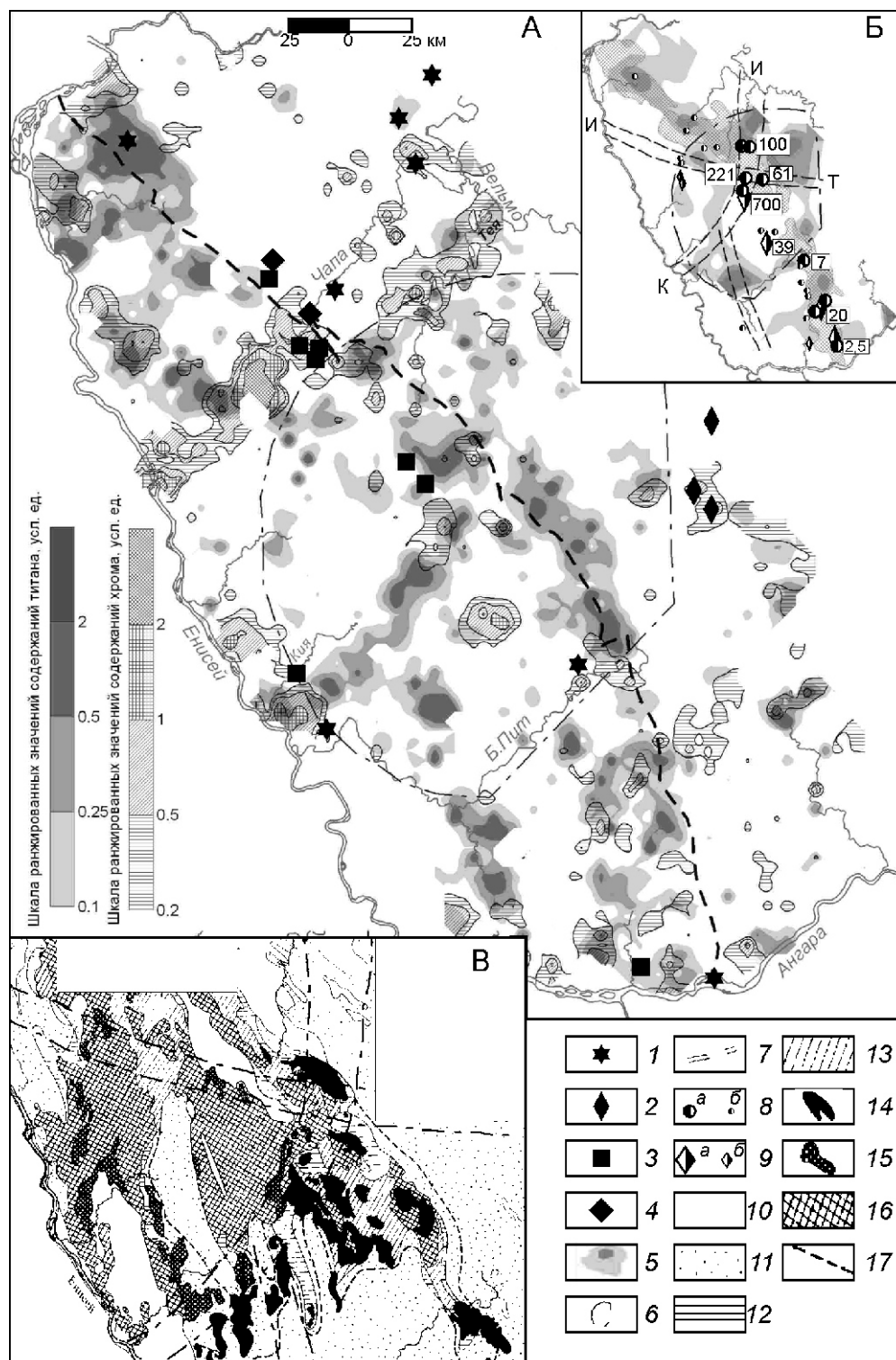


Рис. 3. Геохимические аномалии титана и хрома в литохимических потоках рассеяния (А), главные глубинные структуры (Б) и ареал ультраметагенно-гранитоидной серии (В; по А.И.Забияка, 2002) заангарской части Енисейского кряжа:

находки в современном аллювии: 1 — алмазов, 2 — пиропов; 3 — кимберлитоподобные породы; 4 — тиллиты; 5 — аномалии бария; 6 — Тейская кольцевая структура; 7 — другие зоны разломов, предполагаемые по геохимическим данным (К-И — Кийско-Иочиминский, И-Т — Исаковско-Тыринский); месторождения (а) и рудопроявления (б) золота: 8 — без сурьмы и 9 — с сурьмой; цифры в прямоугольниках — запасы золота (в т); 10 — неметаморфизованные верхнерифейские (орогенный комплекс) и нижнепалеозойские отложения; фации регионального метаморфизма: 11 — зеленосланцевая; 12 — эпидот-амфиболитовая; 13 — амфиболитовая; граниты: 14 — аллохтонные; 15 — параавтохтонные; 16 — зона мигматитов и автохтонных гранитов; 17 — изограда биотита; см. услов. обозн. к рисункам 1 и 2

Характерной чертой структуры регионального геохимического поля является линейное расположение аномалий многих элементов. Так, аномалиями титана трассируется зона Ишимбинского разлома, который большинством исследователей рассматривается в качестве рудоконтролирующей структуры для золотого оруденения кряжа. Отличаются контрастностью здесь также аномалии золота (рис. 4), но они часто выходят за пределы зоны, в чем автор видит проявление так называемых «скрытых поперечных» структур северо-восточного и субширотного направлений, а также влияние других факторов, в т.ч. и техногенных [6]. Из других элементов к зоне разлома пространственно тяготеют поля повышенных концентраций Sr, Cr, Cu, на отдельных участках — Ag и Nb.

Природа аномалий титана и других элементов в зоне разлома может быть объяснена исходя из анализа имеющихся сведений о вещественном наполнении разлома. Одна из характерных черт зоны Ишимбинского разлома — спорадическое развитие в ее границах вулканитов, дайковых пород, гипербазитов и гранитоидов [5]. В частности, по данным А.Н.Хохлова (1994), телами базитов и гипербазитов насыщена южная часть разлома в Рыбинской рудной зоне. Широко развиты мелкие тела основного и ультраосновного составов в пределах Верхне-Енашиминского и Советского рудных узлов, причем, судя по геофизическим данным, число их гораздо больше, чем это показано на геологических картах. Максимальное насыщение базитами и ультрабазитами характерно для северной части зоны разлома, которой соответствуют наиболее контрастные и обширные аномалии титана. Широкое распространение базитов и ультрабазитов в зоне разлома явилось основанием для трактовки структуры (или ее фрагментов) как зеленокаменный [10] или офиолитовый [3] пояса.

Еще одним источником повышенных концентраций этого элемента, вероятно, служат метасоматиты, обычно находящиеся в тесной пространственной связи с золотым оруденением и содержат в своем составе минералы титана, чаще всего рутил и ильменит. Примеров повышенных концентраций титана или титаносодержащих минералов в пределах золоторудных полей можно привести достаточно много. Так, Ю.И.Новожилов с соавторами (1985) отмечают обогащение титаном (вместе с литием и ванадием) углеродсодержащих пород Олимпиадинского рудного поля за счет высокотемпературного метасоматоза, приведшего к образованию рутила, мусковита и других минералов. По материалам Л.Г.Юркевич с соавторами (1995), максимальный фон титана на Олимпиадинской площади характерен для динамосланцев. В.А.Загоскин с соавторами (1985) рассматривают рутил вместе с шеелитом, киноварью, пиритом и другими минералами в качестве одного из информативных компонентов шлиха при прогнозировании оруденения Олимпиадинского типа. В.А.Поперекhov (1985) к

региональным поисковым оценочным критериям относит приуроченность оруденения к зонам с широким распространением проявлений Mn, Ti и P (на ранних этапах развития гидротермально-метасоматических систем) и W, As, Au и Sb (преимущественно на поздних этапах). Устойчивое повышение содержания титана в рудоносной зоне по сравнению с вмещающими породами установлено работами В.Г.Михеева, В.Н.Смышляева и Г.А.Середенко для Советского месторождения (1975).

Таким образом, линейно расположенные геохимические аномалии титана можно использовать в роли индикатора долгоживущих глубинных тектонических зон, одной из которых является зона Ишимбинского разлома. Ориентируясь на установленную закономерность, можно наметить в пределах изученной территории еще ряд структур, подобных Ишимбинскому разлому (см. рис. 3, Б). Очень четко прослеживается узкая дугообразная полоса аномалий титана от приустьевой части р.Кия до устья р.Тея. Эту полосу автор связывает с предполагаемым глубинным разломом, который предлагается назвать Кийско-Иочиминским. На современных геологических картах разлом трассируется интрузивными массивами. На северо-востоке — это траппы в приустьевой части р.Тея, южнее — габбро-диабазы района Советского месторождения, в центральной части кряжа — гранитоиды, на юго-западе — Кийский щелочной массив. Вдоль зоны предполагаемого разлома проходит северо-западная граница распространения группы гранитоидных массивов, которые А.И.Забияка (2002) относит к аллохтонным (см. рис. 3, В). Помимо проявлений основного магматизма глубинность разлома подчеркивается находками алмазов (приустьевая часть р.Чапа и низовья р.Бол. Пит) и кимберлитоподобных пород (в приустьевой области р.Кия). В центральной части кряжа в зоне разлома находятся Советское, Благодатное, Титимухтинское, Олимпиадинское и другие золоторудные месторождения, а к юго-западу от Верхне-Енашиминского рудного узла располагается ряд геохимических аномалий золота и элементов-спутников [6].

Еще одна полоса аномалий титана вытягивается в направлении, близком к широтному и прослеживается от низовьев р.Исаковка до верховьев р.Тыра (приток р.Бол. Пит). Эта полоса связывается с предполагаемым Исаковско-Тыринским глубинным разломом. На современных мелкомасштабных геологических картах зона разлома выражена слабо. На западе в пределах площади геологического доизучения масштаба 1:50 000, проведенного Н.Ф.Васильевым с соавторами (1990) в междуречье Гаревка-Тис, она отрисована по геофизическим данным и находит подтверждение в геохимических материалах [7] и данных глубинного зондирования по профилю «Батолит». Далее к востоку Тиса Исаковско-Тыринский разлом отделяет Каламинский гранитный массив от Чиримбинской купольной

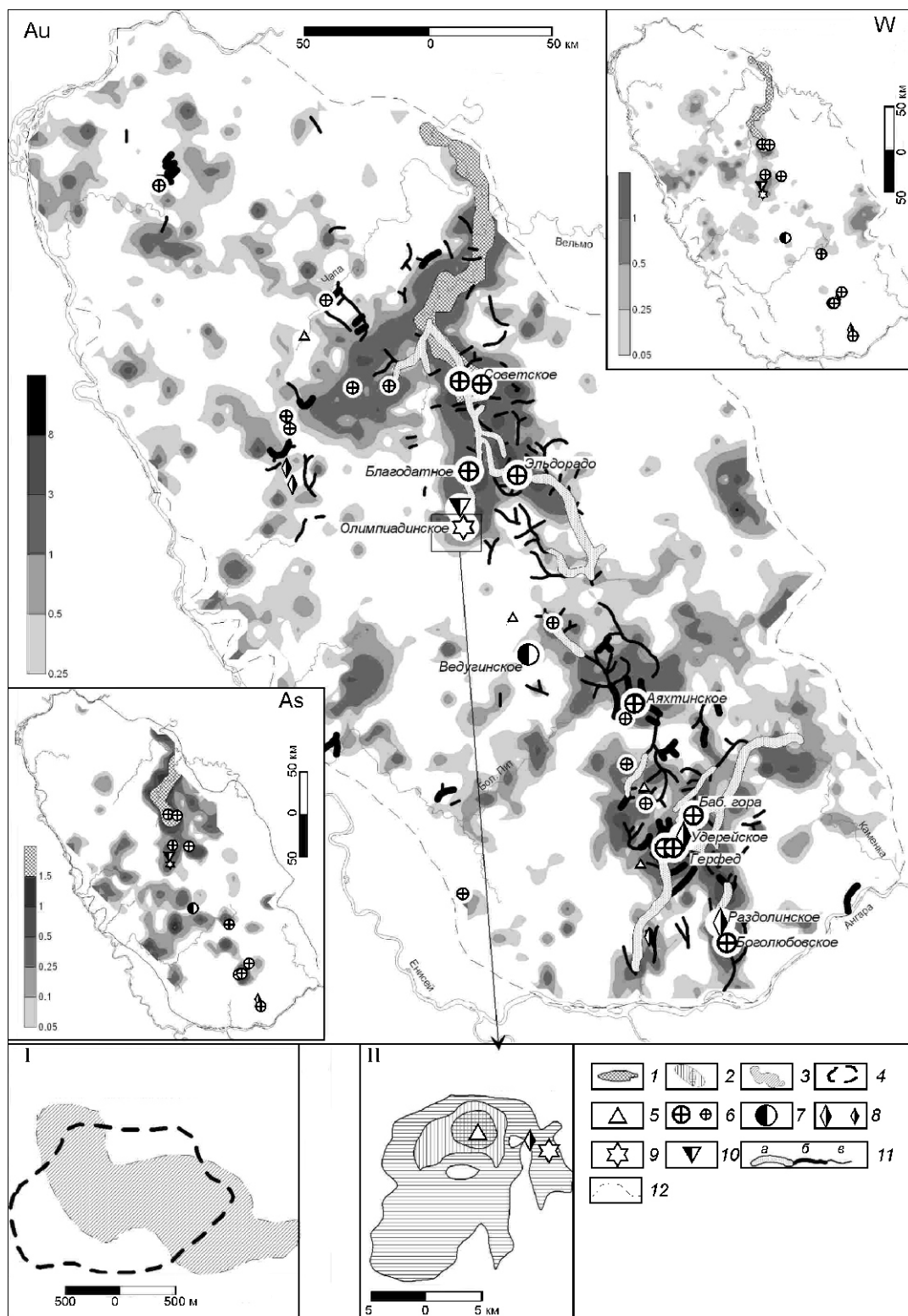


Рис. 4. Региональные аномалии Au, As и W заангарской части Енисейского кряжа (литохимические потоки рассеяния):

I — техногенная аномалия от Советской золотоизвлекающей фабрики; 2 — шлиховые ореолы шеелита; контур: 3 — участка с точечными аномалиями вольфрама, 4 — рудного штокверка месторождения Мурунтау; 5 — рудопоявления вольфрама; месторождения и проявления золота с различными соотношениями Au, W и Sb: 6 — золоторудные без W и Sb, 7 — золоторудные с Sb, 8 — золотосурьмяные, 9 — золоторудные с W и Sb; 10 — золоторудные с W; 11 — россыпи золота отработанные: *а* — дражным способом, *б* — гидромеханическим способом, *в* — прочие; 12 — граница геохимического опробования; шкалы — ранжированные значения концентраций элементов (в усл. ед.); *I* — вторичный ореол рассеяния вольфрама на месторождении Мурунтау; *II* — ореолы шеелита на площади Енашиминского рудного узла

структуры, а на восточном фланге ограничивает с севера распространение пород тунгусикской серии, слагающих борт Ангаро-Питского синклиория. На гравиметрической карте вдоль зоны разлома происходит нарушение северо-западной ориентировки остаточных аномалий силы тяжести, что особенно заметно на восточном фланге в районе замыкания Ангаро-Питского синклиория. Аналогично изменяется здесь и магнитное поле.

К зоне предполагаемого Исаковско-Тыринского разлома пространственно тяготеют золоторудные объекты: Ивановское рудопоявление, месторождения Благодатное и Эльдorado, а также недавно выявленная комплексная аномалия золота и элементов-спутников во вторичных ореолах рассеяния на правом берегу левого притока р.Тис — р.Оленка [7]. На восточном фланге зоны разлома в верховьях р.Бол. Пит по результатам региональной геохимической съемки установлена контрастная аномалия золота с единичными точечными аномалиями мышьяка. В этом же районе в аллювии рек известны находки пиропов (см. рис. 3, А). Менее контрастные и локальные аномалии золота трассируются вдоль всей зоны разлома, с которой также пространственно связаны месторождения и проявления урана. Максимальная концентрация последних характерна для узла пересечения зоны с Ишимбинским и Кийско-Иочиминским разломами. Намечается разделение Заангарья Енисейского кряжа Исаковско-Тыринским разломом на две части, различающиеся по вещественному составу руд месторождений и проявлений золота: объекты, расположенные к северу от зоны, не содержат в рудах сурьму в отличие от южной части, где присутствуют золотосурьмяные и сурьмасодержащие месторождения и проявления (см. рис. 3, Б) [6].

Присутствуют аномалии титана также в зонах разломов, ограничивающих кряж с запада и востока, но здесь их расположение не носит ярко выраженный линейный характер, что можно объяснить развитием более мощных рыхлых отложений, искажающих структуру первичного геохимического поля, а также недостаточной густотой и неравномерностью сети опробования вблизи границ геохимической съемки.

В центральной части кряжа аномалии ряда элементов группируются в субизометричном поле, образующем структуру диаметром около 150 км, которую автор предлагает назвать Тейской кольцевой структурой. Наиболее четко поле выделяется аномалиями бария (см. рис. 2, Б). Из других относительно ярко проявленных элементов в пределах структуры повышены содержания Sr, Y, Co, As и W (см. рис. 4). Северо-западная дугообразная граница структуры в общих чертах совпадает с границей распространения основной массы гранитоидов и пород сухопитской и тейской серий. На юго-востоке и северо-востоке структура ограничена зонами глубинных разломов: Большепитского (Большепитско-Кислоканский) северо-восточной ориентировки и Каменско-Черноре-

ченского (Анкиновский), отделяющего Енисейский кряж от Сибирской платформы.

Для Тейской кольцевой структуры в целом характерно чрезвычайно сложное геологическое строение, наиболее существенными чертами которого являются преимущественное распространение пород сухопитской и тейской серий и широко проявленный гранитоидный магматизм. Пространственно и, вероятно, генетически с этой структурой и присущими ей гранитоидами связаны поля максимального метаморфизма и регионального метасоматоза, в т.ч. поля метасоматитов березитовой формации, пространственная сопряженность которых с полями распространения повышенных концентраций бария установлена Н.Р.Эповым с соавторами (1999) для Титимухтинского рудного поля Верхне-Енашиминского рудного узла.

Обсуждение результатов. В процессе структурного анализа, проведенного А.Н.Хохловым (1994), Ишимбинский разлом и зона его динамического влияния прослежены через всю заангарскую часть кряжа от р.Ангара до устья р.Подкаменная Тунгуска (см. рис. 2). Ширина зоны изменяется от 6 до 60 км с пережимом протяженностью около 7 км в районе субширотной части долины р.Чиримба. Одной из главных деталей внутреннего строения зоны динамического влияния является наличие деструктивных полей, определяющих флюидную проницаемость его различных частей [15] и выделяемых плотностными максимумами густоты распределения оперяющих разрывов. Установленная пространственная связь аномалий титана и других элементов с зоной Ишимбинского и других разломов позволяет говорить о глубинном характере этих структур. Накопление аномальных количеств Ti, P, Mg в приразломных (вдоль глубинных разломов) околорудных золотосодержащих березитах и листовенитах обнаружено исследованиями И.В.Кучеренко (2000), что объясняется выносом высокощелочных восстановленных флюидов из мантии на верхние уровни земной коры.

В качестве еще одного признака глубинности зоны Ишимбинского разлома выступают кимберлитоподобные породы и тиллиты. Тиллиты, по мнению Ф.П.Кренделева (1971), являются эффузивами сложного состава — существенной формационной принадлежностью геосинклинальных прогибов, представляя собой важнейший признак структур глубинного заложения и длительного развития, с которыми наряду с другими формационными типами связывается оруденение в древних конгломератах. Поэтому закономерно, что кроме кимберлитоподобных пород и тиллитов пространственную связь с зоной Ишимбинского разлома имеют находки алмазов в современном аллювии (см. рис. 3, А).

Выделенная Тейская кольцевая структура и глубинные разломы, пересекающиеся в ее центре, по мнению автора, являются определяющими для масштабов золотого оруденения региона. Отражение

структуры с присущими ей региональными полями метасоматитов именно барьером представляется не случайным. Этот элемент вместе с другими (Sr, F, Be, Mo, Nb, Ta, Zr, Y, La, Ce, Nd, Sm, Eu) указывается в качестве одного из признаков устойчивого усиленного глубинного термодинамического режима большинства структур, вмещающих крупные золоторудные месторождения [1]. Вероятно, результатом подобного режима стало наблюдаемое в настоящее время увеличение в центре Енисейского кряжа мощности земной коры, что отражено в рельефе поверхности Мохо (см. рис. 2, Б). По данным С.С.Сердюка [12], Ю.Г.Сафонова [11], Б.И.Беневольского [2] и другим источникам именно здесь сосредоточены крупнейшие месторождения благородного металла с общими запасами более 1000 т, в то время как за пределами Тейской кольцевой структуры масштабы каждого из месторождений и их суммарные запасы ниже почти на два порядка (см. рис. 3, Б). Приуроченность крупных и уникальных месторождений золота к подобным структурам констатируется многими исследователями [8, 13]. Дистанционными методами кольцевые структуры диаметром 50—150 м установлены для субпровинции Абитиби (см. рис. 2, В), золоторудного бассейна Витватерсранд, золоторудного района Мурунтау и Яно-Колымского региона [4].

Анализ вещественного состава руд и геохимических особенностей рудовмещающих структур с крупными месторождениями золота показал, что в качестве геохимических признаков высокопродуктивных на золотое оруденение систем часто выступают аномалии мышьяка и вольфрама. При этом, если аномалии мышьяка характерны как для мелких, так и для крупных месторождений, то вольфрама чаще всего сопровождают крупные и уникальные золоторудные поля [6], в т.ч. Олимпиадинское, Мурунтау (см. рис. 4), Колар, Морру-Велью, Многовершинное, Дарасунское, Березовское, Нежданнинское. На одном из крупнейших в мире золоторудных месторождений Поркьюпайн в Канаде (добыто 1660 т Au) попутная добыча WO₃ составила около 200 т [14]. Выделенная автором Тейская кольцевая структура содержит максимальные по размерам и контрастности геохимические аномалии этих элементов (см. рис. 4).

Тейская кольцевая структура интерпретируется как длительно развивавшаяся рудогенная система. Кроме приуроченности к ней геохимических аномалий Ba, As, W и других элементов она выделяется уходящей на глубину отрицательной гравиметрической аномалией. В геологическом смысле эта аномалия представляет собой магматогенную систему, обладающую определенной металлогенической зональностью, одним из проявлений которой является приуроченность золотосульфидного с вольфрамом оруденения к центральной части структуры, а золото-кварцевого — к периферии [9]. Геолого-структурные критерии и комплекс прямых и косвенных поиско-

вых признаков позволяют с большой долей вероятности прогнозировать открытие в пределах структуры новых крупных месторождений золота. Наиболее вероятна их локализация в зонах глубинных разломов, выделяемых линейно расположенными аномалиями Ti, Sr, Cr и других элементов.

Из материалов приведенных автором публикации можно сделать следующие выводы:

1. Региональное геохимическое поле Заангарья Енисейского кряжа по соотношениям концентраций типоморфных элементов делится на восточную и западную зоны, отражая характер и масштабы эндогенных процессов, главным образом гранитоидного магматизма. Это разделение подтверждается геофизическими данными и основными чертами металлогении региона.

2. Зоны глубинных долгоживущих разломов, контролирующих золотое оруденение региона, в региональном геохимическом поле выделяются набором элементов, среди которых главным индикатором является титан. Глубинность и длительная активность зон проявляются в специфике магматизма (базиты, офиолиты, щелочно-ультраосновные породы, щелочные интрузии девона, пермотриасовые траппы), а также приуроченностью к зонам разломов такой экзотики как тиллиты и находки алмазов.

3. В ансамбль рудоконтролирующих элементов регионального геохимического поля, входят концентрически-зональные структуры, отражающие тектоно-магматические ареалы и связанные с ними гидротермально-метасоматические образования. Золоторудный потенциал структуры находится в прямой пропорции с ее размерами и степенью внутренней структурированности. Наиболее продуктивной на золото является Тейская кольцевая структура, расположенная в зоне пересечения зон Ишимбинского, Кийско-Иочиминского и Исаковско-Тыринского глубинных разломов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Амантов В.А., Петров О.В., Берлянд Н.Г. и др. Тепло-массоперенос глубоких недр — решающий фактор локализации крупных концентраций эндогенных руд / Геологическая служба и минерально-сырьевая база России на пороге XXI века — Тезисы докладов Всероссийского съезда геологов и научно-практической геологической конференции. — С-Пб, 2000.
2. Беневольский Б.И. Золото России: проблемы использования и воспроизводства минерально-сырьевой базы / Изд. 2-е, исправ. и доп. — М.: ЗАО «Геоинформмарк», 2002.
3. Верниковский В.А., Верниковская А.Е. Тектоника и эволюция гранитоидного магматизма Енисейского кряжа // Геология и геофизика. 2006. Т. 47. № 1. С. 35—52.
4. Гальперов Г.В., Журавлев Е.А., Константинов М.М., Аристов В.В. Космоструктурное моделирование золоторудных районов и узлов Верхоянской и Яно-Колымской складчатых систем // Руды и металлы. 2006. № 4. С. 19—22.
5. Геология и металлогения Енисейского рудного пояса. — Красноярск, 1985.

6. Зверев В.В. Некоторые особенности регионального геохимического поля заангарской части Енисейского края // Разведка и охрана недр. № 6. 2004. С. 40—45.
7. Зверев В.В. Предварительные результаты геохимических поисков рудного золота на Гаревско-Чапской площади / Материалы научно-практического совещания, посвященного 45-летию Геоэкологической (Гидрогеологической) партии. —Красноярск, 2004.
8. Константинов М.М. Золоторудные гиганты / Отечественная геология. 1993. № 6. С. 75—83.
9. Константинов М.М. Оксидно-сульфидные ассоциации крупных золоторудных месторождений // Отечественная геология. 1997. № 11. С. 22—26.
10. Корнев Т.Я., Еханин А.Г., Князев В.Н., Шарифуллин С.К. Зеленокаменные пояса юго-западного обрамления Сибирской платформы и их металлогения. —Красноярск, 2004.
11. Сафонов Ю.Г. Гидротермальные золоторудные месторождения: распространенность — геолого-генетические типы - продуктивность рудообразующих систем // Геология рудных месторождений. 1997. Т. 39. № 1. С. 25—40.
12. Сердюк С.С., Зобов Н.Е., Зверев А.И. и др. Прогнозные ресурсы золота и платины Красноярского края (по состоянию на 01.01.2006) / Под ред. С.С.Сердюка. —Красноярск, 2006.
13. Томсон И.Н., Кочнева Н.Т., Кравцова В.С. и др. Металлогения скрытых линеаментов и концентрических структур. —М.: Недра, 1984.
14. Шер С.Д. Металлогения золота (Северная Америка, Австралия и Океания). —М.: Недра, 1972.
15. Шерман С.И., Буддо В.Ю., Мирошниченко А.И. Вертикальная зональность и флюидная проницаемость зон развивающихся разломов // Геология рудных месторождений. Т. 33. 1991. № 5. С. 13—25.

УДК 550.812.01:553.81

Ю.К.Голубев, Т.Е.Щербакова, Т.И.Колесникова, 2009

Особенности проведения шлихо-минералогических поисков алмазных месторождений в условиях «закрытых» территорий севера-запада Российской Федерации

Ю.К.ГОЛУБЕВ, Т.Е.ЩЕРБАКОВА, Т.И.КОЛЕСНИКОВА (ФГУП ЦНИГРИ)

Шлихо-минералогические поиски алмазных месторождений в классическом варианте проводятся по водотокам, когда искомые трубки размываются или непосредственно рекой, или при боковой эрозии в процессе формирования долины реки. При этом шлихо-минералогические поиски позволяют обнаруживать кимберлитовые тела. В пределах «закрытых» территорий шлихо-минералогический метод, как правило, не дает однозначных результатов. При проведении работ на подобных территориях необходимо учитывать:

конкретные поисковые ситуации (особенности перекрытия кимберлитовых тел осадочными образованиями различных типов);

особенности формирования ореолов рассеяния минералов-индикаторов кимберлитов в разнофациальных обстановках осадконакопления;

результаты комплексных минералогических исследований, включающих не только традиционные исследования химического состава минералов-индикаторов кимберлитов, а также их морфологические особенности и характер микроповерхности, связанный с обработкой зерен в различных обстановках осадконакопления.

Опыт проведения работ на севере и северо-западе Восточно-Европейской платформы показывает, что применение шлихо-минералогического опробования позволяет, во-первых, выявлять минералогические признаки кимберлитового магматизма на исследуемой территории, во-вторых, локализовать перспективные, потенциально алмазоносные площади (ранг поля или куста тел).

Особенности проведения шлихо-минералогических поисков на «закрытых» территориях могут быть рас-

смотрены на примере Зимнебережного района Архангельской области, где были детально изучены ореолы рассеяния минералов-индикаторов кимберлитов в различных типах осадков, перекрывающих алмазоносные трубки месторождения им.Ломоносова.

По особенностям количественно-минерального состава среди кимберлитов Зимнебережного района выделяется две группы [15]. К группе I относятся кимберлитовые тела Кепинской площади, для которых характерны все особенности количественно-минерального состава, что и для кимберлитов группы I Южной Африки, кимберлитов Якутии — обилие среди глубинных минералов-индикаторов пиропы и пикроильменита. Среди ксенолитов, наряду с пироповыми перидотитами и пироксенитами встречается много эклогитов.

Группа II представлена кимберлитами Золотицкой группы тел с низкими концентрациями мантийных индикаторных минералов, существенным преобладанием хромшпинелида над пиропом и хромдиопсидом, отсутствием пикроильменита. Эти особенности сближают их с кимберлитами группы II Южной Африки [10]. В них отсутствуют ксенолиты эклогитов, а реликты мантийных пород, представленные мелкими включениями хромшпинелевых, шпинелевых, пироповых дунитов и перидотитов редки.

Алмазы в трубках группы I отмечаются единичными знаками, мелкие (класс 0,5 мм), преимущественно октаэдрического габитуса. По своим свойствам (гранулометрия, качество, цветность, сортность и др.) изменяются незначительно. Исключением является только трубка им.В.Гриба. В безильменитовых

трубках группы II в отличие от ильменитсодержащих кимберлитов преобладают округлые алмазы [8].

Кимберлитовые трубки, входящие в состав одного куста — производные локального очага, характеризуются сходным набором минералов-индикаторов кимберлитов и их близким химическим составом.

Позиция куста (группа тел) в разрезе перекрывающих разновозрастные отложения определяется наличием ореолов рассеяния минералов-индикаторов кимберлитов и алмазов ближнего сноса.

Содержания минералов-индикаторов, их типоморфные особенности и количественные соотношения в ореолах зависят от вещественного состава и строения самих кимберлитовых тел, а также от особенностей формирования отложений, перекрывающих кимберлиты. Как показывает опыт работ, при опробовании современного аллювия куст кимберлитовых тел может быть идентифицирован при обнаружении единичных зерен минералов-индикаторов кимберлитов с сохранившимися первичными поверхностями коррозионно-гидротермального типа. Данные находки должны быть так или иначе связаны с локальными участками ранга прогнозируемого куста кимберлитовых трубок, выделяемого на основе структурно-геофизического и геолого-структурного районирования территории. Дальнейшая локализация ореолов рассеяния минералов-индикаторов кимберлитов ближнего сноса возможна лишь при опробовании терригенных горизонтов осадочного чехла.

В Зимнебережном алмазоносном районе сложилась следующая поисковая обстановка:

1. Кимберлитовые трубки прорывают слабо литифицированные породы венда и перекрываются терригенно-карбонатной толщей карбона и четвертичными ледниковыми отложениями общей мощностью 20—180 м.

2. Сохранившиеся у большинства кимберлитовых тел отложения кратерных фаций свидетельствуют о небольшом эрозионном срезе и, следовательно, о незначительном количестве поступивших в перекрывающие отложения минералов-индикаторов кимберлитов.

3. Четвертичные отложения, перекрывающие кимберлиты, сформированы ледниками, перемещавшимися в различных направлениях. В их составе присутствует как дальнепринесенный материал, так и местный, в т.ч. и из кимберлитовых тел.

4. Разубоживание кимберлитового материала в ледниковых отложениях связано в первую очередь с насыщением морены материалом подстилающих рыхлых пород, в т.ч. межледниковыми морскими тонкодисперсными осадками.

6. Слабая гидродинамическая активность современных водотоков не способствовала переносу минералов тяжелой фракции на значительные расстояния и формированию контрастных ореолов рассеяния [4].

В данной поисковой обстановке минералы-индикаторы кимберлитов из трубок месторождения

им. Ломоносова достаточно уверенно идентифицируются как в современных аллювиальных отложениях, так и во всех типах терригенных осадков палеозойского и четвертичного возрастов, перекрывающих трубки. Минералы-индикаторы кимберлитов выявляются по их типоморфным характеристикам [13].

В современном аллювии минералы-индикаторы трубок месторождения прослеживаются на расстояние до 3 км от тел ниже по течению водотоков.

Четвертичные отложения Зимнебережного района перекрывают отложения венда и верхнего палеозоя, имеют площадное распространение, являются полигенными и представлены осадками ледникового, водно-ледникового, межледникового озерного и морского генезиса.

Трубки Золотицкой группы расположены в пределах переуглубленной и модифицированной ледником дочетвертичной долины [3, 8] со средней мощностью четвертичных отложений 40—60 м (рис. 1). Строение основной части разреза четвертичных (ледниковых) осадков связано с мореной калининского оледенения. Разрез характеризуется чешуйчато-надвиговым строением. В строении моренных чешуй участвуют все типы четвертичных осадков, а также пески и отторженцы карбонатных пород среднего карбона. Особенность формирования чешуйчатых морен — интенсивная экзарация ледникового ложа с достаточно быстрым выведением захваченного материала (в т.ч. из кимберлитовых тел) с подошвы морены на поверхность. При размыве водотоками подобных морен в аллювии может появиться материал из трубок, который и обнаруживается при шлихо-минералогическом опробовании. При этом важно установить направление перемещения материала ледниками.

Отдельные кимберлитовые тела Золотицкой группы отражаются в ледниковых отложениях локальными ореолами рассеяния минералов-индикаторов кимберлитов ближнего сноса протяженностью до 1,5 км в направлении движения ледника и до 50 м в разрезе над поверхностью трубок (пиропы до 10 знаков, хромшпинелиды — до первых десятков знаков на пробу объемом 5 л).

Золотицкая группа тел, вытянутых субмеридионально на расстояние около 10 км, выражена в ледниковых отложениях совокупным ореолом рассеяния минералов-индикаторов кимберлитов ближнего сноса, размером приблизительно 16 2—3 км.

Отложения первого (нижний карбон) промежуточного коллектора минералов-индикаторов кимберлитов и алмазов, мощностью от 0,5 м до нескольких десятков, залегающие на породах венда, распространены ограниченно и представлены континентальными отложениями. Они содержат минералы-индикаторы кимберлитов и кристаллы алмазов, в которых формируются ореолы рассеяния ближнего сноса: пиропы до 20 знаков, хромшпинелиды до 100 знаков на пробу объемом 5 л [12].

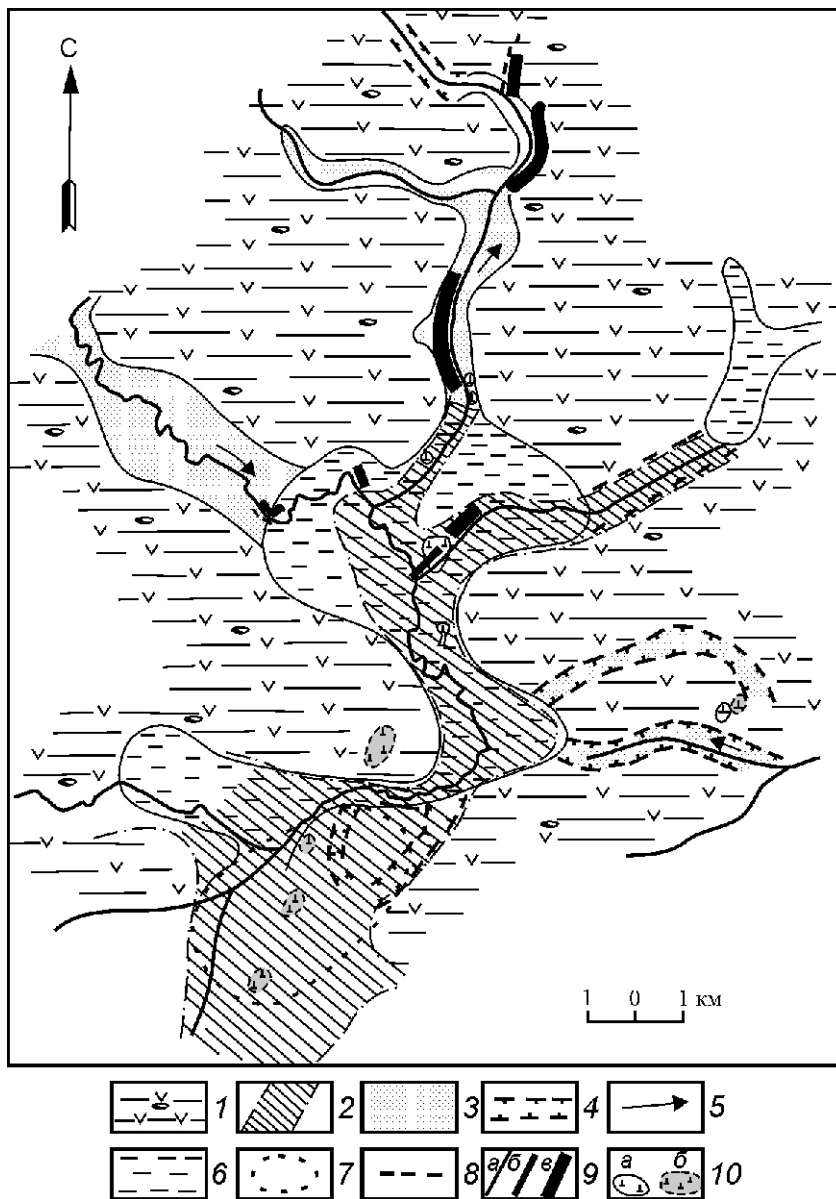


Рис. 1. Схема распределения ореолов минералов-индикаторов кимберлитов в ледниковых отложениях и современном аллювии в районе алмазонасыщенных трубок Архангельской области:

1 — рельефообразующая монолитная морена верхневалдайского ледника; 2 — погребенная чешуйчатая морена нижневалдайского ледника; 3 — долинные зандры верхневалдайского ледника; 4 — долины стока талых ледниковых вод; 5 — предполагаемое направление стока талых ледниковых вод; 6 — лимногляциальные осадки; 7 — ореолы рассеяния кимберлитового материала в чешуйчатой морене калининского ледника; 8 — единичные знаки пиропов в современном аллювии; 9 — ореолы рассеяния хромшпинелидов в современном аллювии: а — 5 знаков, б — 5—10 знаков, в — 10 знаков; 10 — кимберлитовые трубки, перекрытые: а — четвертичными и б — дочетвертичными осадками

Залегающие выше отложения *среднего карбона* достаточно широко распространены. Выделяются две группы фаций: открытого шельфа и подводных частей дельт. В составе фаций открытого шельфа отмечаются ореолы рассеяния ближнего сноса, фации подводных частей дельт характеризуются исключительно ореолами дальнего сноса, связанными со сваливанием аллювиального материала в виде водно-гравитационных потоков по склону подводной части дельты (табл. 1) [9].

Таким образом, по опыту работ в Архангельской области, куст (группа тел) кимберлитовых тел может быть идентифицирован при опробовании современного аллювия находками единичных зерен минералов-индикаторов кимберлитов с признаками ближнего сноса, с последующей его локализацией при опробовании терригенных горизонтов осадочного чехла.

Решение обозначенных задач возможно при учете особенностей формирования разнотипных и разнофациальных осадочных толщ, перекрывающих кимберлиты, для которых характерны те или иные типы

ореолов рассеяния минералов-индикаторов кимберлитов (см. таблицы 1, 2, 3). Для этих целей выполняется районирование территории по условиям ведения поисков, что подразумевает выделение участков с типами перекрытия, на которых опробование аллювия информативно.

Районированию территории предшествует проведение подготовительных работ, включающих составление комплекта карт: специализированной четвертичных отложений, геологической дочетвертичной поверхности, литолого-фациальной терригенных дочетвертичных пород.

На севере и северо-западе Восточно-Европейской платформы, где широко развиты отложения покровных оледенений, выделяется 4 основных типа поисковых обстановок, которые определяют эффективность применения минералогического метода поисков алмазных месторождений (рис. 2):

1. Характеризуется наличием в разрезе над кимберлитовыми телами только разнофациальных четвертичных отложений. Наиболее информативными

1. Основные типы терригенных осадков и свойства минералов-индикаторов кимберлитов

Типы осадков			Литологическая характеристика осадков			Палеогеоморфологическое положение осадочной толщи (пачки)	Типы ореолов рассеяния
Группы макрофаций	Макрофации	Фации	Гранулометрия	Текстурные особенности, наличие или отсутствие детрита, фаунистических остатков	Генетические связи с другими фациями		
Континентальные	Аллювиальные	Русловые	Крупных рек Малых рек	Циклично построенные пачки. В каждом элементарном цикле (1—5 м) наблюдается закономерное уменьшение зернистости осадка вверх по разрезу. Мелко-среднезернистые осадки, хорошая и средняя сортировка обломочного материала, наличие многочисленных обломков «экологических» пород, хорошая окатанность грубообломочного материала	Грубая косая слоистость (до 25—30°), обусловленная изменениями зернистости и окраски осадков. Часто слоистость подчеркивается скоплениями растительного детрита	Генетически связаны с пойменными фациями	Преобладание ореолов дальнего сноса
		Пойменные					
		Озерно-болотные		Мелкозернистые пески и песчаники, алевроиты, алевролитоглинистые осадки	Слоистость от горизонтальной до косоположенной, обусловленная изменениями гранулометрии, окраски, часто присутствуют прослои, обогащенные органикой	Парагенетически связаны с русловыми фациями, по латерали часто замещаются склоновыми отложениями и озерно-болотными фациями	Связаны с палеодолинами
	Озерно-болотные		Осадки глинисто-алеврито-песчаного состава: углистые глины, хорошая сортировка песчаных пачек	Тонкая горизонтальная слоистость, типично переслаивание с пластами и линзами углей, пластами, обогащенными углефицированной органикой	Замещаются по латерали аллювиальными, озерно-болотными, морскими фациями	Озерно-аллювиальная равнина	Ореолы, как правило, обнаруживаются на пляжах, возможно обнаружение ореолов дальнего сноса
	Склоновые	Дельтовые	Несортированные разнозернистые песчаники с глинисто-алевритовой связующей массой, с редкими включениями гальки, щебня, гравия, валунов, глыб местных пород	Однородная толща, мощность которой обычно не превышает 2—5 м	Замещаются по латерали аллювиальными, озерно-болотными, морскими фациями	Склоны палеовозвышенностей и палеодолин	Ореолы ближнего сноса

Типы осадков			Литологическая характеристика осадков				Палеогеоморфологическое положение осадочной толщи (пачки)	Типы ореолов расседания
Группы макрофаций	Макрофации	Фации	Гранулометрия	Текстурные особенности, наличие или отсутствие детрита, фаунистических остатков	Генетические связи с другими фациями			
Континентальные	Склоновые	Овражно-балочные	Несортированные глинистые разнозернистые песчаники с включениями гравия, гальки, щебня, в редких случаях валунов, глыб	Неяснослоистые толщи с линзами, прослоями косослоистых песков, гравийников, наличие углефицированных растительных осадков	По латерали замещаются делювиальными отложениями	Днища локальных понижений рельефа в пределах палеовозвышенностей	Ореолы ближнего сноса	
		Грязевых потоков	Несортированные глинисто-песчаные отложения с включениями гравия, гальки, щебня, валунов, глыб, фрагментов галечников, гравийников, песчаников	Неслоистые, смешанные осадки типа диамиктон, с углефицированными растительными осадками	Вверх по потоку переходят в овражно-балочные отложения			Подножья палеосклонов
Переходные от континентальных к морским	Дельтовые	Песчано-глинистые ритмичные авандельты	Тонкозернистые песчано-глинистые осадки	Однонаправленная ритмичная косая слоистость, обусловленная изменением гранулометрии слоев	По латерали замещаются морскими шельфовыми осадками	Конусы выноса крупных палеорек	Ореолы, как правило, не об-наруживаются	
		Водно-гравитационных потоков подводного склона дельты	Несортированные песчано-глинистые осадки с включениями гравия, гальки, валунов	Отсутствие какой-либо слоистости	По латерали замещаются ритмитами авандель-ты	Периферические части конусов выносов дельт	Ореолы дальнего сноса	
Морские	Открытого бассейна		Мелко-среднезернистые пески, хорошая сортировка	Слоистость ряби волнения, линзовидная слоистость, преобладание раковинного детрита	Залегают на континентальных и переходных отложениях, вверх по разрезу замещаются глинисто-карбонатными морскими осадками	Прибрежно-морская равнина	Ореолы ближнего сноса, часто не выходят за контуры тлубок	
		Лагуны заливов	Алевритистая глина, глина, алевроит, известковая глина	Ритмичное горизонтальное переслаивание алевроитов, известковых глин. Характерно наличие линз угля. Целые раковины, раковинный детрит	Залегают на континентальных пляжевых дельтовых осадках, вверх по разрезу переходят в прибрежно-морские отложения	Прибрежно-морская равнина	Ореолы не образуются	
	Пляжевые		Песчаники, гравийники, галечники, хорошая сортировка	Линзовиднослоистые, косослоистые осадки. Слоистость часто подчеркивается скоплениями тяжелых минералов. Нередко присутствует раковинный детрит	Залегают на континентальных дельтовых, шельфовых отложениях; вверх по разрезу переходят в мелководные шельфовые	Прибрежно-морская равнина	Ореолы дальнего сноса, ореолы, потерявшие связь с первоисточниками	

2. Основные типы ледниковых осадков и свойственные им ореолы рассеяния минералов-индикаторов кимберлитов

Типы отложений	Группы фаций	Гранулометрический тип осадка, вещественный состав	Текстурные признаки, мощность осадочных толщ	Геоморфологическая позиция	Типы ореолов рассеяния
Основные морены	Монолитные морены	Валунный суглинок, цвет осадка зависит от подстилающих пород. Характерно наличие экзотического грубообломочного материала, включений блоков, отторженцев осадочных пород	Однородный осадок, плитчатая, массивная, брекчевидная текстура. Мощность монолитной морены, сформированной одним ледником, не превышает 10 м	Холмистые моренные равнины в пределах низменностей и поверхностей крупных положительных структур	Ореолы ближнего сноса
	Чешуйчатые морены	Валунный суглинок, аналогичный суглинку монолитных морен. Характерно значительное количество включений, блоков и чешуй, сложенных грубообломочными флювиогляциальными осадками, коренными породами	Чередование чешуй, сложенных однородным моренным суглинком с включениями коренных пород и грубообломочных флювиогляциальных осадков. Мощность чешуйчатой морены может достигать нескольких десятков метров	Участки холмистого, холмисто-грядового рельефа в пределах моренных равнин	То же
Конечные морены	Активного края ледника	Грубообломочные отложения (пески, гравийники, галечники, валунники) с включениями блоков, чешуй моренного суглинка и коренных пород	Дислоцированный ледником флювиогляциальный материал представлен чередованием чешуй сложенных грубообломочным материалом с чешуями маломощного моренного суглинка, редко коренных пород. Мощность до нескольких десятков метров	Участки холмисто-грядового рельефа. Характерен асимметричный поперечный профиль гряд. Пологий склон наклонен в сторону противоположную движения льда; крутой — по направлению движения льда	Ореолы ближнего и дальнего сноса, ореолы, потерявшие связь с источником
	Пассивного края ледника	Несортированные, часто непромытые грубообломочные отложения: пески, гравийники, галечники, их смеси	Неслоистый осадок, часто с включениями блоков, кусков моренного суглинка	Холмистый, холмисто-грядовый, камовый рельеф	Преобладают ореолы, потерявшие связь с источником, возможно обнаружение ореолов ближнего и дальнего сноса

3. Основные типы водно-ледниковых осадков и свойственные им ореолы рассеяния минералов-индикаторов кимберлитов

Группы фаций	Фации	Гранулометрический тип осадка, вещественный состав	Текстурные признаки; мощность осадочных толщ	Взаимоотношение с окружающими осадками	Геоморфологическая позиция	Типы ореолов рассеяния
Водно-гравитационные осадки	Спиллвеев (гляцио-селей)	Несортированные песчано-глинистые осадки с включениями гравия, гальки, валунов, глыб, фрагментов (часто амёбообразной формы) хорошо промытых гравийно-галечных осадков, моренного суглинка, озерно-ледниковых осадков, коренных пород	Неслоистый осадок; до 10—20 м	Прослеживаются от участков развития озерно-ледниковых осадков, врезаются в ледниковые и флювиогляциальные осадки	Вытянутые параллельно руслу спиллвее отложения, заполняющие линейно-вытянутые каналы выплывания (скопления валунов, гальки в виде вытянутых покровов, небольшие холмики), связанные с катастрофическими спусками вод временных ледниковых водоемов	Ореолы дальнего сноса
	Гляцио-зерновые потоки	Гомогенные плохосортированные пески, с редкими скоплениями галечно-валунного материала, включениями окатышей моренного суглинка	Отсутствие слоистости	Среди флювиогляциальных отложений	Встречаются в виде небольших покровов вблизи краевых частей ледника. Характерны для озов, слагают отложения долин стока талых ледниковых вод	Ореолы дальнего сноса и потерявшие связь с первоисточниками
	Ламинарного течения (фация «скольжения» потоков ка наносов по ложу)	Плохосортированные пески с «плавающими» единичными гальками, часто образующими цепочки. Иногда в основании песчаных пачек встречаются прослой неслоистого песчано-галечного материала мощностью до 1,5 м	Горизонтальная слоистость, толщина слоев от 3 до 20 см; до 20—30 м	То же	Вытянутые по течению пологие холмики типа баров. Характерны для озов, слагают отложения долин стока талых ледниковых вод	То же
Склоновые гравитационные отложения	Осыпей	Галечно-валунный материал, валунники, скопления глыб. Иногда скрепленные глинисто-песчаным материалом	Отсутствие какой-либо слоистости; первые метры	Генетически связаны с конечными моренами	Свалы грубообломочного материала вблизи ледникового края	Ореолы дальнего сноса и потерявшие связь с первоисточниками
	Грязевых потоков	Непромытый гравийно-галечный-валунный материал с глинисто-песчаным заполнителем	Однородные толщи; до 10 м	То же	Небольшие вытянутые холмики вблизи края ледника. Удлинение холмиков перпендикулярно простиранию ледникового края	То же
Русловые потоки аллювиально-седиментогенеза	Русловые потоки аллювиально-валунного типа	Хорошо сортированные пески, гравийники, галечники, песчано-гравийные, гравийно-галечные осадки	Слоистость аналогична слоистости аллювиального типа; до 10—15 м	Прилегают к конечным осадкам	Пологохолмистая зандровая равнина, сформированная блуждающими потоками, долинными зандрой	Ореолы ближнего сноса
Дельтовые отложения	Наземных и подводных дельт	Тонкозернистые песчано-глинистые осадки	Однонаправленная ритмичная косая слоистость, обусловленная изменениями granulometрии слоев; до 10—20 м	Как правило, приурочены к периферии зандровых равнин	Конуса выноса русел, формирующих зандровые покровы, долины стока талых ледниковых вод, озов	Ореолы обычно не обнаруживаются

являются отложения основных морен, в базальных горизонтах которых при благоприятных условиях могут формироваться ореолы рассеяния ближнего сноса, протяженностью до 1,5 км по направлению движения ледника (см. рис. 2, I, а).

При мощности ледниковых и водно-ледниковых отложений до 50 м обеспечивается попадание единичных знаков минералов-индикаторов кимберлитов из ореолов рассеяния ближнего сноса в современный русловой аллювий (см. рис. 2, I, б).

2. Характеризуется наличием в разрезе над кимберлитовыми телами древних терригенных и четвертичных ледниковых отложений. Ореолы рассеяния минералов-индикаторов кимберлитов ближнего сноса в древних терригенных отложениях континентального типа прослеживаются в радиусе до 1 км от контура прогнозируемого кимберлитового тела—группы тел (см. рис. 2, II, а).

При мощности перекрывающих терригенных отложений до 10 м и четвертичных отложений до 50 м минералы-индикаторы кимберлитов из ореолов рассеяния ближнего сноса прослеживаются по всей толще перекрывающих отложений, включая современный русловой аллювий. При большей мощности отложений попадание минералов-индикаторов кимберлитов ближнего сноса в современный русловой аллювий маловероятно (см. рис. 2, II, б).

3. Характеризуется наличием в разрезе над трубками древних терригенных и карбонатных, а также четвертичных ледниковых отложений. Карбонатные отложения мощностью 10—20 м, могут взламываться ледником, что делает возможным поступление минералов-индикаторов кимберлитов из ореолов ближнего сноса в современный аллювий (см. рис. 2, III). При мощности карбонатных пород 20 м поступление минералов-индикаторов кимберлитов в четвертичные отложения и современный аллювий маловероятно.

4. Характеризуется наличием в разрезе над трубками только древних карбонатных отложений мощностью 20 м, а также маломощных четвертичных отложений ледникового комплекса. Этот тип перекрытия, как правило, исключает поступление минералов-индикаторов кимберлитов в четвертичные отложения и русловой аллювий (см. рис. 2, IV).

Таким образом, наибольшая эффективность минералогического метода поисков для территории севера и северо-запада Восточно-Европейской платформы обеспечивается при мощности древних терригенных отложений до 10 м, ледниковых четвертичных отложений — до 50 м. При этом ореолы минералов-индикаторов кимберлитов ближнего сноса прослеживаются по всей их толще и отражаются в современном русловом аллювии.

По опыту работ, наиболее протяженные ореолы формируются по долинам стока талых ледниковых вод в грубообломочных флювиогляциальных образованиях. При опробовании подобных образований

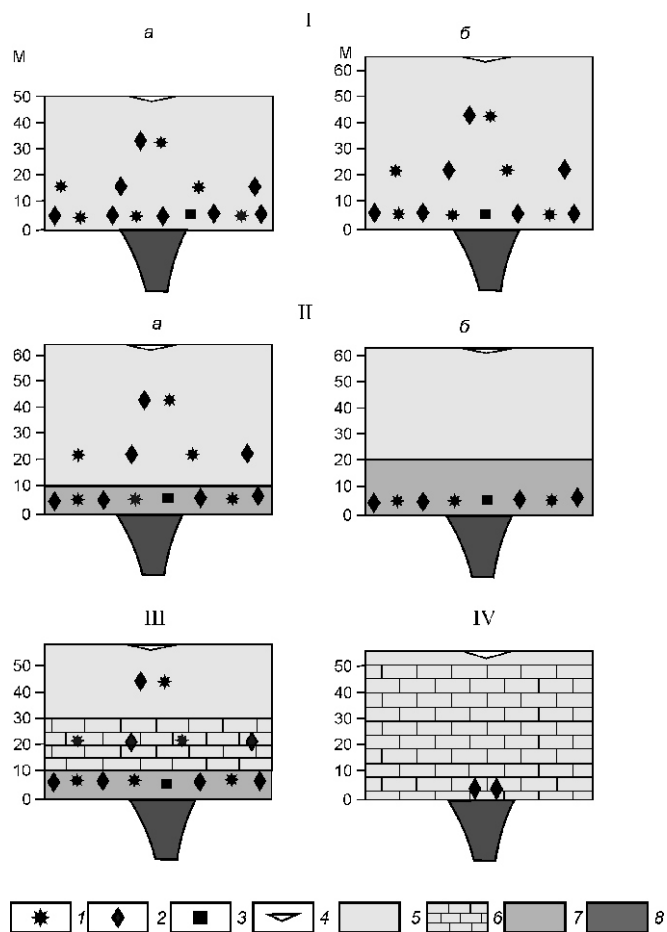


Рис. 2. Типовые поисковые модели Зимнебережного кимберлитового района:

минералы-индикаторы кимберлитов из ореолов ближнего сноса: 1 — пироп, 2 — хромшпинелид, 3 — хромдиопсид; перекрывающие отложения: 4 — современные аллювиальные (aIV), 5 — ледниковые и водно-ледниковые верхне-среднечетвертичного возраста (QII-III), 6 — карбонатные средне-верхнекаменноугольные отложения (C_{2-3}); 7 — терригенные среднекаменноугольные (C_{2ur}); 8 — кимберлитовые трубки (iD_3)

рекомендуется шаг опробования от 500 м до 2 км. В пределах развития конечно-моренных образований целесообразен отбор 1 пробы на 4 км². В пределах развития основных морен, шаг опробования по водотокам должен быть не более 500 м (см. табл. 2).

Опробование терригенных дочетвертичных толщ проводится или при буровой заверке перспективных аэромагнитных аномалий трубчатого типа, или при бурении картировочных скважин. Основной целью является обнаружение ореолов рассеяния минералов-индикаторов кимберлитов ближнего сноса. При бурении картировочных скважин расстояние между скважинами определяется фациальной принадлежностью опробуемых отложений и спецификой формирования в них ореолов рассеяния того или иного типа и по опыту работ составляет от 0,5 до 2 км.

В комплекс опробовательских работ, сопровождающих бурение, входит минералогическое опробование базальных горизонтов отложений промежуточных коллекторов, кор выветривания, а также всех слоев, представленных грубозернистыми разностями.

При правильной интерпретации результатов шлихо-минералогического опробования можно выделить из всей совокупности минералов-индикаторов щелочно-ультраосновного магматизма минералы-индикаторы алмазоносных кимберлитов ближнего сноса с характерными типоморфными признаками.

Минералы-индикаторы из кимберлитов, как правило, характеризуются округло-овальной формой зерен, наличием «первичной» коррозионно-гидротермальной поверхности, придающей им шелковистый суммарный отблеск, присутствием келифитовых кайм на отдельных зернах пиропов, а также карбонатных и лейкоксеновых «рубашек» на зернах хромдиопсида и пикроильменита. Для глубинных минералов кимберлитов характерна в целом повышенная дефектность, способствующая их раскалыванию и растрескиванию [1].

В *корах выветривания* минералы-индикаторы кимберлитов подвергаются гипергенной коррозии, проявляющейся наиболее сильно на зернах пиропов в виде характерных скульптур: сети трихитических пустот с тетрагональными устьями каналов травления (дислокационный тип), бугорчатого, каплевидного (кубоидный тип) рельефа. На зернах хромшпинелида и пикроильменита усиливается эффект суммарного отблеска. У хромшпинелида появляется буроватый налет на поверхностях, на сколах — красные внутренние рефлексы, нередко развивается трещиноватая внешняя кайма. Зерна хромдиопсида утрачивают прозрачность, становятся белесоватыми, интенсивно растрескиваются, поверхность приобретает характерный занозистый облик [1].

В ходе процессов седиментогенеза происходит сортировка минералов-индикаторов кимберлитов по плотности и гидравлической крупности, истирание, окатывание, дифференциация по степени механической устойчивости. Данные процессы различной степени интенсивности в зависимости от условий переноса приводят к постепенному разубоживанию кимберлитовой ассоциации.

Зерна минералов-индикаторов кимберлитов из ореолов ближнего сноса характеризуются слабым механическим износом (до 2 класса) и наличием на зернах пиропов *коррозионно-гидротермального* (гребенчато-волнистого, пирамидально-черепитчатого, шестоватого, тонкоматированного) рельефа поверхности, иногда с фрагментами келифитовых кайм, а также *гипергенного* (дислокационного, кубоидного, матированного), на зернах пикроильменита — лейкоксеновых «рубашек», хромдиопсида — карбонатных. При этом, на зернах хромшпинелида и пикроильменита отмечается эффект суммарного от-

блеска. Зерна хромдиопсида интенсивно растрескиваются, их поверхность приобретает характерный занозистый облик. В отложениях различных генетических типов минералы-индикаторы кимберлитов *из ореолов ближнего сноса* обладают рядом специфических признаков (рис. 3):

в элювиально-делювиальных — хорошая сохранность зерен и слабый механический износ (0—1 класс окатанности);

в ледниковых — неправильно угловатая форма, обширные сколовые поверхности и выбоины, наличие глубоких протяженных борозд и серповидных трещин, слабый механический износ (1—2 класс окатанности);

в аллювиальных — угловато-сглаженная форма с пологими V-образными выбоинками, реликты коррозионно-гидротермального рельефа поверхности, микросколы, борозды и царапины; слабый (до среднего) механический износ (до 2 класса окатанности);

в водно-ледниковых — сочетание признаков как ледниковой, так и аллювиальной обработки.

Зерна минералов-индикаторов кимберлитов из ореолов дальнего сноса характеризуются сильным механическим износом 3—4 класса, гипергенно-механогенным до 3 класса окатанности (с реликтами гипергенного рельефа) и механогенным 3—4 класса окатанности («леденцовым» или шероховатым) рельефом поверхности. В отложениях различных генетических типов (континентального *а*, переходного от континентального к морскому *б* и прибрежно-морского *в*) зерна минералов-индикаторов кимберлитов из ореолов дальнего сноса также обладают рядом характерных признаков (см. рис. 3):

1) в ледниковых — угловато-сглаженная форма, низкий рельеф механогенной и гипергенно-механогенной поверхности, сильный механический износ (3—4 класс окатанности): а) в аллювиальных — сглаженная форма, с пологими V-образными выбоинками, низкий рельеф механогенной и гипергенно-механогенной поверхности, микросколы, борозды и царапины; средний (до сильного) механический износ (3 класс окатанности); б) в водно-ледниковых — сочетание признаков как ледниковой, так и аллювиальной обработки; 2) в дельтовых — аналогичны признакам минералов-индикаторов кимберлитов из аллювиальных отложений; 3) прибрежно-морских — округлая и округло-овальная формы, однородная шероховатая механогенная поверхность, сильный механический износ (3—4 класс окатанности) [5, 6].

Особенности химического состава минералов-индикаторов кимберлитов позволяют судить об их генетической связи с алмазоносными или неалмазоносными кимберлитами. Так, например, разделение пиропов по соотношению Cr и Ca, хромшпинелидов — Cr, Al, Mg, Fe и Ti дает возможность выделять пиропы и хромшпинелиды алмазного парагенезиса [2, 11, 14].

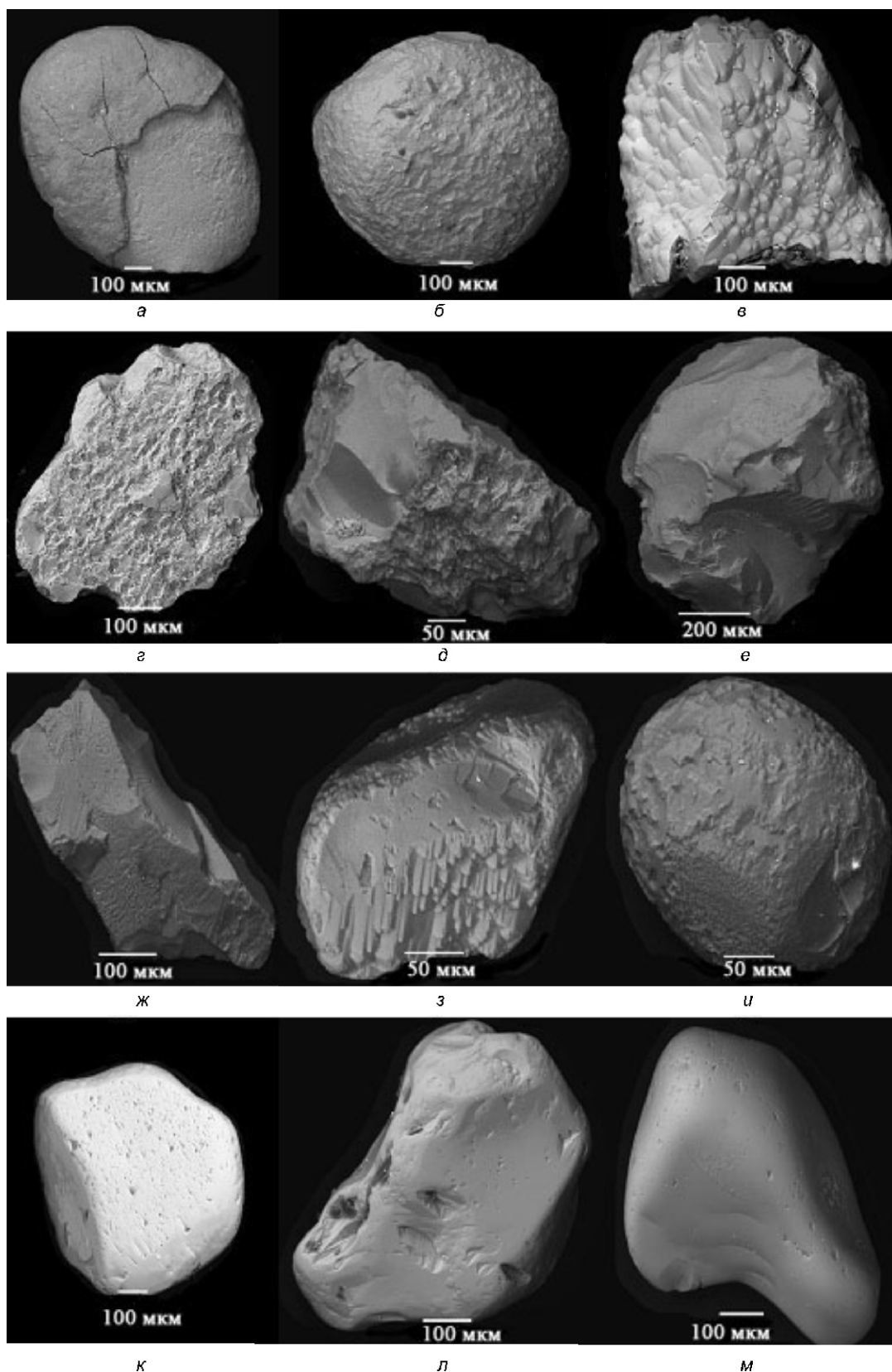


Рис. 3. Особенности микроповерхности зерен пиропса из ореолов рассеяния ближнего (а-и) и дальнего (к-м) сноса:

а-г — зерна из элювиально-делювиальных отложений с поверхностью коррозионно-гидротермального (*а-б*) и гипергенного (*в-г*) типа; *д-ж* — зерна из ледниковых и водно-ледниковых отложений с обширными ледниковыми сколами, высоким рельефом и реликтами коррозионно-гидротермальной поверхности; *з-и* — окатанные зерна (2 класс) из аллювиальных отложений с фрагментами поверхности коррозионно-гидротермального типа; *к-м* — окатанные зерна (3 класс) из ледниковых и аллювиальных отложений с гипергенно-механогенной (*к*) и механогенной (*л-м*) поверхностью

Интерпретация результатов минералогического анализа проводится с учетом конкретной геологической обстановки, литогенетических и литофациальных факторов осадкообразования. Необходимо учитывать нахождение минералов-индикаторов кимберлитов в различных частях (основание, кровля) осадочных толщ, состав тяжелой фракции шлиха (для определения степени влияния подстилающих отложений), петрографический состав обломков и степень их механической обработки (для ледниковых отложений), фациальную принадлежность осадков. Все эти факторы прямо или косвенно помогают оценить поисковую значимость обнаруженных минералов-индикаторов кимберлитов. При интерпретации минералогических данных целесообразно использовать уже имеющиеся электронные базы данных по типоморфным характеристикам таких минералов из известных алмазоносных пород изучаемой площади и примыкающих территорий.

На основе данных минералогических исследований с использованием комплекта карт (геологических, литолого-фациальных, генетических типов четвертичных отложений и др.), строится карта с ореолами рассеяния минералов-индикаторов кимберлитов с признаками ближнего и дальнего сноса, т.е. производится типизация и локализация ореолов рассеяния минералов-индикаторов и алмазов с целью крупномасштабного прогнозирования кустов тел и оценки их потенциальной алмазоносности.

По совокупности минералогических критериев прогноза выделяют локальные участки, перспективные на обнаружение первоисточников алмаза.

К перспективным участкам (площадям) *I очереди* относятся те, в пределах которых установлены и частично (или полностью) оконтурены ореолы ближнего сноса континентального типа с алмазами, пиропами и хромшпинелидами алмазной ассоциации в отложениях промежуточных коллекторов и аллювии водотоков. Перспективные участки (площади) *II очереди* в целом аналогичны участкам *I очереди*, но без находок алмазов. К перспективным участкам (площадям) *III очереди* относятся те, в пределах которых установлены ореолы ближнего сноса континентального и переходного типов, не содержащие кимберлитовых минералов алмазной ассоциации и без находок алмазов, но перспективные по другим косвенным критериям (геофизические, структурно-тектонические и др.).

Суммируя изложенное, можно констатировать, что при проведении шлихо-минералогических поисков в закрытых районах в условиях развития ледниковых отложений необходимо учитывать следующие основные факторы:

1. Минералы-индикаторы кимберлитов поступают в современный аллювий в основном за счет размыва ледниковых отложений, на отдельных участках возможен размыв дочетвертичных терригенных отложе-

ний, являющихся или первичными, или вторичными коллекторами алмазов и их минералов-индикаторов.

2. Современные водотоки, сформированные в послеледниковое время, как правило, наследуют древние долины, а также долины, заложенные в процессе дегляциации. Ореолы рассеяния в современном аллювии преимущественно незначительно выходят за пределы ореолов рассеяния в ледниковых отложениях.

3. В состав ледниковых отложений минералы-индикаторы кимберлитов поступают в основном за счет их захвата из дочетвертичных терригенных толщ. Прямая абразия ледником кимберлитовых трубок достаточно редка.

4. Выделение «местных» и «экзотических» минералов-индикаторов кимберлитов в шлихах возможно на основании анализа особенностей состава минералогических ассоциаций тяжелой фракции шлиховых проб, морфологии и характера микроповерхностей зерен, а также их химического состава.

5. Как правило, в пределах участков, где кимберлитовые трубки перекрыты карбонатными породами, в ледниковых отложениях кимберлитовый материал не диагностируется, однако в некоторых случаях при наличии эрозионных «окон» возможно выведение на поверхность материала терригенные толщ, содержащие минералы-индикаторы кимберлитов.

6. Ореолы рассеяния минералов-индикаторов кимберлитов ближнего сноса, связанные с кустами кимберлитовых трубок, могут быть диагностированы при опробовании толщ, непосредственно перекрывающих кимберлитовые трубки, в отдельных случаях и при опробовании современного аллювия.

7. Локализация отдельных кимберлитовых тел по ореолам рассеяния ближнего сноса шлихо-минералогическим методом возможна только при проведении опробования отложений первого промежуточного коллектора. При этом необходим анализ обстановок осадконакопления опробуемого коллектора. Так, например, в отложениях потоков, перегруженных обломочным материалом, с которыми обычно связаны ореолы рассеяния дальнего сноса, возможны находки единичных зерен минералов-индикаторов кимберлитов с характерными признаками ближнего сноса.

Изложенные материалы представляют собой суммирование многолетнего опыта проведения шлихо-минералогических поисков в пределах закрытых территорий Восточно-Европейской платформы. Его использование позволит существенно повысить эффективность выполнения этого вида работ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Афанасьев В.П., Зинчук Н.Н., Похиленко Н.П. Морфология и морфогенез индикаторных минералов кимберлитов. — Новосибирск, 2001.
2. Ваганов В.И. Алмазные месторождения России и мира. Перспективы алмазоносности европейской части России // Минеральные ресурсы России. 1997. № 4. С. 6—10.

3. Голубев Ю.К. Особенности проведения поисковых работ на алмазы в областях развития ледниковых отложений // Тр. ЦНИГРИ. 1987. Вып. 218. С. 66—67.
4. Голубев Ю.К. Особенности формирования ореолов рассеяния современного аллювия областей четвертичных покровных оледенений // Тр. ЦНИГРИ. 1991. Вып. 250. С. 72—82.
5. Голубев Ю.К., Дьячкова И.В., Шофман И.Л. Особенности транспортировки и обработки поверхностей спутников алмаза в водно-ледниковых потоках // Тр. ЦНИГРИ. 1991. Вып. 250. С. 98—109.
6. Голубев Ю.К., Щербакова Т.Е., Колесникова Т.И. Характерные особенности формирования ореолов рассеяния минералов-индикаторов кимберлитов в основных обстановках осадконакопления // Геология, закономерности размещения, методы прогнозирования и поисков месторождений алмазов. — Мирный. 1998. С. 323—325.
7. Захарченко О.Д., Махин А.И., Хачатрян Г.К. Атлас типоморфных свойств алмазов Восточно-Европейской платформы (месторождение им.М.В.Ломоносова). — М., 2002.
8. Комплексирование геологических работ по прогнозу и поискам кимберлитов в ледниковых районах (Временные методические рекомендации) / Ю.К.Голубев, И.Л.Шофман, В.И.Левин. — М., 1989.
9. Подчасов В.М., Минорин В.Е., Богатых И.Я. и др. Геология, прогнозирование, методика поисков, оценки и разведки месторождений алмазов. — Якутск, 2004.
10. Саблуков С.М., Саблукова Л.И., Шавырина М.В. Мантийные ксенолиты из кимберлитовых месторождений округлых алмазов Зимнебережного района Архангельской алмазоносной провинции // Петрология. 2000. Т. 8. № 5. С. 518—548.
11. Соболев Н.В. Глубинные включения в кимберлитах и проблема состава верхней мантии. — Новосибирск: Наука. 1974.
12. Щербакова Т.Е., Руцак В.С. Минералы-спутники алмаза из терригенных пород районов развития покровных оледенений // Тр. ЦНИГРИ. 1988. Вып. 229. С. 26—33.
13. Щербакова Т.Е. Типоморфные характеристики минералов кимберлитов в ореолах рассеяния и их использование при поисках месторождений алмазов Зимнего Берега. Автореф.дисс... канд. геол.-минер. наук. — М., 2005.
14. Fipke C.E. Significance of chromit, ilmenit, G5 Mg-almandine garnet, zircon and tourmaline in heavy mineral detection of diamond bearing lamproite // Diamonds: characterization, genesis and exploration: Fifth Int.Kimberlite Conf.Brasilia, CPRM. 1994. Vol. 2.
15. Mitchell R.H. Kimberlites: mineralogy, geochemistry and petrology. New York Plenum Press. 1986.

УДК 553.41: (553.41.3+551.76)

А.Г.Баранников, 2009

Мезозойские золотоносные россыпи Урала

А.Г.БАРАННИКОВ (Уральский государственный горный университет)

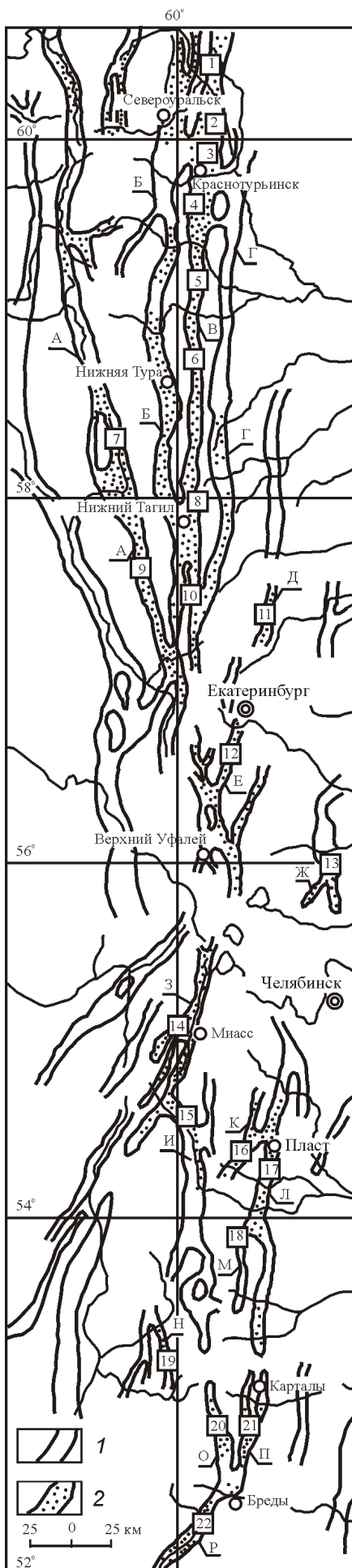
Россыпи золота мезозойского возраста — одна из достопримечательностей Уральской золотоносной провинции. Еще на ранних стадиях освоения россыпей (около 170 лет назад) они привлекали внимание исследователей, отмечавших своеобразие состава, строения, размещения этих месторождений и нередко свойственную им высокую продуктивность. Наиболее обстоятельные сведения по древним золотоплатиновым россыпям в разные годы отражены в публикациях Н.К.Высоцкого (1900, 1924), Е.С.Федорова и В.В.Никитина (1901), А.Н.Заварицкого (1926), А.А.Иванова (1934), а позднее в работах И.С.Рожкова (1938, 1945, 1954), И.В.Ленных (1928—1931), В.М.Сергиевского (1929), А.П.Сигова (1947, 1948, 1969) и многих других исследователей. Обобщающие сведения по дочетвертичным россыпям Урала приведены в многочисленных статьях, производственных отчетах, на картах, составленных под научным руководством А.П.Сигова большим коллективом Уральской геологосъемочной экспедиции (В.С.Шуб, Л.Е.Стороженко, И.З.Шуб, А.Г.Баранников, Л.А.Гузовский, В.М.Якушев и др.). Разведкой и геолого-промышленной оценкой древних золотоплатиновых россыпей занималась целая плеяда геологов-разведчиков: С.Г.Заводчиков, А.К.Семерун, В.Н.Хрыпов, М.М.Мироненко, Э.И.Мецнер, В.Е.Моцалов, Л.И.Сипливых и др.

Россыпи мезозойского возраста распространены в различных структурно-геоморфологических зонах Северного, Среднего и Южного Урала (рис. 1). Однако им свойственна весьма ограниченная сохранность от последующего размыва. Благодаря усилиям большого коллектива геологоразведочные работы, ориентированные на поиски и разведку погребенных золотоплатиновых россыпей, позволили в последние десятилетия выявить, разведать и передать в промышленное освоение более 60 россыпных месторождений. В результате балансовые запасы промышленных категорий возросли более чем в 2,5 раза, а уровень добычи металла в 1,5 раза [18].

Наиболее крупными и масштабными по запасам (до 3 т, редко 5 т и более) являются следующие россыпные узлы:

Северный Урал — россыпи Екатерининской площади (Семеновский и Алексеевский увалы, Казанский разрез, Глубокая), район Белужной россыпи (Мысовская, Никитинский лог, Иерусалимский и Колумбовский проносы), россыпи Чапинская, Масловская, Чернореченская, Ларьковская и др.

Средний Урал — россыпи: Невьянского района (Шуралинская, Березовое болото и др.), Висимской группы (лога Новый, Александровский, Журавлев, Кантуровский покос, Серебрянская россыпь); Синарской группы (у поселков Карино, Чекурова,



Усть-Кароболки); Мраморско-Кособродской полосы и др.

Южный Урал — россыпи: Кочкарской группы (Андрее-Юльевская, Еленинская, Каменно-Санарская); Зоинско-Ильинская, Черноборская, Александровская, Казанская, Бессоновская, Михайловская, Колчинская, Назаровская и др.

Большая часть упомянутых россыпей к настоящему времени переоценена (в 1960—1980-е годы) и даже полностью или частично отработана. Однако многие кардинальные вопросы, касающиеся формирования этих порой достаточно уникальных месторождений, характера их размещения, пространственно-генетической связи с коренными источниками, остаются во многом не раскрытыми. Это определяет актуальность затрагиваемых вопросов, поскольку характеризующиеся объектами нередко являются неотъемлемым звеном в едином эволюционном ряду: коренной источник—золотосодержащий мезозойский элювий—россыпи ближнего сноса мезозойского возраста—россыпи неоген-четвертичного возраста (возникшие часто за счет перемыва, трансформации более ранних золотосодержащих продуктов). Объективный анализ всех звеньев упомянутой рудно-россыпной системы важен не только для прогнозирования геологической позиции россыпных объектов, но и (а это в настоящее время выступает в качестве главной мотивации) для обоснованной оценки золотоносности длительно развивавшихся во времени рудно-россыпных узлов на эндогенное золотое орудене-

Рис. 1. Схема размещения россыпных узлов, содержащих золотоносные россыпи мезозойского возраста. На основе материалов А.П. Сигова, В.С. Шуба:

1 — основные россыпелокализирующие морфоструктуры — мезозойские эрозионно-структурные депрессии: А — Вишерско-Висимская, Б — Туринско-Богословская, В — Ивдельско-Тагильская; Г — Невьянско-Кантуровская, Д — Колташинская, Е — Мраморско-Кособродская, Ж — Синарская, З — Миасская; И — Сухтелинская, К — Кочкарская I, Л — Кочкарская II, М — Архангельская, Н — Родничковская, О — Бессоновская, П — Казанская, Р — Колчинская; 2 — зоны векового накопления россыпного металла в пределах мезозойских депрессий; россыпные узлы, включающие объекты мезозойского возраста (I_{2-3} , K_2): 1 — Екатерининский, 2 — Масловско-Чапинский, 3 — Чернореченско-Ларьковский, 4 — Богословско-Песчанский, 5 — Мысовской, 6 — Актай-Талицкий, 7 — Серебрянский, 8 — Кантуровский покос, 9 — Висимский, 10 — Невьянский, 11 — Аятский, 12 — Мраморско-Кособродский, 13 — Синарский, 14 — Атянский, 15 — Зоинско-Ильинский, 16 — Светлинский, 17 — Андрее-Юльевский, 18 — Черноборский, 19 — Александровский, 20 — Бессоновский, 21 — Казанский, 22 — Суондукский

ние (главным образом новых нетрадиционных типов).

Залегают мезозойские россыпи в сложных горно-технических условиях — часто на значительных глубинах (до 50 м), нередко в зонах развития древнего обводного карста. Отличаясь высоким уровнем глинистой фракции в золотоносных отложениях, породы большей частью труднопромывистые, что неизбежно ведет к большим потерям при их отработке. Золотоносные пласты (а их может быть в разрезе несколько) порой круто, а то и вертикально опускаются в достаточно узкие карстовые щели и провалы, образуя «косые пласты». Отмеченное затрудняет, а порой и делает невозможным их промышленное освоение с использованием традиционных технологических схем. На наклонно залегающие «косые пласты» впервые обратил внимание Н.К.Высоцкий (1900) при описании месторождений золота Кочкарской системы на Южном Урале [5]. Позднее их подробно охарактеризовал И.В.Ленных [7].

В современном рельефе золотоносные мезозойские образования занимают различную геоморфологическую позицию. На Северном и Среднем Урале мезозойские россыпи приурочены к различным элементам современного рельефа [10, 11]: 1) на водоразделах и возвышенностях пенеппенизированной местности — 66% от общего числа известных месторождений; 2) на склонах современных долин — 27%; 3) в контурах современных долин — 7%. На Южном Урале на территории Зауральяского пенеппена к первой группе следует отнести (по данным И.З.Шуба) уже 83% от числа учтенных мезозойских россыпей, а остальные по своему положению соответствуют объектам второй группы.

Пристальное внимание к проблеме промышленной переоценки древних (в первую очередь, мезозойских) россыпных месторождений на Урале было обращено в 40—50-е годы XIX в. в связи с высокой истощенностью промышленных объектов в пределах современной гидросети. Золотодобыча в регионе неуклонно падала. Именно в этот период в публикациях И.С.Рожкова особое внимание было уделено характеристике россыпей мезозойского возраста (юрская и меловая системы). Перспективы открытия новых россыпей на Урале он связывал с изучением древних речных долин.

Дальнейшее развитие такой подход получил в работах А.П.Сигова. В своей статье [12], он обосновал приуроченность древних золотых и платиновых россыпей к меридиональным эрозионно-структурным депрессиям мезозойского возраста, содержащим фрагменты древних аллювиальных отложений. Общая протяженность депрессий на Урале измеряется тысячами километров. Из содержания этой и последующих публикаций становилось очевидным, что перспективы Урала по россыпям благородных металлов еще достаточно велики. Подобный оптимисти-

ческий прогноз убедительно подтверждался в 1960—1970-е годы при составлении комплекса региональных карт по экзогенной металлогении Урала под руководством А.П.Сигова. Результаты этой работы отражены в ряде обобщающих публикаций [15, 16, 17, 18]. Полученные новые данные позволили существенно уточнить представления по ряду вопросов, касающихся геологического строения россыпей благородных металлов, раскрыть роль и значение ведущих геоморфологических факторов россыпеобразования.

Россыпеобразующие разновозрастные континентальные отложения литологически разнообразны. Некоторые из них близки по составу к продуктам химических кор выветривания сиаллитного типа (юрские и меловые образования, а также раннемиоценовые); другие, сформировавшиеся в эпохи преобладающего физического выветривания (плиоцен-четвертичные), характеризуются полимиктовым составом; третьи (отложения среднего—позднего миоцена), накопившиеся в обстановке семиаридного климата, имеют литологический состав, отвечающий обстановке осадконакопления в условиях размыва как химических, так и физических кор выветривания.

Наиболее древние и высокопродуктивные средне-позднеюрские отложения *лангурской свиты* ($I_{2-3}ln$). Они распространены большей частью на восточном склоне Северного, частично Среднего Урала. Все объекты укладываются в контуры мезозойских эрозионно-структурных депрессий. Предложено выделять в строении свиты ее нижнюю и верхнюю части (рис. 2). Основная часть россыпного металла связана с нижней частью разреза, представленного гравийно-галечными аллювиальными отложениями. Состав обломочного материала преимущественно кварцевый. Также присутствует галька и валуны алюмосиликатных пород разной степени окатанности, испытавших химическое выветривание уже в теле россыпи (месторождения Чапинское, Чернореченское, Серебрянское и др.). Пелитовая составляющая представлена преимущественно каолинитом, а также удлиненно-пластинчатой гидрослюдой. Встречаются чешуйки хлорита, в большом количестве присутствуют углефицированные остатки. В тяжелой фракции шлиха доминируют ильменит, гидроксиды железа; нередко стяжения и агрегаты аутигенного марказита, пирита. Породе свойствен «сероцветный» облик, где доминируют серовато-белые, желтовато-белые, зеленовато-серые тона, что следует рассматривать в качестве поискового признака этого золотоносного горизонта. Палеогеографический коэффициент, представляющий собой отношение суммы устойчивых к выветриванию минералов к сумме неустойчивых, изменяется, но в среднем (по данным большого числа изученных проб) составляет 13.

Сеноманские отложения *мысовской свиты* (K_2ms) «белоцветного» облика. Представлены светло-серы-

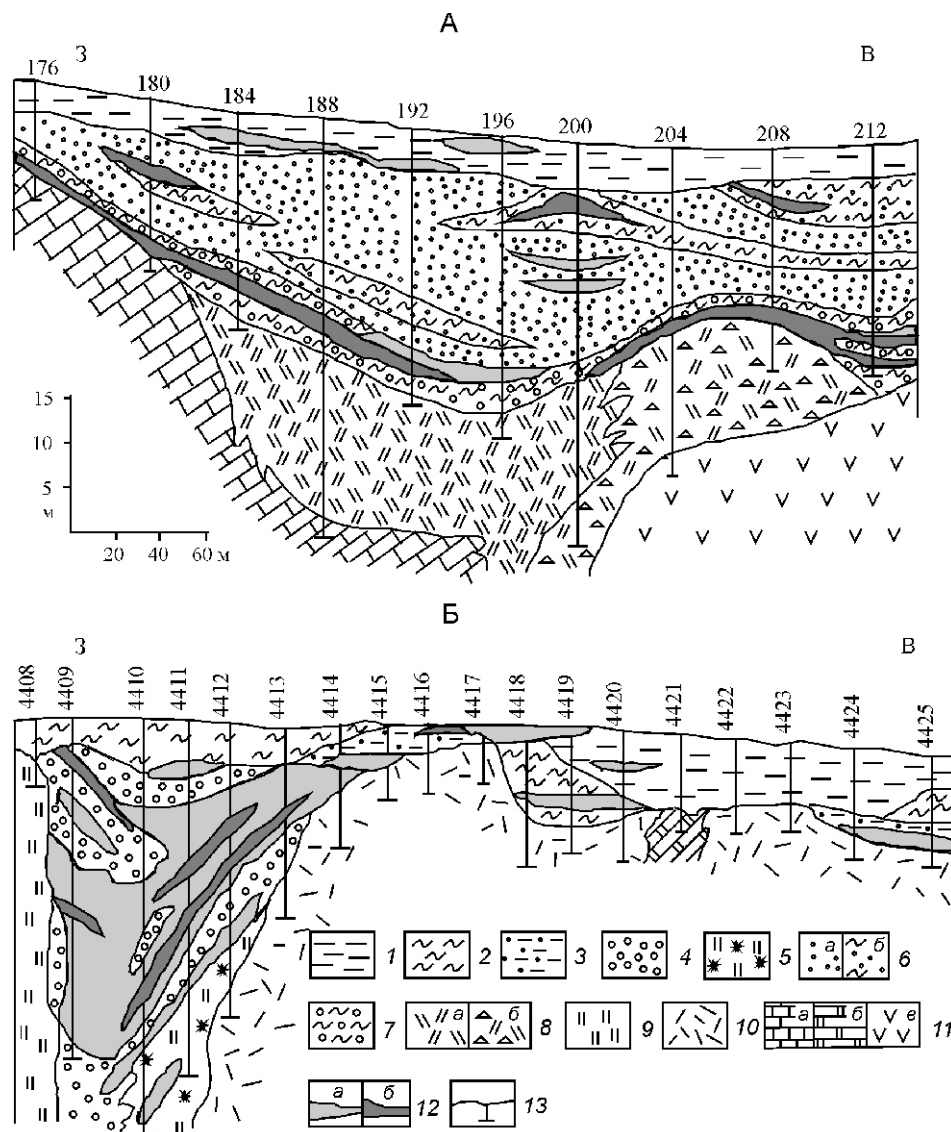


Рис. 2. Геологическое строение россыпей мезозойского возраста:

А — Екатерининская россыпь юрского возраста (лист 54, Северный Урал); Б — Колчинская россыпь мелового возраста (лист 44, Южный Урал); 1 — глины бурых, красновато-бурых тонов с горизонтами песка и галечника в основании (N_2-Q); 2 — глины пестроцветные с прослоями слабоокатанного галечника ($N_1^{2-3}sv$ — светлинская свита); 3 — глинистые разнотермические пески белого, желтовато-серого цвета с галькой кварцево-кремнистого состава ($N_1^{1-2}nv$ — наурзумская свита); 4 — глинисто-песчано-галечные отложения белых, желтовато-серых и розовых тонов с разноокатанной галькой кварца, окремнелого известняка (K_2ms — мысовская свита); 5 — слюдисто-кремнистые отложения с обломками окремнелого известняка, стяжениями бурого железняка (K_1 — «беликовая» толща); 6 — пески: а — существенно кварцевого состава светло-серого, зеленовато-серого и белого тонов, б — пески с глиной и прослоями лигнита (J_{2-3} — лангурская свита, верхний горизонт); 7 — песчано-глинисто-галечные отложения серых, зеленовато-серых тонов с галькой кварца, выветрелых алюмосиликатных пород (J_{2-3} — лангурская свита, нижний горизонт); 8 — перемещенные коры выветривания: а — существенно глинистого состава, б — со щебнем и глыбами местных выветрелых пород; 9 — маршаллиты по окремнелым известнякам; 10 — глинистые коры выветривания; 11 — породы плотика: а — известняки, б — окремнелые известняки, в — вулканогенные породы; 12 — интервалы разреза с повышенными концентрациями россыпного золота (в mg/m^3): а — 50—200, б — 200—500 и более; 13 — разведочные скважины

ми, белыми, иногда желтовато-розовыми породами — каолиновыми, гидрослюдисто-каолиновыми глинами, переслаивающимися с горизонтами песка и галечника существенно кварцевого, кремнисто-кварцевого состава. Все объекты локализованы в контурах

мезозойских эрозионно-структурных депрессий, преимущественно развиты на Среднем и Южном Урале. Мощность отложений изменяется в широких пределах, составляя в среднем 15 м, но существенно возрастает в зонах карстовых впадин, где и формиру-

ются «косые пласты». Генезис отложений — аллювиальный, озерно-аллювиальный. Глинистая составляющая имеет существенно каолинистый состав, хотя в том или ином количестве отмечаются обычно и гидрослюды. Крупнообломочный материал представлен кварцем, кремнем, кварцитами, яшмами. Галечные горизонты могут присутствовать в разрезе неоднократно, но в основном тяготеют к нижней части разреза, где и концентрируется основная масса золота. Шлиховой минеральный спектр более широкий и представлен почти исключительно устойчивыми к выветриванию минералами (ильменит, лейкоксен, ставролит, хромшпинелиды и др.). Рассчитанное среднее значение палеогеографического коэффициента превышает 60.

Еще один горизонт «белоцветных» золотоносных отложений отвечает аллювиальным, озерно-аллювиальным накоплениям ранне-среднемиоценового возраста, сопоставляемым с *наурзумской свитой* ($N_1^{1-2}nv$). Породы приурочены к сохранившимся фрагментам раннемиоценовой речной сети. Палеодолины во многих случаях наследовали контуры мезозойских эрозионно-структурных депрессий, перемыкая компоненты уже накопленных там продуктивных образований (золотоносные коры выветривания, древние россыпи). В ряде случаев долины покидали контуры депрессий и приобретали субширотную ориентировку в обстановке воздымающейся осевой части складчатого субстрата. Данные, полученные в последние годы (И.З.Шуб, А.П.Михайлов и др.), позволяют утверждать, что время заложения некоторых наиболее крупных речных систем на Среднем и Южном Урале (реки Пышма, Чусовая, Миасс, Уй, Камышлы-Аят и др.) произошло именно в раннем миоцене. Породы свиты представлены светло-серыми, иногда желтовато-белыми глинами существенно гидрослюдистого состава, а также кварцевыми, кварцево-кремнистыми песками и галечниками. Глины содержат гидрослюду с примесью каолинита, смешаннослойные минералы. Приведенные данные по минеральному составу свиты свидетельствуют о ее накоплении за счет размыва продуктов химических кор выветривания каолин-гидрослюдистого состава.

Карстовые беликовые отложения мезозоя широко распространены на Урале. Представлены рыхлой мучнистой массой, содержащей угловатые обломки кремнистых пород (обычно окремнелого известняка), кварца, яшм (белики). Породы лишены слоистости. Часто с карстовыми накоплениями пространственно и генетически связаны инфильтрационные образования бурого железняка (алапаевский тип). Нередко в разрезе отмечаются прослои кварцевого песка и галечников, а также каолиновых глин. Цементирующая масса представлена халцедоном, опалом, кварцем, окристаллизованным каолинитом, гидрослюдой. Россыпное золото встречается крайне редко (обычно в виде единичных знаков). Выход тя-

желой фракции крайне низкий. Минеральный спектр представлен большей частью аутигенными минералами (сидерит, марказит, гидрогётит) с примесью небольшого количества устойчивых компонентов (ильменит, рутил, циркон, хромшпинелиды). Белики практически лишены палеонтологических остатков и их стратиграфическое положение оценивается лишь на основе возраста перекрывающих толщ [17].

Породы *синарской свиты* (апт—альб, возможно верхи баррема) характеризуются развитием пестроцветных глин красных, пестрых и белых тонов преимущественного каолинового состава, а также аллитных глин, включающих бокситы. В низах толщи иногда залегает кварцевый песок и кварцево-кремнистый галечник. В ряде случаев толща может быть подразделена на пестроцветную (нижнюю) и бокситоносную (верхнюю) [13]. Промышленная россыпная золотоносность с этими породами не связана.

Завершая рассмотрение континентальных образований, выполняющих мезозойские депрессии, нельзя не остановиться на характеристике так называемых *перемещенных кор выветривания* (их иногда еще называют переотложенными), нередко отмечаемых в бортовых частях карстовых впадин. И.И.Гинзбург (1963) при изучении подобных образований отмечал их приуроченность к палеосклонам и подножиям. Само перемещение, по его мнению, обычно оказывается незначительным, не превышает первых сотен метров. По минеральному составу эти коры мало отличаются от остаточных. Местами в них сохраняются реликтовые текстуры и структура материнских пород. Перемещенные коры выветривания наблюдались автором в поисковых скважинах (при изучении золотоносных кор выветривания) в пределах восточного борта Прачесноковской мезозойской депрессии на Среднем Урале (восточный фланг Крылатовского рудного поля). Под горизонтом рыхлых отложений среднего плейстоцена и плиоцена развиты пластичные глины пестроцветной окраски фиолетово-красных, красновато-коричневых, желтовато-розовых и иных тонов, содержащие прослои, гнезда черных слюдисто-сажистых скоплений. Ниже развиты глинистые коры выветривания охристого цвета по рассланцованным породам с их сохранившимся текстурным рисунком. Изучение продуктов карстового заполнения позволило выделить в геологическом разрезе еще один тип пород — *преобразованные коры выветривания*, испытавшие наложение более поздних гидротермально-метасоматических процессов (аргиллизаций). С этим процессом в породах, вскрытых скв. 741, связана золотоносность (интервал 70—80 м; содержание Au колеблется от 0,2 до 3,8 г/т, в среднем составляя 1,27 г/т). Выделенное при промывке пород самородное золото относится к классу мелкого (0,075—0,200 мм, в среднем 0,10 мм). Оно лишено каких-нибудь признаков окатанности, обрабатанности. Ассоциирует с пиритом «свежего» обли-

ка (в т.ч. сложных кристалломорфных очертаний), «свежим» галенитом, карбонатами меди, баритом, мелкими прозрачными кристаллами кварца.

Детальное изучение стратиграфии и литологии рыхлых отложений мезозоя и кайнозоя позволило аргументированно подойти к рассмотрению проблемы возрастного расчленения рельефа Уральского региона, обосновать геоморфологическую позицию разновозрастных поверхностей выравнивания: средне-позднемезозойской (юрско-меловой), раннемиоценовой, позднемиоценовой и плиоцен-четвертичной. Обозначенные поверхности выравнивания отражают основные этапы континентального развития региона и отвечают главным эпохам экзогенной металлогении (в т.ч. эпохам россыпеобразования). На основе выполненных региональных палеогеоморфологических реконструкций, подкрепленных результатами последующего детального геолого-геоморфологического картирования отдельных рудно-россыпных районов и узлов (масштабы 1:100 000—1:50 000 и крупнее), выявлены и обоснованы основные закономерности образования и пространственного размещения россыпей благородных металлов (включая объекты мезозойского возраста), к числу которых следует отнести приведенные в работах [13, 14, 15, 16, 17, 18]:

1. Палеогеоморфологические реконструкции, отражающие историю формирования и преобразования рельефа, являются неотъемлемой частью прогнозно-поисковых работ на россыпи благородных металлов в пределах регионов с длительной историей континентального развития.

2. Пространственное размещение промышленных россыпей (в первую очередь мезозойского возраста) определяется наличием коренных источников, отвечающих рангу россыпеобразующих рудных формаций. В качестве ведущих на Урале выступают объекты золотосульфидно-кварцевой, золотокварцевой, золотокварц-сульфидной формаций. Их высокий россыпеобразующий потенциал обосновывается пространственной и структурно-геоморфологической совмещенностью рудных объектов и россыпей, широким распространением отмеченного оруденения, результатами изучения фазового состава золото-содержащих проб (отражающих высокий выход свободного золота в пробах). Существенно более низкий россыпеобразующий потенциал свойствен оруденению золотосульфидной, золотоизвестково-силикатной, золотоалюмосиликатной (скарновой), золото-барит-сульфидной (колчеданной), золотосодержащей медно-порфировой формациям. Эти объекты к тому же более локально распространены.

3. Отличительными чертами процессов россыпеобразования в условиях длительно формировавшегося зрелого (завершенного) юрско-мелового пенеплена являются: а) сопряженность во времени процессов химического выветривания рудовмещающих пород, коренных источников и эрозионно-аккумулятивной

деятельности рек, что обусловило возникновение промышленных россыпей даже за счет убогой россыпной золоторудной минерализации; б) кардинальное преобразование минерального состава в выветрелых комплексах рудовмещающих толщ, определившее литолого-минералогическое своеобразие формировавшихся золотосодержащих комплексов; в) существенные гипергенные изменения самородного золота; г) значительная роль древнего карста в локализации россыпей.

4. Россыпи золота Уральского региона отличаются по типам, характеру их пространственно-генетической связи с коренными источниками, зональности строения. По отношению к позиции коренных источников они могут быть подразделены на ряд групп: ближнего сноса, умеренного сноса, дальнего переноса и переотложения. Изученные автором публикации объекты мезозойского возраста соответствуют первой, частично второй группам.

5. Исследование эволюции россыпной золотоносности во времени и пространстве позволило обосновать соотношение в общем балансе металла разновозрастных металлоносных отложений для отдельных геоморфологических районов [18]. При этом за основу взята важная палеогеоморфологическая закономерность — неоднократная трансформация россыпей и заимствование металла молодыми россыпемещающими комплексами за счет размыва более древних. Степень размыва древних россыпей (мезозойские, раннемиоценовые) зависит от интенсивности и направленности как региональных, так и локальных тектонических движений, и особенно, проявлений неотектоники. При минерагеническом районировании Уральской россыпной провинции определились четыре россыпные области, для каждой из которых характерен свой возрастной комплекс россыпей благородных металлов.

Важнейшими морфоструктурами, контролирующими пространственное размещение россыпей золота на Урале, являются *мезозойские эрозионно-структурные депрессии*. Они отчетливо выражены в горных районах и слабо заметны или совсем не выделяются в рельефе зоны пенеплена. Лишь в отдельных случаях депрессии на всем протяжении вмещают долины современных рек. Однако чаще в их границы укладываются только отдельные отрезки речной сети. Некоторые депрессии вообще не имеют современных водотоков. Днища депрессий, перекрытые рыхлыми отложениями (порой значительной мощности), оказались на многих отрезках погребенными. На их изучение не было обращено внимание при проведении геологосъемочных и поисковых работ.

Происхождение депрессий связано с деятельностью речных систем в мезозое. Заложение некоторых эрозионно-структурных депрессий произошло еще в среднем—позднем триасе — на самых ранних стадиях формировавшегося пенеплена. Однако основная

разработка контуров депрессий произошла позднее — в юре и мелу (вплоть до сеномана) в обстановке интенсивной пенеппенизации региона. Значительное эрозионное снижение минерализованных пород при этом оказалось возможным лишь благодаря соизмеримости темпов химического выветривания и скорости денудации. Пространственное размещение мезозойских эрозионно-структурных депрессий предопределено совокупным влиянием литоморфных и структурно-тектонических факторов. Депрессии обычно наследуют линейные зоны глубинных разломов, смятия, коллизионных швов, межформационных несогласий, площади распространения пород, легко поддающихся размыву при разработке речных систем (сланцы различного состава, карстующиеся породы, зоны развития метасоматитов). Можно уверенно утверждать, что многие рассматриваемые депрессии на значительных отрезках наследуют *шовные зоны*, формирующиеся на стыках крупных мегаблоков земной коры [8]. Отмеченные зоны отличаются большой глубиной заложения, длительностью развития. В этих зонах линейной деструкции в условиях многократной смены режимов сжатия—растяжения могли многократно функционировать флюидо- и теплофлюидопроводники, проявить себя процессы дислокационного метаморфизма и магматизма. Здесь формировались фильтрующие колонны со сложным по физической природе режимом стягивания рассеянных газов и жидкостей в более или менее концентрированный поток «стволовой зоны» [9]. Именно в подобных условиях появляются предпосылки для образования крупномасштабных золоторудных объектов. Поэтому уместно отметить, что наиболее значимые открытия уральских геологов-разведчиков в последние десятилетия связаны с переоценкой перспектив уже известных рудно-россыпных узлов, было выявлено оруденение преимущественно новых и нетрадиционных для региона типов. В указанных морфоструктурах в пределах Ивдельско-Тагильской депрессии на Северном Урале открыто Воронцовское золоторудное месторождение, обоснованы перспективы золотоносности с оценкой прогнозных ресурсов на Чернореченском участке. На Среднем Урале — положительно оценены перспективы коренной золотоносности Хионинско-Елизаветинской площади (Вишеро-Висимская депрессия), на восточном фланге Крылатовского рудного поля (Прачесноковская депрессия), на Аятском золотосурьмяном месторождении (Колташинская депрессия). На Южном Урале разведано и отрабатывается в настоящее время Светлинское золоторудное месторождение (Кочкарская I депрессия); разведаны Кировское, Каменское и Южно-Каменское месторождения (Родничковская депрессия; Кировское месторождение уже отработано); оценены запасы и ресурсы в пределах Гогинско-Рамеевского рудного узла (Казанская депрессия) и др.

Принято рассматривать мезозойские эрозионно-структурные депрессии как древние речные системы, прослеживаемые порой на многие десятки и даже сотни километров [13, 14]. Например, протяженность Вишеро-Висимской и Ивдельско-Тагильской депрессий превышает 400 км, Туринско-Богословской 300 км, Невьянско-Кантуровской 200 км и др. Ширина депрессий колеблется от первых километров до 25 км (Уртазымская). В то же время накопленные фактические сведения не всегда позволяют уверенно параллелизовать между собой параметры древних аллювиальных россыпей различного возраста, сосредоточенных в депрессиях. Отсутствие в депрессиях единых протяженных речных потоков подтверждается, в частности, следующими данными: продольный профиль цоколя депрессий далеко не всегда соответствует классическому для речных долин (даже принимая во внимание возможное проявление неотектоники блокового характера); водораздельные линии для протяженных мезозойских депрессий порой невозможно провести сколько-нибудь обоснованно; в строении большинства древних россыпей преобладает обломочный материал ближнего сноса (при отсутствии дальнепринесенного), а характер шлихо-минералогических ассоциаций и состав самородного золота четко соответствует комплексам местных пород и коренных источников. Все сказанное позволяет рассматривать мезозойские эрозионно-структурные депрессии не в ранге единых древних палеопотоков, а как *региональные морфоструктуры*, имеющие важное рудоконтролирующее значение [3]. Именно в их пределах функционировали речные системы на Урале в основные эпохи россыпеобразования (J_{2-3} , K_2 , N_1^{1-2} , N_1^{2-3} , N_2-Q). Подобный подход не только объясняет роль мезозойских депрессий как зон «векового накопления» россыпного металла, но и позволяет по-новому подходить к оценке их минерагенического потенциала на эндогенное золотое оруденение в связи с гидротермальными процессами постколлизионной (мезозойской) активизации. Примеры, подтверждающие сопряженность в пространстве и во времени эндогенных и экзогенных рудообразующих процессов в пределах депрессий, многочисленны [6].

В настоящее время абсолютно преобладает точка зрения, постулирующая высокую тектоническую стабильность региона в среднем—позднем мезозое, что и является обязательным условием процессов масштабной пенеппенизации. Считается, что в этих условиях промышленные россыпи формировались в депрессиях за счет поступления уже освободившегося от сростков свободного металла из коренных источников, располагавшихся преимущественно в бортовых частях палеодолин и на прилегающих площадях. Предлагаемая автором публикации модель мезозойского россыпеобразования опирается уже на иную концепцию, признающую значительную текто-

ническую активность региона в обстановке неоднократной смены напряжений сжатия—растяжения не только в раннем, но и среднем—позднем мезозое. Отмеченные дислокации могли проявить себя в отдельных зонах в виде пологих надвиговых структур. Еще в 60-е годы XX в. о наличии подобных структур на Урале писал Н.И.Архангельский. Об этом же упоминает А.Т.Расулов (1982), зафиксировав их в виде пологих дислокаций в бортах раннемезозойских угленосных депрессий. Указанные дислокации могли проявить себя и в бортовых частях уже заложившихся мезозойских эрозионно-структурных депрессий, несущих на отдельных участках золоторудную минерализацию, отвечающую рангу россыпеобразующих рудных формаций. При этом фронтальные части золотосодержащих пород в пределах сдвига-надвиговых дислокаций оказались перемещенными в центральные части депрессий (в виде пластин, отдельных раздробленных блоков) с последующим обрушением на днище (цоколь) полеодолин, где нередко широко распространены карстующиеся породы. Последующие процессы масштабного химического выветривания и эрозионной «переработки» скопившихся в депрессиях крупных аллохтонных блоков речными потоками могли привести к формированию масштабных россыпей. Возникшие россыпи при наложении депрессий более поздними речными системами (ранний миоцен) и разветвленной речной и ложковой сетью (поздний миоцен, плиоцен—четвертичное время) испытывали неоднократную трансформацию, перемыв.

Предлагаемая геолого-генетическая модель (рис. 3), опирающаяся на палеотектонические и палеогеоморфологические реконструкции, позволяет объяснить формирование многих протяженных и высокопродуктивных россыпей золота в пределах мезозойских эрозионно-структурных депрессий на Урале [4]. Выполненные построения позволяют интерпретировать ряд трудно объяснимых наблюдаемых геологических ситуаций, проявленных на уровне современного эрозионного среза. Например: наличие богатых россыпей при отсутствии в ближайшем окружении россыпеобразующих коренных источников (россыпи Екатерининской площади, Чапинская, Серебрянская и др.); присутствие в толще древнего аллювия крупных валунов алюмосиликатных пород, не окатанных, но нацело «глинизированных» (россыпь Чапинская, Серебрянская и др.). Работоспособность предлагаемой модели доказана документированными поисковыми и разведочными пересечениями в ряде изученных рудно-россыпных узлов. Приведем некоторые примеры.

На Северном Урале в зоне влияния регионального Серовско-Маукского глубинного разлома на северном фланге Краснотурьинской рудной зоны закартирован в виде нескольких чешуй в восточном борту богатой Чернореченской россыпи крупный сдвиг-надавиг. По нему пластины вулканогенных пород ба-

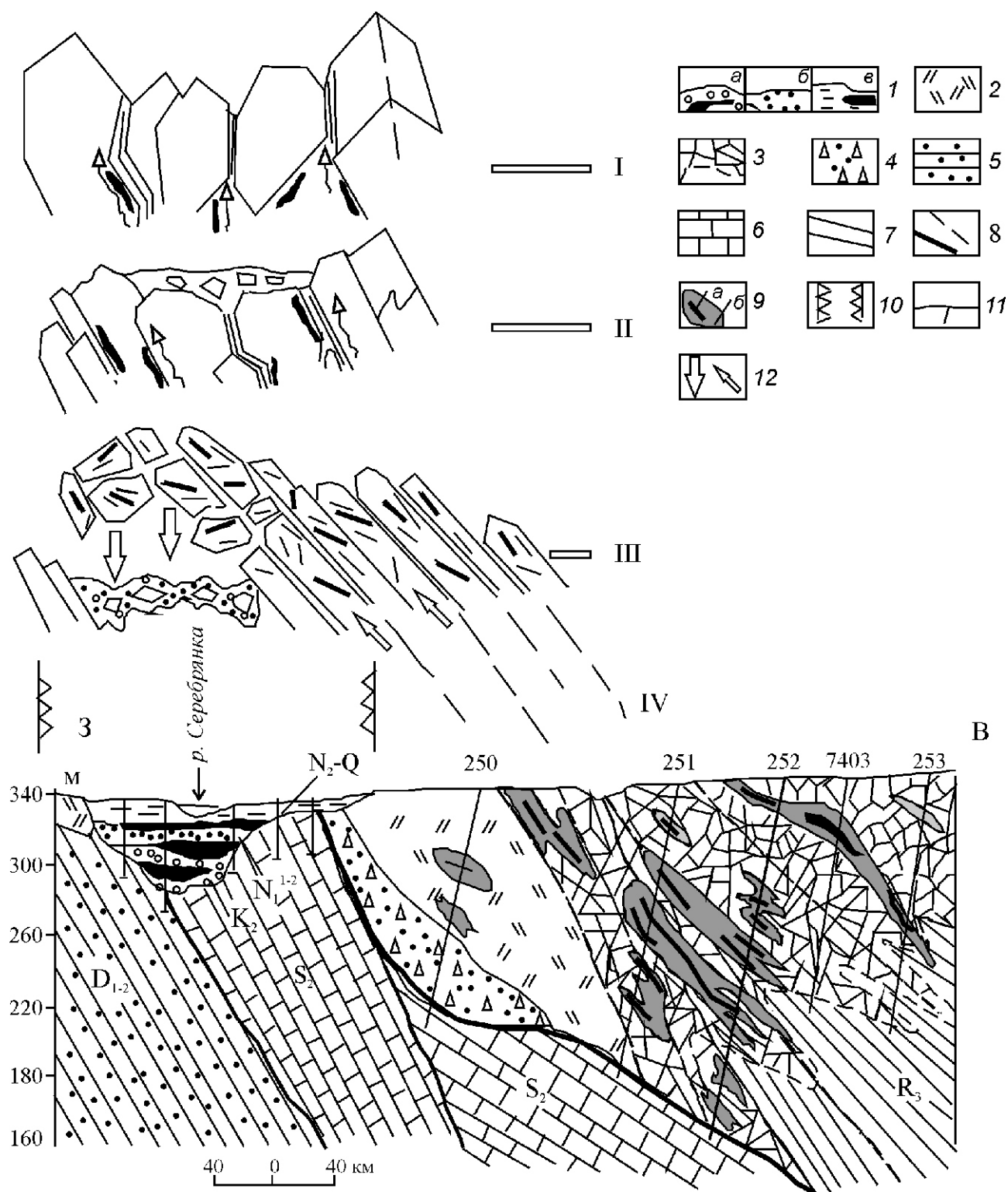
зальт-трахиандезитовой формации (D_1), несущие золотосульфидно-кварцевое оруденение, полого надвинуты с востока на запад в пределы контура депрессии. Именно за счет эрозионной переработки скопившегося в депрессии золотосодержащего материала скорее всего и была сформирована Чернореченская россыпь юрского возраста ($J_{2-3}ln$). На последующем этапе тектонической активности (поздний мел) в зоне надвига (аллохтон и верхняя часть автохтона) проявило себя наложенное оруденение золото-аргиллизитовой формации. Д.А.Костромин в пределах рудоносной зоны выделил ряд типоморфных минеральных ассоциаций таких метасоматитов: в стадию кислотного выщелачивания — серицит—хлорит, гидрослюда, смектит, хлорит—монтмориллонит; в позднещелочную стадию (сопряженное рудоотложение) — анкерит—сидерит, хлорит—пеннин, пирит (мелких сложных форм), бипирамидальный кварц, тонкое высокопробное (930—950‰) золото. Среди прочих сульфидов отмечены теллуриды, халькопирит, галенит, сфалерит, марказит. Самородное золото, накопившееся в древней россыпи, существенно отличается от «молодого» металла минерализованной зоны.

Во многом близкий механизм формирования на основе предлагаемой геолого-генетической модели наблюдаем на одном из богатейших месторождений золота Среднего Урала — Серебрянской россыпи мезозойского возраста. Месторождение сформировано за счет оруденения золотосульфидно-кварцевой формации, развитого в восточном борту Вишеро-Висимской эрозионно-структурной депрессии в вулканогенно-терригенных породах позднего рифея. Фронтальные минерализованные блоки указанных пород испытали в раннем мезозое в обстановке смены напряжений сжатия—растяжения перемещение в западном направлении по пологому Тылайско-Промысловскому надвигу, оказавшись в зоне распространения закарстованных карбонатных пород в пределах уже заложившейся мезозойской депрессии. Позднее (в юрско-меловое время) минерализованные породы испытали наложение процессов химического выветривания с последующей неоднократной эрозионной переработкой обломочного материала. В результате сформировались россыпи широкого возрастного диапазона — верхнемеловые, раннемиоценовые, плиоцен—четвертичные (см. рис. 3). В автохтонной части блока эродированных позднерифейских комплексов выявлены золотосодержащие метасоматиты двух формаций — березит-лиственитовой (россыпеобразующей) и аргиллизитовой. Метасоматиты аргиллизитовой формации имеют мезозойский возраст. Нижняя возрастная их граница определяется наложением на метасоматиты березит-лиственитового состава ($PZ_3—MZ_1$), а верхняя — устанавливается на основе пространственно-временных соотношений с химическими корами выветривания (юрско-мело-

вой возраст). В продуктах аргиллизации отмечены минеральные парагенезисы, отвечающие двум стадиям гидротермального процесса: кислотного выщелачивания — смектит-гидролюдистая ассоциация, представленная микрочешуйчатым агрегативным серицитом, хлоритом (клинохлором), микрочешуйчатой гидролюдой (иллитом) и смектитом ряда монтмориллонит—хлорит; сопряженного осаднения — прожилково-вкрапленная минерализация, содержащая тонкозернистый пирит (как неправильных, так и кристалломорфных очертаний), самородную медь и

свободное золото (мелкое и весьма мелкое без признаков каких-нибудь гипергенных изменений).

Предлагаемая геолого-генетическая модель формирования древних (мезозойских) россыпей в пределах эрозионно-структурных депрессий применима (имеет доказательные материалы) и для ряда других высокопродуктивных рудно-россыпных узлов. К ним относятся: на Северном Урале — россыпи Семеновский и Алексеевский увалы, Лангурская, Белужная, Чапинская и др.; на Среднем Урале — россыпи Висимской группы (лога Новый, Александровский),



Кантуровский покос; россыпи Мраморско-Кособродской группы; на Южном Урале — россыпи Кочкарской группы (Андрее-Юльевская, Еленинская, Каменно-Санарская), Казанская, Бессоновская, Колчинская, Назаровская и др.

Существенно иным представляется механизм накопления свободного золота в зоне элювия на водораздельных участках пенепленизированного рельефа (в пределах денудационных поверхностей выравнивания мезозойского возраста). Описываемая модель, получившая название *суффозионно-гравитационной*, апробирована на ряде рудно-россыпных узлов Среднего Урала [1, 2]. Механизм накопления свободного золота в верхних горизонтах химических кор выветривания проявлен в том, что при формировании пенеплена на участках развития коренных источников (россыпеобразующего типа) имеет место эффект проецирования высвободившихся от сростков золотых частиц с повышенной гидравлической крупностью. При плоскостном вымывании глинистых частиц (суффозии) из зоны элювия в условиях слабо пересеченного рельефа появляется возможность просадки металла, его проецирования. В результате длительного процесса денудационного снижения оруденелых пород свободное самородное золото оказывается «приведенным» к одному гипсометрическому уровню. При этом формируются залежи плащеобразной формы в верхних горизонтах кор выветривания (часто содержащие крупные выделения самородного золота и самородки), названных старателями «верховики» (рис. 4). В результате просадки золотины приобретают признаки «оплавленности», псевдоокатанности. Для них характерны и иные мор-

фологические особенности (расклеп и загиб остроугольных выступов, формирование своеобразного тонкошагрененого рельефа и др.). Наряду с иными схемами накопления золота в химических корах выветривания Урала: гипергенно-преобразованного остаточной природы; вторичного в зоне окисления рудных объектов; связанным с более поздними наложенными гидротермальными процессами в мезозое; раннемезозойские латеритных кор выветривания, характеризующий тип концентрации металла в зоне древнего элювия отличается своеобразной формой залежей, повышенной крупностью металла и может рассматриваться как самостоятельная геолого-технологическая разновидность золотосодержащих пород. Все это необходимо учитывать как при оконтуривании залежей в корах выветривания при их разведке, так и при промышленном освоении этих объектов, когда существует возможность использования традиционных гравитационных схем обогащения таких металлоносных пород.

Из материалов статьи можно сделать следующие выводы:

1. Россыпи мезозойского возраста благородных металлов — одна из достопримечательностей Уральской золотоносной провинции, являющиеся высокопродуктивным типом месторождений на Урале.

2. На основе многолетних исследований уточнены возрастные этапы формирования промышленных россыпей на Урале, охарактеризован их литолого-минералогический состав, разобраны ведущие факторы неоднократно-проявленных процессов россыпеобразования, проведено районирование Уральской россыпной провинции. Убедительно доказана

Рис. 3. Модель накопления россыпного золота в пределах мезозойских эрозионно-структурных депрессий. Е-Хиннинский рудно-россыпной узел. Составлена с использованием материалов К.П. Савельевой:

1 — рыхлые отложения с россыпями золота возрастов: а — мелового (K_2 , мысовская свита), б — раннемиоценового (N_2^1-2 , наурзумская свита), в — плиоцен-четвертичного (N_2^3-Q); 2 — охристо-глинистые продукты линейной коры выветривания (el/MZ); 3 — щебнисто-глинистые, дресвяно-щебнистые продукты коры выветривания (el/MZ); их подошва; 4 — перемещенные коры выветривания (eld/MZ); 5 — терригенно-карбонатная толща — доломиты, сланцы, известняки (D_{1-2}); 6 — мраморизованные известняки (S_2 , язвинская свита); 7 — углеродсодержащие апотерригенные сланцы (R_3 , колпаковская свита); 8 — тектонические нарушения различных порядков; 9 — рудоносные зоны (содержание Au 0,2 г/т); а — рудные тела, б — обрамляющие их метасоматиты березитовой и аргиллизитовой формаций; 10 — контуры палеодолины мезозойского возраста; 11 — скважины поискового бурения; 12 — направления перемещения и обрушения блоков минерализованных пород; этапы заложения и развития мезозойских эрозионно-структурных депрессий (палеоуровни, их возрастные интервалы): I (PZ_3-MZ_1) — активизация тектонических подвижек в пределах сформированных шовных зон, сопровождающаяся флюидной активностью и минералого-петрографическими изменениями пород (метасоматиты березит-лиственитовой формации); II ($T_{2-3}-I_1$) — заложение мезозойских эрозионно-структурных депрессий в пределах «структурно-подготовленных» зон; начало эрозионно-аккумулятивной деятельности речных систем; рудно-метасоматические изменения пород (золотоаргиллизитовая, золотоджаспероидная формации); III ($J_{2-3}-K_2$) — формирование покровно-надвиговых (сдвиг-надвиговых) структур; проявление (в отдельных случаях) золотоаргиллизитовой минерализации; перемещение блоков минерализованных пород в «базисные» зоны (MZ депрессии), их обрушение на закарстованный цоколь палеодолины, масштабное гипергенное преобразование пород с их последующей переработкой речными потоками и образованием россыпей; формирование глубокого заполненного карста; VI уровень (N_2^1-2-Q) — неоднократная трансформация россыпей (в раннем и позднем миоцене, плиоцен-четвертичное время)

важнейшая роль мезозойских эрозионно-структурных депрессий как зон «векового накопления» металла.

3. На базе выполненных палеотектонических и палеогеоморфологических реконструкций предложены модели накопления свободного золота в аллювиальных россыпях юрско-мелового возраста и глинистых корках выветривания (в зоне мезозойского элювия).

4. Признание фактов функционирования флюидно-рудноносных систем в раннем, частично среднем и позднем мезозое на Урале позволяет по-новому подходить к переоценке перспектив золотоносности многих уже известных рудоносных районов, обратив при этом внимание на новые и нетрадиционные типы (золотоаргиллизитовой и золотоджаспероидной формаций, золотоносные коры выветривания). Основными объектами прогнозно-поисковой оценки должны стать днища и прилегающие бортовые части мезозойских эрозионно-структурных депрессий, на значительных отрезках погребенные под чехлом рыхлых отложений и поэтому выпавшие из поля зрения геологов-поисковиков.

5. Металлоносные комплексы пород в зонах глубокого карста нередко характеризуются мелким и тонким золотом. Они могут представлять практический интерес при использовании центробежных сепараторов, винтовых шлюзов, позволяющих извлекать мелкие и тонкие ценные минералы, а также как потенциальные объекты для подземного выщелачивания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баранников А.Г., Букрин Г.А., Кузнецов В.Н. и др. Модель концентрации свободного золота в мезозойском элювии // Геология рудных месторождений. 1992. № 3. С. 99—104.
2. Баранников А.Г. О дифференциации свободного золота при его накоплении в мезозойском элювии // Седиментогенез и литогенез осадочных образований: Тезисы докладов Уральского литологического совещания. —Екатеринбург, 1996. С. 131—133.
3. Баранников А.Г., Шуб И.З. Вклад И.С.Рожкова в изучение геологии уральских золотоплатиновых россыпей // Руды и металлы. 1999. С. 12—14.
4. Баранников А. Г. Золотоносность Гогинского рудно-россыпного района (Южный Урал). —Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2006.
5. Высоцкий Н. К. Месторождения золота Кочкарской системы в Южном Урале: Труды геолкома. Т. XIII. —С-Пб, 1900. № 3.
6. Грязнов О.Н., Баранников А.Г., Савельева К.П. Нетрадиционные типы золото-аргиллизитового оруденения в мезозойских структурах Урала // Изв. Уральского гос. Горн. ун-та. —Екатеринбург, 2007. Вып. 22. С. 41—53.
7. Ленных И.В. Геоморфология и мезо-кайнозойские отложения бассейна р. Уй на Южном Урале // Мат-лы по геологии Урала. Вып. 1 / Под ред. Я.С.Эдельштейна, И.П.Герасимова —М.: Госгеолтехиздат, 1948. С. 126—156.
8. Огородников В.Н., Сазонов В.Н., Поленов Ю.А. Минерация шовных зон Урала. Часть I. Кочкарский рудный район (Южный Урал): научное издание. —Екатеринбург: УГГГА, 2004.
9. Поспелов Г.Л. Геологические предпосылки к физике рудоконтролирующих флюидопроводников // Геология и физика. 1963. № 3. С. 18—38.
10. Рожков И.С. Мезозойские россыпи Среднего и Северного Урала. —М.: Metallurgizdat, 1945.
11. Рожков И.С. Геология золотых и платиновых россыпей Северного и Среднего Урала и закономерности их развития. —М.: Госгеолтехиздат, 1954.
12. Сигов А.П. Значение геоморфологии при поисках золотоплатиновых россыпей // Советская геология. 1948. № 3. С. 105—110.
13. Сигов А.П. Металлогения мезозоя и кайнозоя Урала. —М.: Недра, 1969.
14. Сигов А.П. Геолого-геоморфологические критерии прогнозирования россыпных и рудных месторождений золота Урала. Методические рекомендации. —Свердловск, 1987.
15. Сигов А.П., Гузовский Л.А., Сигов В.А. и др. Комплекс геоморфологических карт и карт механических ореолов рассеяния // Мат-лы по геологии и полезным ископаемым Урала. Вып. 12. —М.: Недра, 1967. С. 124—144.
16. Сигов А.П., Шуб В.С., Гузовский Л.А. и др. Комплексное геолого-геоморфологическое картирование Урала с целью поисков гипергенных полезных ископаемых. —Саратов, 1968.
17. Шуб В.С., Баранников А.Г., Шуб И.З. и др. Золото Урала. Россыпные месторождения. —Екатеринбург: УИФ Наука, 1993.
18. Шуб В.С., Баранников А.Г., Хрытов В.Н. и др. Россыпные месторождения золота Урала // Горный журнал. Уральское горное обозрение. 1994. № 6. С. 27—50.

Геолого-формационные основы прогноза россыпей золота

М.М.КОНСТАНТИНОВ (ФГУП ЦНИГРИ)

Гравитационные процессы, ведущие к накоплению золота, детально рассмотрены в классическом труде Ю.А.Билибина [1]. Дальнейшее развитие его идей большим коллективом исследователей, которые могли опираться на ценный фактический материал, полученный при 50-летней интенсивной обработке россыпей золота в России, позволил создать геолого-промышленную группировку россыпей, базирующуюся на генетической основе-генезисе тех рыхлых отложений, в которых данные россыпи формируются [6]. Это содержательная, детально разработанная систематика. Однако ее слабая сторона заключается в отсутствии какой-либо геологической основы.

В отношении источника золота в россыпях Ю.А.Билибин подчеркивал разнообразие их морфологических типов. Интересно, что В.А.Обручев, посетивший в начале XX в. Ленский золотоносный район, высказал предположение, что основным источником золота служат не крупные золотокварцевые жилы, а широко рассеянные по площади маломощные золотоносные кварцевые жилы и прожилки.

И.Б.Флёрв (1981) рассмотрел источники золота в россыпях на рудно-формационной основе. Он отметил, что оруденение золотокварцевой формации является источником подавляющего большинства россыпей золота и встречается практически во всех золотоносных районах мира. Им также охарактеризованы золотосульфидно-кварцевая, золотосульфидная и золотосеребряная формации.

Р.Бойл [10] назвал следующие источники россыпей золота: 1) группа эпигенетических месторождений золота, включающая золотоносные кварцевые жилы и другие группы золотосодержащих месторождений; 2) зоны золотоносной сульфидной вкрапленности и прожилков, медно-порфировые месторождения и др.; 3) золотоносные полиметаллические месторождения; 4) слабозолотоносные кварцевые прожилки, гнезда и жилы в сланцах, гипсах и других породах; 5) различные слабозолотоносные минералы как пирит и некоторые сульфиды в графических сланцах и других породах; 6) слабозолотоносные конгломераты, кварциты.

При региональном и среднемасштабном прогнозировании за основную геологическую единицу, определяющую россыпную золотоносность региона, может быть принята геологическая формация (или формационный комплекс), заключающая в определенных случаях предположительно один или группу источников, названных Р.Бойлем и зафиксированных при более детальных исследованиях.

Разработанное в России учение о геологических формациях, у истоков которого стояли Н.С.Шатский

и Н.П.Херасков, может оказаться эффективным при прогнозе россыпной золотоносности, обоснование чего автор приведет ниже на ряде примеров.

Архейско-раннепротерозойский потенциально золотоносный комплекс сложен гнейсосланцевыми образованиями. Так, на территории западной Аляски в пределах п-ва Севаро россыпи золота сконцентрированы в гнейсосланцевом комплексе, который по Г.Эберлейту и М.Ланферу [9] представляет собой гнейсовый купол (рис. 1). Комплекс представлен кристаллическими сланцами, кварцитами с пропластками мраморов, а также апогранитными ортогнейсами.

В пределах канадской части Аляски на площади уникальной россыпной золотоносной провинции со столицей в г.Дэуэсон, золотоносные районы, как это подметил Р.Бойл [10], локализованы в пределах развития протерозойского сланцевого комплекса и отсутствуют севернее, где развиты зеленокаменные толщи. Дж.Кнайт с соавторами [11], отмечают, что в пределах этой провинции встречаются ареалы развития низкопробного золота. Причины этого остаются невыясненными.

Источником золота в россыпях являются, вероятнее всего, пакеты кварцитов в сланцах, достигающие 20—30% объема всего разреза. Вместе с тем, расположенный на юге Аляски пояс золотокварцевых месторождений Аляска-Джуно, локализованный в толще аспидных сланцев юрского возраста, россыпями золота не сопровождается. Подобная тенденция, когда отсутствуют россыпи золота в породах аспидной формации, проявляется и на других территориях, что будет очевидно при их дальнейшем рассмотрении.

Пояс россыпей золота Енисейского края (рис. 2) тяготеет к нижнепротерозойским кристаллическим сланцам, слагающим антиклинорное поднятие [2].

Раннепротерозойская толща, заключающая россыпи золота, сложена мигматизированными в разной степени биотитовыми, биотит-гранатовыми, двуслюдяными, силлиманитовыми, амфиболовыми, биотит-амфиболовыми, кварцитовидными и двуполевошпатовыми гнейсами и сланцами, среди которых встречаются прослои и линзы мраморов (преимущественно в низах разреза), а также кварциты, тела амфиболитов. В целом эта толща очень сходна с аналогичной на Аляске.

Другая часть россыпного пояса тяготеет к позднепротерозойской — раннекембрийской толще, относимой Г.В.Ручкиным и В.Д.Конкиным [7] к молассоидам, которые представлены чередованием глинистых сланцев, песчаников, кварцитов, известняков, доломитов и, скорее всего, относятся к образованиям прибрежно-шельфовой зоны, возможно, включая форма-

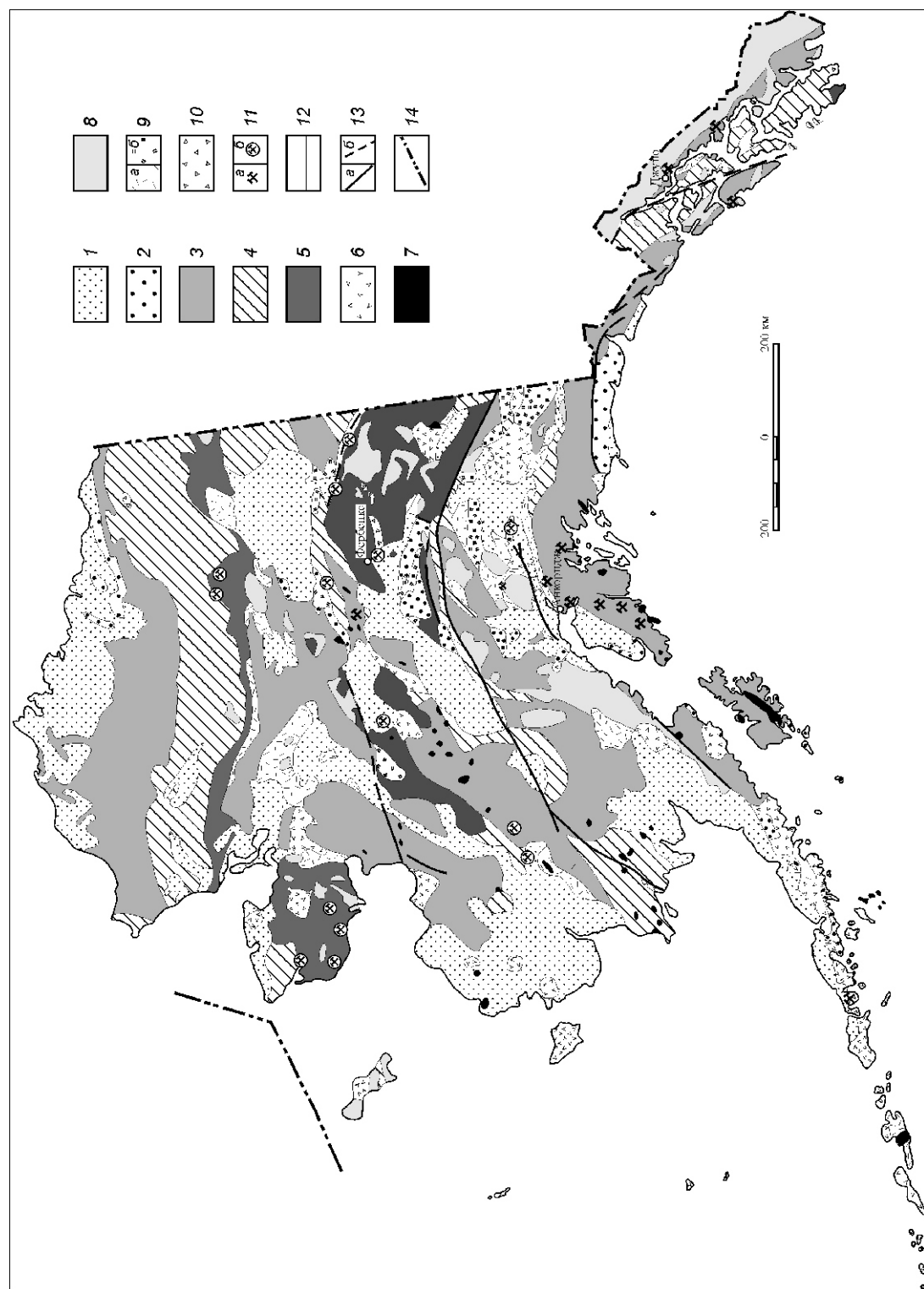
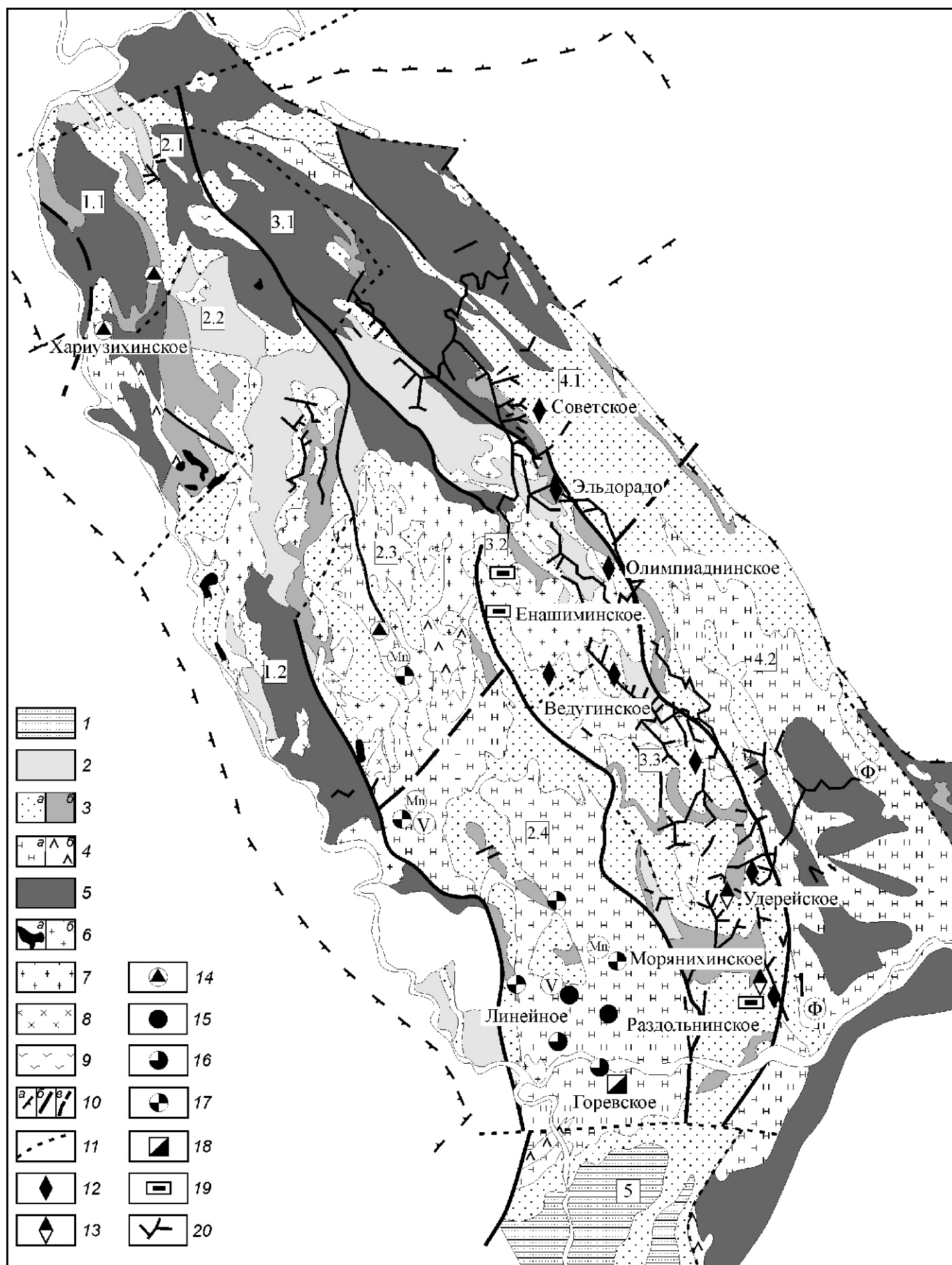


Рис. 1. Размещение коренных и россыпных месторождений золота на схеме геологического строения Аляски:

1 — четвертичные осадочные отложения, аллювий, ледниковые, золотые и глинистые осадки; 2 — третичные песчаники, конгломераты, сланцы, глинистые сланцы; 3 — мезозойские песчаники и сланцы, морские и континентальные, включая метаморфические породы; 4 — палеозойские и докембрийские песчаники, сланцы, известняки (преимущественно морские, включая частично нижнюю часть разреза мезозойских пород); 5 — палеозойские и докембрийские метаморфические породы (сланцы, гнейсы и другие, в основном палеозойские); 6 — четвертичные и третичные вулканические породы; 7 — третичные и верхнемеловые интрузивные породы, в основном граниты, а также небольшие тела ультраосновных и основных пород; 8 — мезозойские интрузивные породы, в основном граниты; 9 — породы: а — мезозойские интрузивные, б — палеозойские вулканические; 10 — палеозойские интрузивные породы, граниты и ультрабазиты; 11 — месторождения золота: а — коренные, б — россыпные; 12 — контакты; 13 — разломы: а — достоверные, б — предполагаемые; 14 — границы США



цию морской молассы и глинисто-карбонатную лагунно-шельфовую. Мощные толщи верхнего протерозоя, сложенные углистыми сланцами и филлитами, и относимые к аспидной формации [2], в наименьшей степени затронуты россыпеобразованием, в то время как крупные коренные месторождения (такие как Советское, Эльдorado, Олимпиадинское) локализованы именно в этой толще.

Переходя к следующему уникальному объекту — Ленскому золотоносному району отметим, что 90% добытого из россыпей золота приурочено к вендским отложениям Вилуйской синеклизы, венчающими длительное накопление в ней терригенно-карбонатного комплекса протерозоя (рис. 3), относимого к патомской серии.

Как отмечали Ю.П.Казакевич с соавторами [5] к верхней части разреза наблюдается постепенное увеличение роли углеродистого вещества в глинистых сланцах и алевролитах и уменьшение — карбонатных прослоев. Скорее всего, это свидетельствует о возрастающей гумидности климатической обстановки. С.Д.Шер предполагал, что накопление осадков происходило в лагунных условиях, что, вероятно, следует дополнить обстановкой зоны шельфа (глинисто-карбонатная формация) и, возможно, наличием морской молассы.

Источником россыпей золота служат многочисленные, рассеянные по площади золото кварцевые жилки и прожилки, для которых В.А.Буряк достаточно убедительно обосновал диагенетическое—ранне-

метаморфическое образование, а также, вероятно, сульфидные, преимущественно пиритные золотоносные сгустки и вкрапления во вмещающих породах. В.Ф.Гуреев и Е.А.Зверева показали, что в условиях гипергенеза при окислении пирита происходит укрупнение заключенного в них тонкодисперсного и мелкого золота, которое таким образом становится «пригодным» для россыпеобразования [4].

В палеозойскую эру основным локализатором россыпей золота служит *турбидитовая* формация. Ярким примером является пояс россыпей золота Южного Верхоянья (рис. 4). Раннепермские турбидиты представлены здесь песчаниками, алевролитами и глинистыми сланцами, для которых характерны отчетливо выраженная гравитационная ритмичность, а также признаки существования мутьевых потоков — переотложение «мягких» обломков, гравитационно-оползневая складчатость и др. Формация флиш-идов, фациально сменяющая турбидиты к востоку, этих признаков не содержит и представлена монотонной слаборитмичной глинисто-алевролитовой толщей. Источник золота россыпей в данном случае очевиден — это многочисленные мелкие золото кварцевые проявления, буквально насыщающие породы турбидитовой формации. Здесь отрабатывались также небольшие, но богатые золото кварцевые месторождения стратиформного типа, представленные многоярусными золото кварцевыми залежами. Они, как и мелкие проявления, имеют, вероятнее всего, гидротермально-осадочное происхождение и нахо-

Рис. 2. Размещение россыпей золота в структурно-вещественных комплексах провинции Енисейского кряжа. Формационная основа по Г.В.Ручкину и В.Д.Конкину (1985):

1 — формационные комплексы архей-нижнепротерозойского фундамента; 2 — нерасчлененные терригенно-карбонатные формации нижнего протерозоя; 3 — формационные комплексы ниже-среднерифейского Сухопитского бассейна пассивной окраины: а — преимущественно терригенно-карбонатные, углеродистые терригенно-карбонатные и карбонатно-терригенные, б — преимущественно вулканогенно-терригенные, в т.ч. и формации железистых кварцитов; 4 — формационные комплексы шельфов морей, задуговых и междуговых бассейнов средне-верхнерифейского Тунгусикского бассейна: а — преимущественно терригенно-карбонатные, карбонатные и углеродистые терригенно-карбонатные, б — вулканогенно-риолит-базальтовые и вулканогенно-осадочные; 5 — молассоидные формации поздне-нижнекембрийских бассейнов; 6 — нерасчлененные формации: а — базит-гипербазитовые, б — гранитоидов; 7 — мигматит-гранитовая формация верхнего рифея; 8 — щелочно-гранит-сиенитовая формация венда—нижнего кембрия; 9 — формация траппов мезозоя (пермь-триасовая); 10 — границы структурно-формационных: а — геолого-геофизических комплексов Енисейского кряжа, б — металлогенических зон, в — подзон по геолого-геофизическим данным; 11 — второстепенные разрывные нарушения, рудноформационные типы месторождений и основных рудопроявлений; 12 — нерасчлененный золото кварцевый и золото сульфидно-кварцевый в углеродистых терригенно-флиш-идных черносланцевых толщах, 13 — золотоантимонит-кварцевый в черносланцевых толщах, 14 — медно-цинковый колчеданный в вулканогенно-осадочных толщах, 15 — колчеданно-полиметаллический в черносланцевых толщах, 16 — колчедансодержащий свинцово-цинковый в углеродисто-терригенно-карбонатной толще, 17 — свинцово-цинковый стратиформный в карбонатной толще, 18 — железо-сидеритовый в углеродистой карбонатной толще, 19 — железистых кварцитов; 20 — россыпи золота; Мп — марганцевая карбонатная, V — ванадиеносная в черносланцевых толщах, Р — фосфоритовая желваковая; структурно-формационные подзоны: 1.1 — Исаковская, 1.2 — Приенисейская, 2.1 — Вороговская, 2.2 — Верхневятская, 2.3 — Лендахская, 2.4 — Ангаро-Большепитская, 3.1 — Северная часть Центральной, 3.2 — Центральная, 3.3 — Южная часть Центральной, 4.1 — Чернореченско-Каменская, 4.2 — Ангаро-Питская, 5 — Ангаро-Канская

дятся в парагенных отношениях с вмещающими породами — и те и другие можно рассматривать как производные рифтогенных структур, расположен-

ных на глубине и связанные с затуханием периода их активности. Подчеркнем также, что эта зона является «амагматичной», т.е. наблюдаются лишь редкие

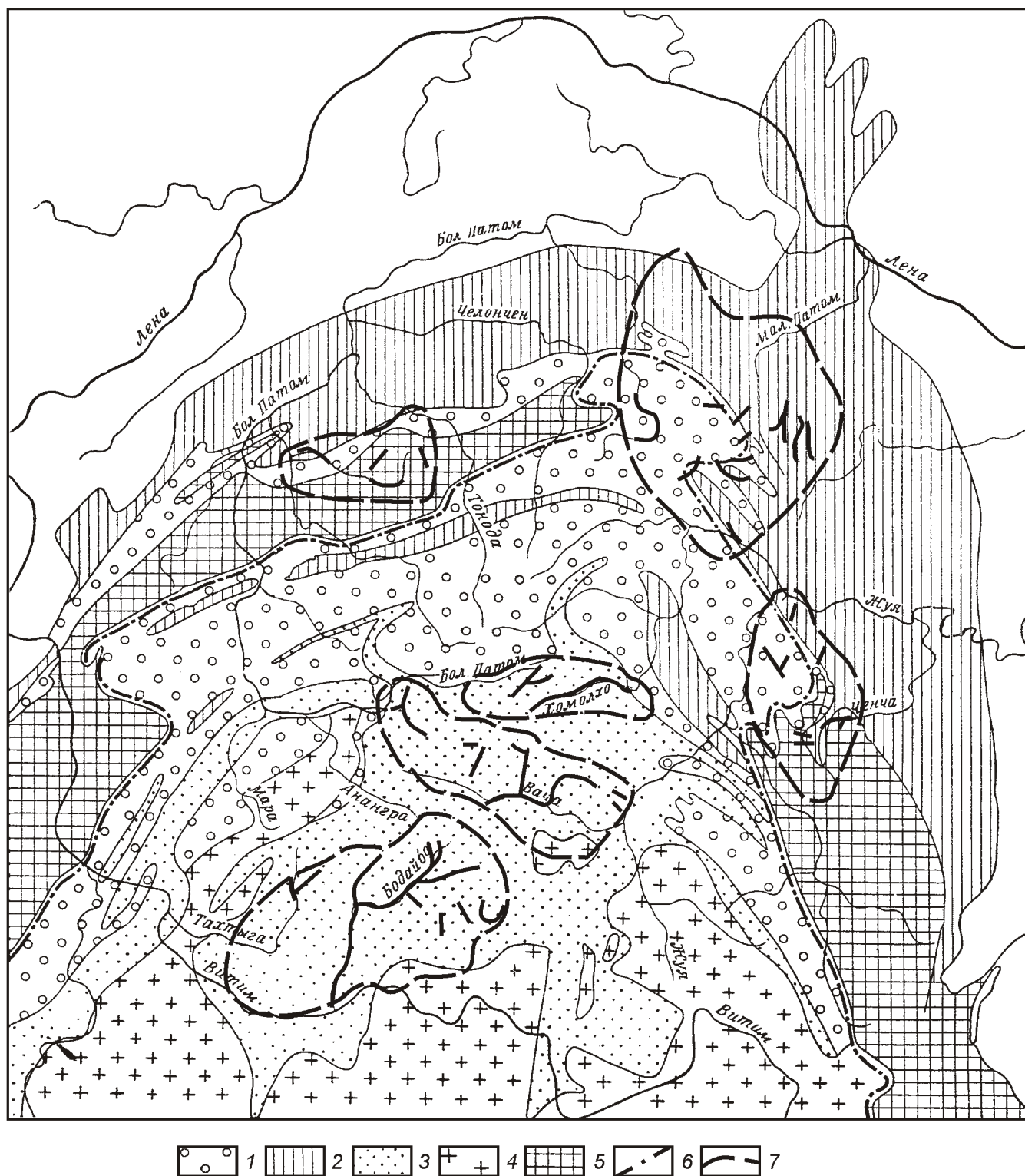


Рис. 3. Схема размещения золотороссыпных районов в отложениях верхнего протерозоя Патомского нагорья.
По Ю.П. Казакевич, О.С.Набровенкову:

отложения: 1 — нижней подсерии патомской серии, 2 — средней подсерии, 3 — средней и верхней подсерии; 4 — интрузии, прорывающие отложения верхнего протерозоя; 5 — выступы доверхнепротерозойского фундамента; границы: 6 — внутренней и внешней зон, 7 — золотороссыпных районов; см. услов. обозн. к рис. 1

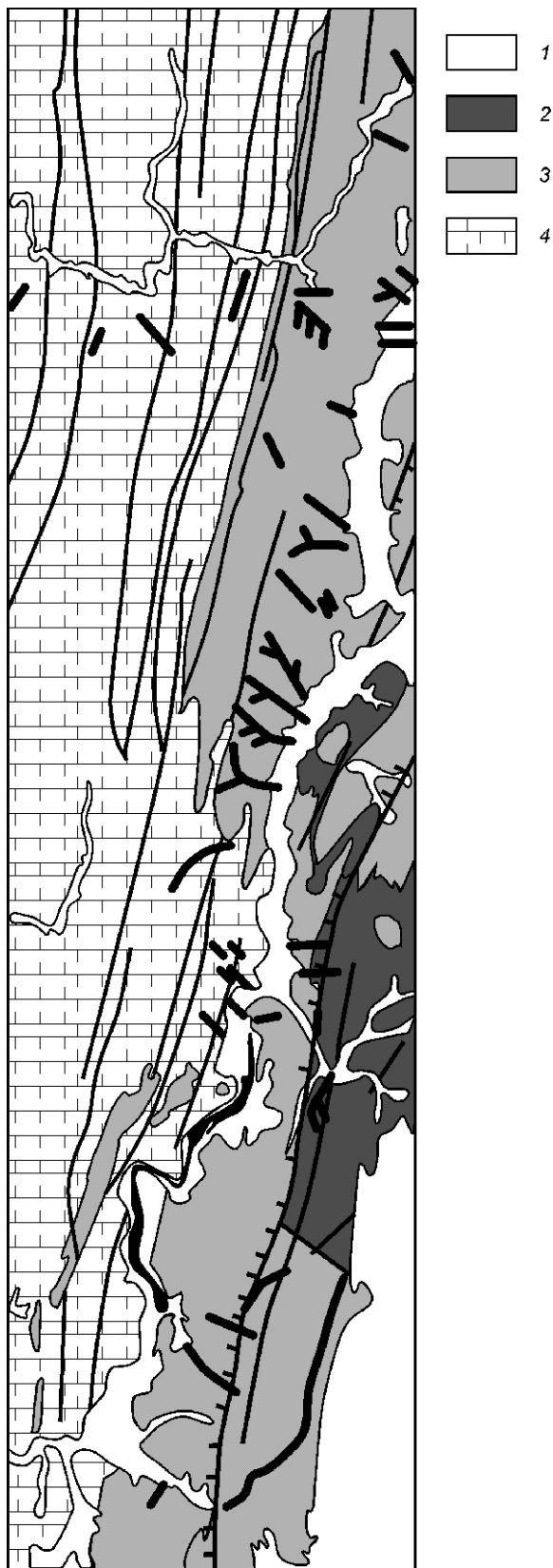


Рис. 4. Приуроченность россыпей золота Южного Вирджиния к раннепермской турбидитовой формации:

1 — отложения речного аллювия, 2 — толщи раннепермской флишеидной формации, 3 — толщи раннепермской турбидитовой формации, 4 — докембрийские известняки; см. услов. обозн. к рис. 1

случаи проявления послерудных диоритовых даек. В то же время, в синхронной по времени толще флишеидов отмечаются лишь единичные золотокварцевые проявления, а россыпи вообще отсутствуют.

В мезозое большое значение приобретают интрузии гранитоидной формации, в ареоле которых сформированы россыпи. Так, золотосные долины Калифорнийского складчатого пояса, заключающего жильную систему Мазер Лоуд, берут свое начало с гранитного Невадийского плутона, сформировавшегося в верхнеюрское время (рис. 5). Этот плутон образовался в условиях тектонического сжатия, вероятно, по ассимиляционной модели (граниты замещения) и включает мелкие регенерационные золоток-

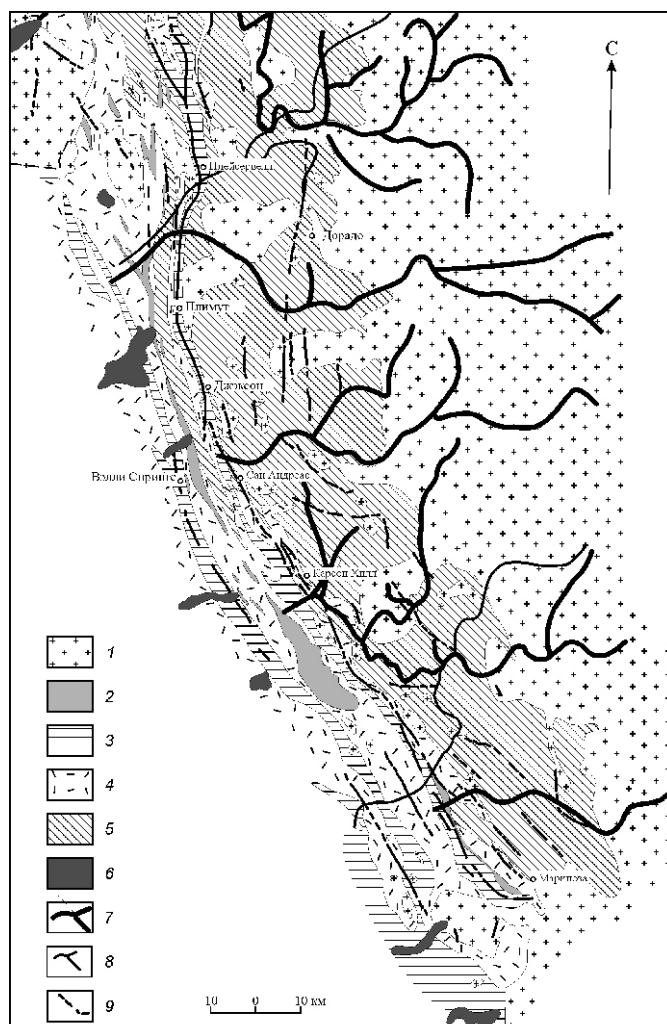


Рис. 5. Соотношение золотосных кварцево-жильных и россыпных систем Калифорнии. По Р.Бойлу:

1 — мезозойские гранитоидные интрузии; 2 — серпентиниты; 3 — сланцы, филлиты и конгломераты; 4 — амфиболиты и хлоритовые сланцы; 5 — сланцы, слюдяные сланцы, кварциты; 6 — дражные полигоны; 7 — третичные золоторудные каналы; 8 — поствулканические поздне-третичные каналы; 9 — золотосные жильные системы

варцевые прожилки, которые и послужили источником россыпей.

Более сложную россыпеобразующую систему представляет собой Центрально-Колымская провин-

ция (рис. 6). Сформированный в ее юго-западной части Аян-Юряхский антиклинорий сложен турбидитами пермского возраста, как и уже охарактеризованный Южно-Верхоянский, он амагматичен на всем

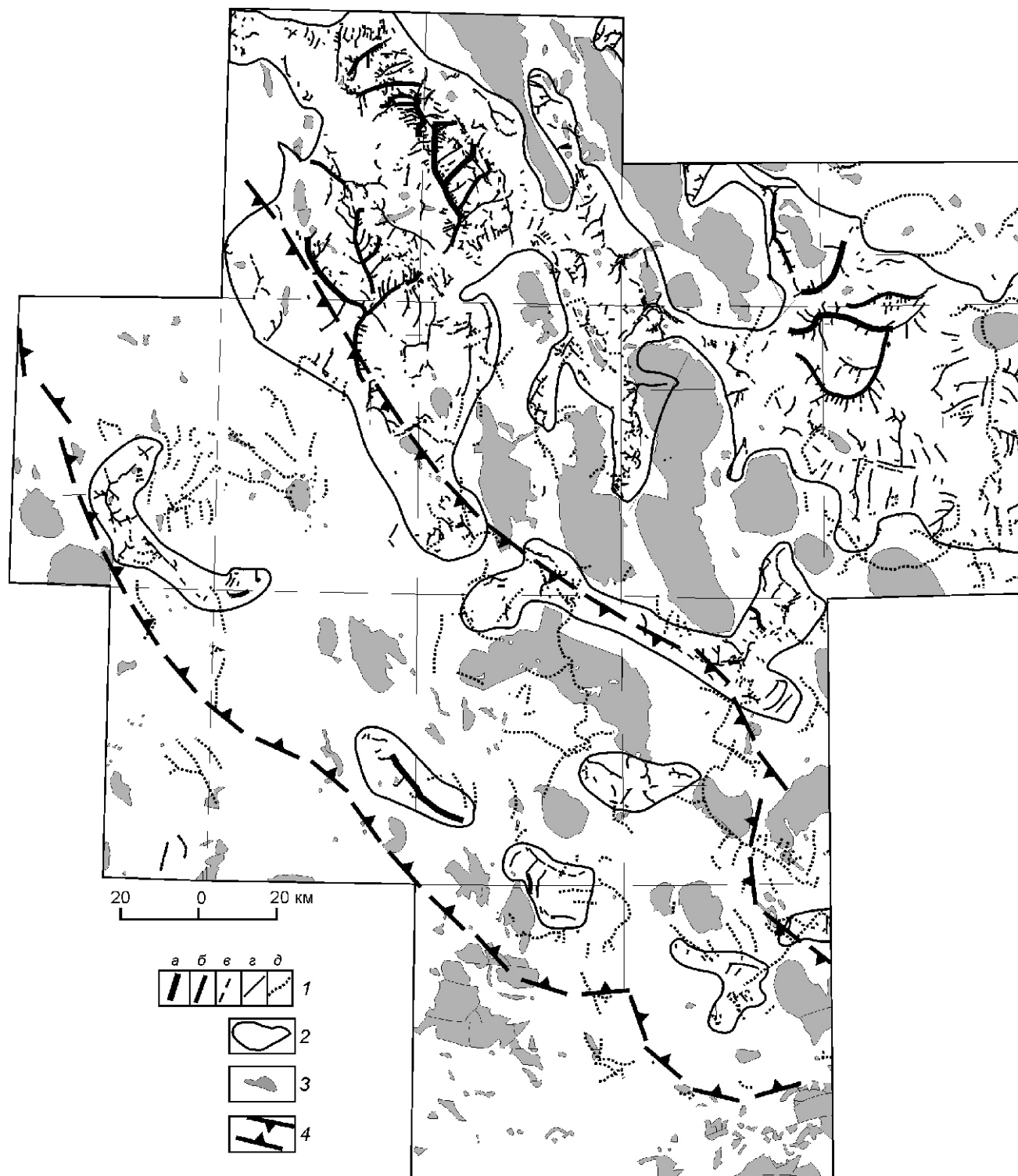


Рис. 6. Схема размещения гранитоидных массивов и экзогенной золотоносности Центрально-Колымского региона. По данным Н.Г.Маннафова, С.Д.Вознесенского, В.А.Огородова (1999 г.):

1 — россыпные месторождения золота (отрабатанные): а — уникальные (> 50 т), б — крупные (10–50 т), в — средние (1–10 т), г — мелкие (< 1 т), д — знаковые содержания золота в шлиховых ореолах; 2 — контуры развития россыпей; 3 — гранитоидные массивы; 4 — границы Аян-Юряхского антиклинория

своем протяжении, насыщен золото кварцевыми проявлениями и россыпями золота. В отличие от Южно-Верхоянского этот пояс включает крупное месторождение Наталкинское, а для одной из россыпей (Омчакская) служит источником непосредственно коренное проявление.

Центральная часть пояса включает серию интрузий гранитоидов средне-позднеюрского возраста, в ареале которых группируются многочисленные россыпные месторождения. Детальными исследованиями Л.В.Фирсова [8] было установлено, что под воздействием этих интрузивов произошла перекристаллизация и укрупнение золота в кварцево-жильных системах. Такую же перекристаллизацию испытало, вероятно, и тонкодисперсное золото в глинистых сланцах, которое приобрело после этого способность накапливаться в речном аллювии.

Таким образом, геолого-формационный подход к анализу россыпной золотоносности позволяет по новому взглянуть на соотношение коренной и россыпной золотоносности и наметить некоторые перспективы ее выявления, исходя непосредственно из рассмотрения геологических формаций.

К территориям, перспективным на ревизию для выявления россыпной золотоносности следует отнести:

1. Обрамление Вилуйской синеклизы, сложенное раннепротерозойскими кристаллическими сланцами. По Ю.П.Казакевич с соавторами [5], разрез раннего протерозоя насыщен кварцитами, гравелитами и гематит-магнетитовыми скоплениями, которые могли быть первичными концентраторами золота.

2. Буреинский массив включает толщу позднепротерозойского (синийского) возраста, представленную гранито-сланцевыми гнейсами и кварцитами, графитистыми и кварцево-графитистыми сланцами, филлитами и алевролитами, конгломератами, аркозовыми песчаниками, прослоями кремнистых сланцев, известковистых песчаников и туфогенных пород. Эта толща прорвана мезозойскими гранитоидными интрузивами, несущими вольфрамовую, оловянную, молибденовую и золотую минерализацию.

3. Северное и северо-западное продолжение Аллах-Юньской золотоносной полосы раннепермских

турбидитов, которая изучена значительно слабее южной части, и здесь возможны новые открытия.

4. Ареал мезозойских гранитоидов Восточного Забайкалья, где наибольший интерес представляет намеченный еще С.С.Смирновым золото-молибденовый пояс, составляющий северо-восточную часть Забайкалья, в которой протерозойские гнейсы и сланцы прорваны мезозойскими гранитоидами.

Во времена интенсивной отработки россыпей золота не стоял вопрос о том, что зоны и ареолы прожилково-вкрапленной золотоносной минерализации могут представлять интерес как крупнотоннажные месторождения. Следовательно, такая оценка должна носить комплексный характер.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Билибин Ю.А. Основы геологии россыпей.—М.: Изд-во АН СССР, 1956.
2. Бровков Г.Н., Кузнецкий В.С., Ли Л.В. и др. Геология и металлогения Енисейского рудного пояса. —Красноярск, 1985.
3. Быховский Л.З., Гурвич С.И., Патын-Кира Н.Г. и др. Геологические критерии поисков россыпей. —М.: Недра, 1981.
4. Гуреев В.Ф., Зверева Е.А. Особенности поведения золота в зоне окисления вкрапленных пирит-арсенопиритовых руд Кокпатаасского рудного поля (Центральные Кызылкумы). Вып. 96. Ч. 1. —М., 1971. С. 166—179.
5. Казакевич Ю.П., Шер С.Д., Жаднова Т.П. и др. Ленский золотоносный район. —М.: Недра, 1971.
6. Риндзюнская Н.М., Матвеева Е.В., Набровенков О.С., Филиппов В.П. Модели россыпных месторождений золота России / Прогноз, поиски, оценка рудных и нерудных месторождений. —М., 2006. С. 87—103.
7. Ручкин Г.В., Конкин В.Д. Минерализация пассивных окраин континентов и шельфов окраинных морей / Минерализация осадочных бассейнов континентов и периконтинентальных областей. —С-Пб, 1996. С. 314—425.
8. Фирсов Л.В. Золото-кварцевая формация Яно-Колымского пояса. —Новосибирск: Наука, 1985.
9. Eberlein G.D. and Lanphere M.A. Precambrian Rocks of Alaska, U.S.Geol. Surv. Prof. paper. 124-B. 1988.
10. Boyle R.W. The geochemistry of gold and its deposits (together with a chapter on geochemical prospecting for the element). Canada Geological Survey Bull. 1979. Vol. 208.
11. Knight J.B., J.K.Mortson, and J.K.Mortensen. The relationship between Placer gold Particle Shape, Rimming, and Distance of Fluvial Transport as Exemplified by Gold from the Klondike Placer and Lode Gold Deposits // Econ. Geol. Vol. 94. № 5. PP. 635—649.

Вертикальная метасоматическая зональность березитов на золоторудных месторождениях

В.Б.ЧЕКВАИДЗЕ (ФГУП ЦНИГРИ)

Метасоматиты формации березитов (или листовни-то-березитов) являются главными рудосопровождающими образованиями на золоторудных объектах большинства важнейших формационных типов: золото кварцевого, золотосульфидно-кварцевого, золото мышьяковисто-сульфидного, золотополисульфидного [3]. Исключение представляет вулканогенный золотосеребряный тип, которому свойственны ар-гиллизиты.

В литературе имеются многочисленные описания горизонтальных (точнее, поперечно-зональных к потоку растворов) метасоматических колонок березитов и их фациальных аналогов — листовников, характеризующих в большинстве случаев в той или иной степени эродированные объекты. Значительно реже приводятся вертикальные (продольные) колонки, хотя они представляют особый интерес для понимания эволюции состава гидротерм на путях их инфильтрации, а также в практических целях — для разработки поисковых критериев скрытого оруденения.

Минеральные преобразования в зоне березитизации иллюстрируют (см. таблицу) следующие типовые поперечно-зональные метасоматические колонки [2, 5, 6].

Главный мотив поперечно-зональных колонок березитов заключается в последовательном разложении темноцветных минералов (с их хлоритизацией), а затем и полевых шпатов исходных пород с замещением их ассоциацией карбонат кварц серицит пи-

рит. Определенные вариации в строении колонок, связанные в основном с различиями в составе субстрата, проявляются в очередности замещения хлорита и альбита, альбита и калишпата, в изменении состава карбоната центральных зон (варианты: кальцит, доломит, анкерит, брейнерит и др.) и некоторых других второстепенных признаках.

Основные черты химизма березитизации [6, 9] определяются постоянным выносом из пород Na и привносом K, SiO₂, Co₂, S. Прочие из ведущих порообразующих компонентов (Mg, Fe, Ca, Si, Al) ведут себя вариативно в зависимости от состава исходных пород и *PT*-особенностей минерализующих растворов. При этом для Mg и Fe чаще проявляется тенденция к выносу из центральных зон березитизации.

Обратимся к явлениям вертикальной (а точнее, продольной по восстанию и воздыманию рудоконтролирующих структур) метасоматической зональности. Анализ имеющихся данных по соотношению зон выноса и переотложения оснований позволяет наметить, по крайней мере, три типа зональных колонок: открытый глубинный, открытый близповерхностный и закрытый (экранированный).

Открытый глубинный тип зональности характеризует постепенное затухание метасоматических процессов по вертикали и смену в этом направлении центральных зон березитов промежуточными и внешними (рис. 1).

Типовые поперечно-зональные колонки березитов

Зоны	Породы	Минеральные ассоциации
0	Гранит	Кварц, калишпат, олигоклаз, биотит, амфибол, титаномагнетит
1	Слабоизмененный гранит	Кварц, калишпат, альбит, кальцит, хлорит, доломит, пирит
2	Березитизированный гранит	Кварц, серицит, калишпат, анкерит, пирит
3	Березит	Кварц, серицит, анкерит, пирит
0	Диорит	Кварц, плагиоклаз (андезин), биотит, амфибол, титаномагнетит
1	Слабоизмененный диорит	Кварц, альбит, хлорит, серицит, карбонат, рутил, магнетит
2	Березитизированный диорит	Кварц, хлорит, серицит, карбонат, рутил, магнетит
3	Березит	Кварц, серицит, карбонат (кальцит, анкерит), рутил, пирит
0	Габбро метаморфизованное	Плагиоклаз (№ 30-32), актинолит, биотит, эпидот
1	Слабо листовнитизированное габбро	Альбит, хлорит, кварц, серицит, карбонат
2	Листовнитизированное габбро	Альбит, кварц, серицит, карбонат
3	Листвентит	Кварц, серицит (фуксит), карбонат (кальцит, доломит-анкерит)

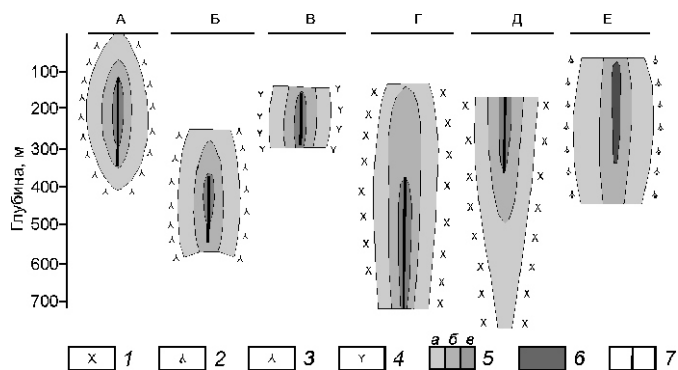


Рис. 1. Схемы зональности ореолов лиственито-березитов на некоторых золоторудных объектах Урала. По В.Н.Сазонову [6] с упрощениями:

проявления: А, Б — 16, В — 2, Г — 17, Д — 18, Е — 19; 1 — биотитовый гранит; 2 — плагiogранит; 3 — андезитовый порфирит; 4 — базальт-андезитовый порфирит; 5 — метасоматиты зон: а — внешней, б — промежуточной, в — внутренней; 6 — метасоматиты замещенные преимущественно рудой; 7 — кварцево-рудные жилы

Зоны переотложения выщелоченных оснований отсутствуют или проявлены крайне ограниченно. Индикатором залегания рудоносных березитов на глубине являются зоны относительно слабых изменений березитоидного типа на поверхности. Данный тип зональности описан В.Н.Сазоновым [6] на многих золоторудных объектах Урала. Известен он и в пределах ряда других золотоносных провинций [3].

Открытый близповерхностный тип зонального ореола изменений в характерном виде представлен на золоторудных объектах Алханайского района Восточного Забайкалья [4]. Геологическая обстановка на Илинском, Дыбыксинском и других более мелких месторождениях определяется здесь развитием интрузий гранитоидов триасового возраста, рассеянных серией разрывных нарушений, сопряженных с более крупной разломной структурой (Байца-Дыбыксинская зона). Указанные нарушения, выраженные в виде серии зон тектонических брекчий и повышенной трещиноватости в гранитоидах, контролируют размещение ореолов окolorудных изменений и золотоносных кварц-арсенопиритовых прожилков. На гранитах местами залегают вулканиты юры умеренно кислого и среднего составов.

По данным Б.Н.Лапина и И.Н.Широких [4], в Алханайском районе проявлены весьма разнообразные по формационному облику комплексы метасоматитов, которые могут быть увязаны в единую термогидроколону, по существу представляющую проявление вертикальной рудно-метасоматической зональности (рис. 2).

От глубин к поверхности сменяют друг друга следующие зоны: 1) грейзенов, 2) березитов, 3) гидроберезитов, 4) аргиллизитов. Данная схема составлена авторами работы [4] по материалам картирования поверхности, открытых горных выработок и керна скважин на участке Илинского месторождения. Грейзены имеют кварц-мусковитовый состав и образуют жилообразные тела среди гранитоидов и юрских вулканитов. Они сопровождаются умеренно-сульфидной золото-кварц-арсенопиритовой минерализацией. В обнажениях нередко дают постепенные переходы к березитам, которым свойственна четко выраженная поперечно-зональная колонка, которая в гранитах в обрамлении рудных тел характеризуется последовательным разложением биотита, плагиоклаза и калишпата исходных пород с замещением этих минералов вначале хлоритом, альбитом, карбонатом и серицитом, а в итоге — кварцем, серицитом и пиритом. В березитах локализуется жильный умеренно-сульфидный золото-кварц-арсенопиритовый состав.

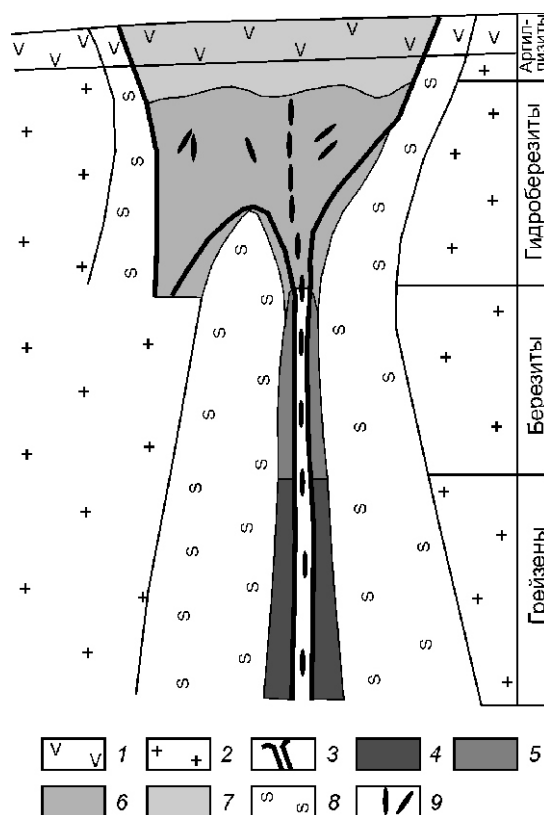


Рис. 2. Схема вертикальной метасоматической зональности на золоторудных месторождениях Алханайского района (Восточное Забайкалье). По работе [4] с упрощениями:

1 — эффузивные породы; 2 — граниты; 3 — контуры стволовой раствороподводящей зоны; метасоматические образования: 4 — грейзены, 5 — березиты, 6 — гидроберезиты, 7 — аргиллизиты; 8 — внешние и промежуточные зоны горизонтальных колонок; 9 — золотоносные кварцевые жилы с сульфидами

ритовый тип оруденения с тонкодисперсным и самородным золотом.

Гидроберезиты отличаются от березитов присутствием наряду с серицитом также и гидрослюда в тыловых зонах метасоматической колонки, в целом близкой к березитовой. Весьма сходны у них и проявления рудной минерализации.

Аргиллизиты идентифицируются при полном преобладании гидрослюд среди светлых слюд в центральных зонах метасоматических колонок. Структурно они приурочены к тем же зонам тектонических брекчий, что и гидроберезиты, но в отличие от них развиваются на самых верхних горизонтах этих зон.

Согласно данным изучения газовой-жидкой включений, температура образования грейзенов составляла 400—420 °С, березитов — 300—360 °С, гидроберезитов — 300—350 °С, аргиллизитов — 140—280 °С. В указанном направлении закономерно изменялось и агрегатное состояние минералообразующей системы: в грейзенах — существенно газовое; в березитах и гидроберезитах — газовой-жидкое и жидкое; в аргиллизитах — жидкий раствор.

Закрытый тип вертикальной зональности определяет обстановку экранирования растворопроводящих структур малопроницаемыми толщами пород или какими-либо структурными элементами. На переходе к ним наблюдается переотложение оснований (Na, Mg, Fe, Ca), выщелоченных из пород в процессе березитизации. При этом наиболее типично накопление новообразований хлорита и альбита (иногда с примесью карбоната) в виде зонально построенных комплексов.

Схема строения ореола изменений Бакырчикского месторождения (Восточный Казахстан) золотомышьяковисто-сульфидной формации представлена на рис. 3. Вмещающие углеродисто-терригенные толщи карбонового возраста на этом объекте смяты в складки и пересечены системой разломов Кызыловской зоны смятия, контролирующей размещение руд и основной массы околорудных существенно серицитовых метасоматитов березитоидного облика.

Висячем боку зоны дислокаций, под экраном относительно слабо деформированных толщ и на выклиниваниях рудоносных структур по восстанию сформировалась зональная колонка метасоматитов осаднения оснований, выщелоченных из пород на уровне березитизации. При этом нижняя зона сложена альбит-хлоритовыми, а верхняя — существенно альбитовыми метасоматитами, которая распространяется висячий бок рудоносной структуры на расстояние свыше 700 м, в связи с чем она может служить важным индикатором рудоносных березитов, скрытых на глубине [8].

Следует обратить внимание на морфологию метасоматических образований в зонах осаднения. Обычно они представлены системами тонких прожилков альбита и хлорита (нередко с кварцем и

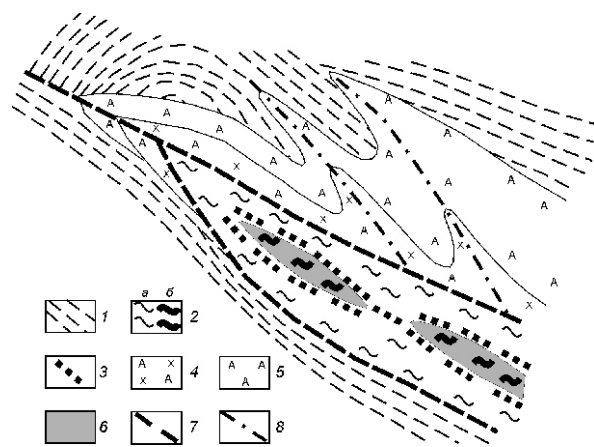


Рис. 3. Схема строения ореола околорудных изменений на Бакырчикском месторождении:

1 — вмещающие терригенные черносланцевые толщи; 2 — серицитизация: а — интенсивная, б — умеренная и слабая; зоны: 3 — переотложения углеродистого вещества; 4 — хлоритового замещения; 5 — альбитизации; 6 — рудные тела; 7 — Кызыловская зона околосдвиговых дислокаций; 8 — оперяющие разломы

карбонатом), совмещенных с блоками объемного замещения. Типично также пестрое чередование участков преобразованных и неизмененных пород.

Вертикальную метасоматическую зональность на Васильковском месторождении (Северный Казахстан) золотополисульфидно-кварцевой формации иллюстрирует рис. 4. Рудная зона месторождения представляет собой кварц-арсенопиритовый штокверк, развитый на контакте интрузий гранодиоритов и габбро-диоритов ордовик-силурийского возраста. Рудовмещающий ореол березитизации охватывает обе разности пород и характеризуется близкими по строению поперечно-зональными колонками, распространяющимися в сумме на 2—2,5 км по латерали [7]. Центральная зона состава: кварц серицит кальцит пирит и частично промежуточная зона с сохранившимся калишпатом венчаются по вертикали комплексом метасоматитов осаднения, который может быть подразделен на нижнюю существенно хлоритовую зону и верхнюю альбит-хлоритовую (реставрация вертикальной зональности проведена на основе сопоставления различных участков, в разной степени эродированных). Интервал березитизации по вертикали достигает 800—1000 м. Комплекс зон осаднения, мощность которых уменьшается вплоть до выклинивания, может распространяться вверх на 600—800 м.

Резюмируя приведенные данные о проявлениях вертикальной метасоматической зональности, следует отметить, что их разнотипность связана в первую очередь с наличием или отсутствием естественных экранов на путях подъема минерализующих гидротерм. Отсутствие экранов в глубинной обстановке приводит к постепенному затуханию метасоматических процессов

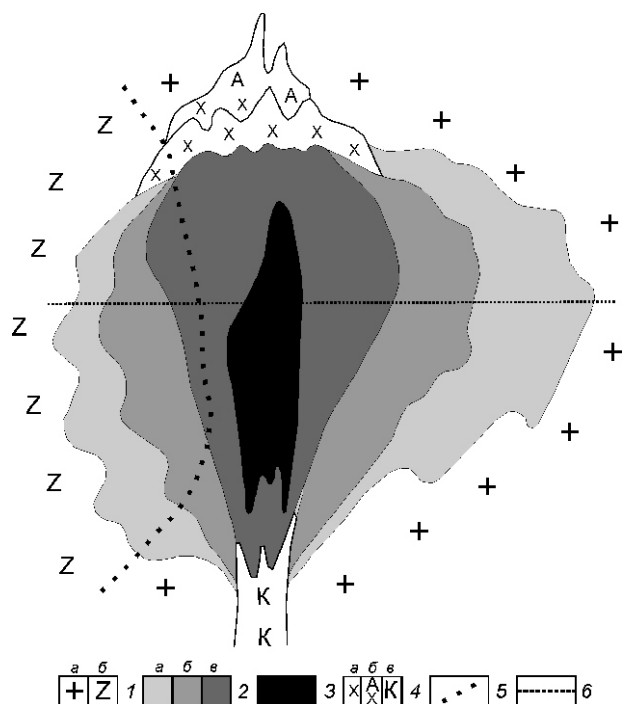


Рис. 4. Зональность ореола окколорудных изменений на Васильковском месторождении:

1 — интрузивные породы составов: *а* — кислого, *б* — основного и среднего; 2 — зоны суммарного ореола: *а* — внешняя, *б* — промежуточная, *в* — центральная; 3 — рудная залежь; 4 — зоны: *а* — надрудная хлоритизации, *б* — хлорит-альбитового замещения, *в* — нижнерудно-подрудная калишпатизации; 5 — контакт интрузивных пород различного состава; 6 — современный эрозионный срез

стадии кислотного выщелачивания [2] по вертикали без явлений переотложения компонентов (открытый глубинный тип ореолов изменений). В обстановке приближения к поверхности в связи с нарастанием кислородного потенциала и кислотности гидротерм на фоне относительно быстрого снижения их температуры наблюдается переход березитов в гидроберезиты и аргиллизиты, что сопровождается выносом оснований за пределы зоны минералообразования (открытый приповерхностный тип ореолов). В случае экранирования растворопроводящих структур за счет пересыщения гидротерм выносимыми щелочными и щелочноземельными компонентами и их дифференциальной подвижности возможно формирование зон переотложения компонентов в низах экранирующих горизонтов (закрытый тип метасоматических ореолов).

Следует упомянуть о подрудных «корневых» зонах вертикальной колонки березитов. В качестве таковой выше была отмечена зона калишпатитов на Васильковском месторождении. Калишпатиты местами имеют пегматоидный облик, что может свидетельствовать о приближении к контактам материнской интрузии. Для Березовского месторождения на Урале в аналогичной позиции находится зона альби-

титов [1]. Эти различия объясняются разной щелочной специализацией рудоконтролирующих гранитоидов: существенно калиевой в первом случае и натровой во втором. К проявлениям вертикальной зональности следует отнести также зону кварц-мусковитовых грейзенов в подрудной части метасоматической колонки в Алханайском районе Забайкалья.

В зоне собственно березитов, иногда охватывающих интервал 1—2 км и более, также нередко проявлены те или иные изменения по вертикали. Так, на Дарасунском месторождении в Забайкалье, вскрытом до глубины около 1 км, окколорудные березиты на всем этом интервале имеют сходный минеральный состав кварц мусковит карбонат [10]. В то же время с глубиной хлорит внешних зон метасоматической колонки замещается эпидотом. Во внутренних зонах отмечается замещение пирита магнетитом. В этом направлении возрастает железистость карбонатов, входящих в состав внутренних зон березитов (анкерит до 250 м, пистомезит 250—600 м, сидерит 600 м) и хлоритов, слагающих их внешние зоны. По мнению авторов, причиной этих изменений являются вариации активностей серы, углекислоты и pH, что связано со значительными величинами палеотемпературного градиента.

Как проявление вертикальной метасоматической зональности в зоне собственно березитов можно отметить данные В.Н.Сазонова [6] о вариациях с глубиной соотношения карбонат/кварц слюда. В указанном направлении возрастает относительное количество карбоната, а с приближением к поверхности — показателя кварц слюда, что может быть использовано в качестве критерия оценки уровня эрозионного среза на вновь вскрываемых золоторудных объектах.

Обращаясь к практической значимости явлений вертикальной метасоматической зональности, следует отметить, в первую очередь, их важность при поисках скрытого оруденения. Любая из надрудных зон метасоматической колонки закрытого типа (хлоритовая, альбитовая, альбит-хлоритовая и т.д.), выведенная на эрозионный срез или подсеченная скважинами, может свидетельствовать о залегании на глубине зоны березитов, потенциально рудолокализирующей. Вариации состава минералов и их количественные соотношения внутри зоны березитов позволяют ориентироваться в вертикальной позиции того или иного подсечения в колонке и соответственно прогнозировать местоположение ожидаемого рудного тела.

В качестве примера практического использования указанных критериев рассмотрим историю выявления рудоносного участка Шункурколь в Васильковском рудном поле (Северный Казахстан). На этом участке в профиле структурно-поисковых скважин 16, 17, 18 (рис. 5) была вскрыта серия линзо- и жиллообразных тел хлоритизированных пород габбро-диоритового комплекса (аналогичного рудовмещающим образованиям Васильковского месторождения), а

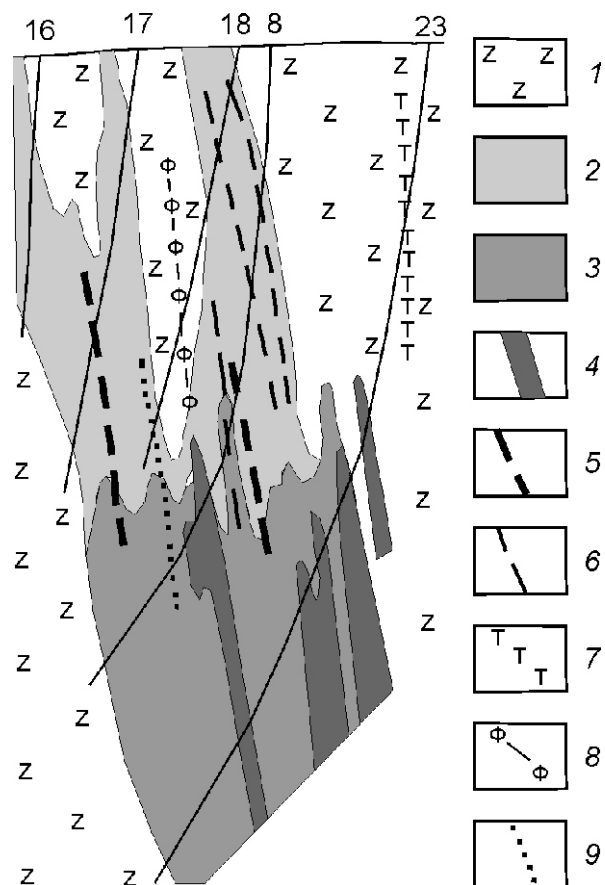


Рис. 5. Метасоматические ореолы участка «Шункур-коль»:

1 — габбро-диориты; 2 — альбит-хлоритовые метасоматиты; 3 — листовито-березиты; 4 — ореолы Au, As, Ba, V с рудными подсечениями; прожилково-вкрапленная минерализация; 5 — серого «рудного» кварца, 6 — молочно-белого кварца, 7 — турмалина, 8 — флюорита, 9 — пирита

также тел кварц-альбитовых и хлорит-кварц-альбитовых метасоматитов, мощностью 1—15 м. Данный набор метасоматических продуктов полностью отвечает, согласно модели эталона золотосульфидно-кварцевого оруденения, надрудному уровню рудоносных структур [7].

Таким образом, на участке была выявлена «около-рудная метасоматическая» аномалия, сопровождающаяся ореолом прожилков серого кварца, пирита, флюорита и других минералов, типичных для около-рудного ореола прожилковой минерализации Васильковского месторождения. Небезынтересно отметить, что геохимические аномалии ни в одной из указанных скважин не были зафиксированы. Они появились лишь на более значительных глубинах.

Поскольку под альбит-хлоритовыми метасоматитами (зон осаждения оснований) в соответствии с моделью уместно ожидать вскрытие рудовмещающих листовито-березитов, была задана и пробурена скв. 8, показавшая наличие на глубинах 650—850 м

серии маломощных (3—5 м) зон березитов васильковского типа. По керну скважины были установлены геохимические ореолы Au, As, Ba, V. Следующая скв. 23, заданная для вскрытия зон изменения на нижежащих горизонтах, выявила мощный раздвиг листовито-березитов на глубинах 700—1100 м и наличие многочисленных интервалов с приближающимися к промышленным содержаниями и золота. Участок рассматривается как весьма перспективный на обнаружение скрытого месторождения золото-сульфидно-кварцевого типа.

Методы практического использования метасоматических ореолов открытого типа в практике поисковых работ известны издавна. Они базируются на относительно широком площадном развитии внешних зон поперечно-зональных колоннок на уровне гипогенного выщелачивания (березитизации) с установлением вектора приближения к центральной потенциально рудовмещающей зоне. При этом, исходя из особенностей строения вертикальной колонки открытого глубинного типа, следует внимательно относиться к зонам малоинтенсивного изменения (и проверять их геохимическими и геофизическими методами), так как под ними могут располагаться рудовмещающие березиты. Аналогичную индикаторную роль могут выполнять зоны гидрослюдистых аргиллизитов на объектах открытого приповерхностного типа в соответствующих геологических обстановках.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Боголепов В.Г. Минералогические аспекты кинетики топомимических реакций замещения минералов в горных породах при метаморфизме и систематика метасоматических формаций. —Черноголовка, 2007.
2. Жариков В.А., Русинов В.Л., Маракушев А.А. и др. Метасоматизм и метасоматические породы. —М.: Научный мир, 1998.
3. Константинов М.М. Золоторудные провинции мира. —М.: Научный мир, 2006.
4. Лапин Б.Н., Широких И.Н. Геология, метасоматизм и золотое оруденение Восточного Забайкалья (Алханайский район). —Новосибирск: Наука, 1981.
5. Сазонов В.Н. Лиственитизация и оруденение. —М.: Наука, 1975.
6. Сазонов В.Н. Березит-лиственитовая формация и сопутствующее ей оруденение (на примере Урала). —Свердловск, 1984.
7. Чекваидзе В.Б. Поисковая минералого-геохимическая модель золото-сульфидно-кварцевого оруденения // Советская геология. 1987. № 1. С. 15—20.
8. Чекваидзе В.Б. Сопряженные зоны гипогенного выщелачивания и осаждения на золоторудных месторождениях // Геология рудных месторождений. 1988. № 6. С. 100—104.
9. Щербань И.П. Условия образования низкотемпературных околорудных метасоматитов (на примере Алтае-Саянской области). —Новосибирск: Наука, 1975.
10. Щербань И.П., Дроздовская А.А., Широких И.Н. Некоторые черты вертикальной зональности березитов (на примере Дарасунского месторождения) / Проблемы вертикальной метасоматической зональности. —М.: Наука, 1982. С. 47—60.

Изменение химического состава подземных вод в условиях интенсивного водоотбора на примере Саранского месторождения

Е.П.ЯНИН (Институт геохимии и аналитической химии им.В.И.Вернадского РАН)

Интенсивная эксплуатация подземных вод для хозяйственно-питьевого и промышленного водоснабжения обуславливает понижение их пьезометрического уровня и, как следствие, формирование депрессионной воронки, что вызывает изменение гидродинамических и геохимических условий в водоносных горизонтах. Это приводит к трансформации химического состава (изменению уровней содержания отдельных компонентов) и в итоге к глубокой метаморфизации (изменению химического класса) подземных вод, что определяет существенное ухудшение качества питьевых вод и сопровождается негативными эколого-геохимическими и гигиеническими последствиями. Подтверждается это материалами, полученными при изучении химического состава подземных вод, длительное время используемыми для водоснабжения г.Саранск.

Район и методика исследований. Для хозяйственно-питьевого и промышленного водоснабжения г.Саранск используются подземные воды каменноугольных отложений Мордовского (Саранского) месторождения, которое относится к Инсаро-Мокшинскому гидрогеологическому району Сурско-Хопёрского артезианского бассейна [5]. Главными структурными элементами осадочного комплекса здесь выступают Посоп-Ромодановская флексура, Иссинская и Сивиньская структуры. В комплексе верхнекаменноугольных пород водоносными являются известняки и доломиты, водоупорными — глины, мергели, плотные известняки. Среднекаменноугольные отложения в верхней части разреза представлены трещиноватыми известняками и доломитами, а в нижней — переслаивающимися карбонатными породами, песчаниками и глинами. В районе г.Саранск пресные воды верхнего карбона залегают на глубинах порядка 60—80 м, воды среднего карбона вскрыты на глубине 150 м. Водоносные горизонты нижнекаменноугольных карбонатных отложений достигнуты скважинами в пределах Сивиньской и Иссинской структур. На дневную поверхность каменноугольные породы выходят в области Алатырского поднятия и южнее [1, 2, 11]. Известны изолированные выходы их по долинам рек Мокша, Сивинь, Инсара и Исса. Особенность водовмещающих карбонатных пород — их сильная трещиноватость и закарстованность, что определяет условия интенсивного питания водоносных горизонтов и об-

условливает активную гидравлическую связь подземных и поверхностных вод.

Водоснабжение г.Саранск осуществляется одновременным функционированием пяти водозаборных сооружений (водозаборов): Центральный, Резинотехника, Октябрьский, Пензятский и Руднянский. Водозаборы Центральный и Резинотехника расположены непосредственно в пределах старой городской застройки («городские водозаборы»); Октябрьский находится на юго-западной окраине города («пригородный»); Пензятский и Руднянский («загородные») — за его пределами (на удалении в 8 и 27 км соответственно). Водопроводная сеть в городе закольцована. На указанных водозаборах в летний (июль) и осенний (октябрь) периоды 1991 г. были выполнены ежедневные (8 дней подряд в каждый период) наблюдения за химическим составом подземных вод (т.е. в общей сложности было исследовано 80 проб воды). Пробы подземных вод на водозаборных сооружениях отбирали в белые полиэтиленовые канистры (объем 5 л) из предназначенных для этих целей кранов с соблюдением известных требований [13].

Общий химический состав воды (главные ионы, соединения азота, окисляемость, сухой остаток, значения pH, железо) исследовался по стандартным методикам [14], фтор определялся потенциометрическим методом (ион-селективный электрод, иономер 3В-340), мышьяк — методом бумажной хроматографии. Все анализы выполнялись в расположенной за пределами города (в зеленой зоне) полевой лаборатории, как правило, не позднее 2—3 часов после отбора проб (аналитики Л.И.Кашина и Ю.Я.Чардина). Растворенные формы Cr, Ni, Cu, Zn, Cd, Hg, Pb экстрагировались из воды (в день отбора проб) полимерным тиоэфиром; затем тиоэфирные осадки исследовались в стационарной лаборатории на содержание указанных металлов атомно-абсорбционным методом (ртуть — методом холодного пара). Для определения растворенных форм других химических элементов применялся количественный спектральный анализ (с применением малого камерного электрода) сухого остатка вод (полученного стандартным способом из 0,5 л воды).

Результаты исследований и их обсуждение. Использование подземных вод в г.Саранск началось в 1900-х годах, когда были организованы буровые работы на воду и сооружены первые буровые колодцы

[11]. Преобладающее число последующих скважин имело глубину 50—120 м, ими были вскрыты водоносные горизонты нижнемеловых и юрских отложений, а на глубине 106—140 м — мощные напорные воды верхнекаменноугольных отложений [1]. Особенно активно каменноугольные водоносные горизонты стали эксплуатироваться с 1930-х годов. Имеющиеся ретроспективные данные свидетельствуют о том, что воды каменноугольных отложений характеризовались преимущественно гидрокарбонатным кальциевым составом, минерализацией около 400—800 мг/л, несколько повышенными содержаниями сульфатов, магния, иногда натрия, но в целом они отличались неплохим качеством [1, 5, 11]. Однако уже в начальные периоды эксплуатации скважин было замечено, что с их углублением качество подземных вод ухудшается. К настоящему времени интенсивный водоотбор привел к срезке уровня подземных вод, который уже понизился примерно на 80—90 м и достиг горизонта вод с повышенной минерализацией, высоким содержанием фтора и некоторых других ингредиентов.

Существенное понижение пьезометрического уровня и формирование депрессионной воронки с центром в пределах г.Саранск в итоге обусловили значительное изменение химического состава подземных вод, используемых для хозяйственно-питьевого водоснабжения. В настоящее время они отличаются высокими содержаниями практически всех главных ионов, особенно хлоридов, сульфатов, натрия, а также нитратов. Интенсивность изменения химического состава вод коррелирует с продолжительностью эксплуатации водозаборов: чем ближе к центру депрессионной воронки (т.е. к центру г.Саранск) расположен эксплуатируемый водоносный горизонт, тем ярче проявляются изменения в составе вод.

Так, наиболее длительно эксплуатируемые городские водозаборы (Центральный и Резинотехника) отличаются более высокой минерализацией подземных вод, высокими содержаниями в них хлоридов, сульфатов, натрия, аммонийного азота и нитратов (табл. 1). Минимальные значения указанных показателей характерны для вод водозаборов Руднянский и Пензятский (вскрытые ими воды по составу, по-видимому, близки к «естественным» водам). Воды, эксплуатируемые водозабором Октябрьский, занимают своеобразное промежуточное положение. Увеличение содержания главных ионов (исключение составляют гидрокарбонаты) сопровождается существенным ростом минерализации подземных вод и соответственно изменением соотношения эквивалентов между макрокомпонентами (табл. 2). Наблюдается типичный для условий депрессионных воронок переход гидрокарбонатных кальциевых вод в сульфатные натриевые (которые в настоящее время характерны для пригородного водозабора), а затем в хлоридные натриевые (городские водозаборы) воды.

В настоящее время в центральной части Мордовии активно формируется региональная гидрогеохимическая аномалия, которая характеризуется постоянным или эпизодическим превышением гигиенических нормативов по минерализации, фтору и жесткости, повышенными концентрациями хлоридов, уровни которых в отдельные дни наблюдений достигали значений предельно допустимой концентрации (ПДК), нитратов, сульфатов, натрия. Наиболее резко изменения химического состава подземных вод проявлены для центральной части депрессионной воронки (т.е. в пределах городской территории), где длительно эксплуатируемые подземные воды из пресных перешли в солоноватые, минерализация которых превышает 1 г/л. Присутствие в подземных водах высоких концентраций нитратов (до 11—14 мг/л) свидетельствует, судя по всему, об их поступлении из зоны аэрации, особенно в областях питания водоносных горизонтов, а также при инфильтрации загрязненных поверхностных вод (в пределах промышленно-урбанизированных и сельскохозяйственных территорий). В то же время повышенные уровни нитратов, как и ряда других ингредиентов, в определенной степени могут быть обусловлены их проникновением из глубоких водоносных горизонтов или, например, более интенсивным выщелачиванием из водовмещающих пород [10]. Известно также, что в условиях усиленного водоотбора возможен приток минерализованных вод из более глубоких водоносных горизонтов.

В строении формирующейся региональной гидрогеохимической аномалии прослеживается определенная гидрохимическая зональность, проявляющаяся максимальным увеличением минерализации, содержания главных ионов (за исключением гидрокарбонатов) и соединений азота в центральных частях депрессионной воронки (т.е. в пределах г.Саранск). К ее периферии минерализация и уровни макрокомпонентов снижаются (концентрации гидрокарбонатов закономерно увеличиваются). В направлении увеличения общей минерализации изменяются, как уже было сказано, соотношения между главными ионами, что обусловлено направленным ростом содержания в подземных водах сульфатов, хлоридов и натрия. Рост концентраций по направлению от загородных к городским водозаборам наблюдается и для многих химических элементов с закономерным проявлением максимальных их уровней на водозаборе Резинотехника. В целом подземные воды Саранского месторождения характеризуются значительными (выше средних показателей для вод зоны гипергенеза) содержаниями Al, Cu, Sn, B, Mo, Li, Ba, Ni, а также эпизодическим появлением очень высоких концентраций Cd, Hg, Bi, Co (табл. 3). Если для значительной части металлов можно предположить повышение их концентраций за счет вероятного техногенного загрязнения, то для B, Li и Ba высокие содер-

1. Химический состав подземных вод Саранского месторождения (в мг/л)

Водозабор	Сезон	pH	Cl	SO ₄	HCO ₃	NO ₃	NO ₂	Mg ²	K	Ca ²	Na	NH ₄	Общая жесткость, мг-экв/л	Окисляемость перманганатная, мгО ₂ /л	F	Сухой остаток
Руднянский	Лето	7,78	49	117	319	1,56	0,021	46	3,5	50	44	0,77	6,2	1,5	2,21	543
	Осень	7,75	38	80	339	1,68	0,420	24	4,5	58	51	0,49	5,9	2,4	1,55	513
Пензятский	Лето	7,71	58	109	298	1,60	0,014	38	3,2	53	54	0,42	5,5	1,9	2,14	551
	Осень	7,70	57	106	339	1,93	0,019	24	4,1	61	61	0,31	4,9	3,1	1,60	495
Октябрьский	Лето	7,76	199	264	294	2,04	0,011	56	5,9	66	153	0,96	7,9	1,9	2,81	910
	Осень	8,15	203	235	275	9,03	0,009	34	6,4	70	160	0,71	6,2	3,8	1,83	1011
Центральный	Лето	7,70	235	265	283	2,41	0,016	64	5,9	68	148	0,79	8,6	1,9	2,44	933
	Осень	7,71	237	235	282	7,25	0,091	35	6,2	81	166	0,61	6,8	4,2	2,25	1041
Резинотехника	Лето	7,69	308	269	257	2,55	0,017	59	6,7	73	187	1,02	6,8	2,5	2,64	1279
	Осень	7,80	330	209	250	10,75	0,012	38	7,2	84	212	0,73	7,2	4,2	2,45	1288
Среднее	Общее	7,78	171	189	294	7,10	0,063	42	5,3	66	124	0,68	6,6	2,7	2,19	856
	Лето	7,67	170	205	290	2,03	0,016	53	5,1	62	117	0,79	7	1,9	2,45	843
	Осень	7,82	173	173	297	6,13	0,11	31	5,7	71	130	0,57	6,2	3,5	1,94	870
Зона гипергенеза [15]		6,75	10,1	12,4	146	1,56	0,10	11,2	1,8	27,4	13,8	0,52	Нет данных		0,23	239

2. Соотношение между главными ионами в подземных водах Саранского месторождения

Водозабор	Сезон	rMg/rCa	rNa/rCa	rSO_4/rCl	rNa/rCl	Класс, группа воды
Руднянский	Лето	1,53	0,78	1,76	1,38	Гидрокарбонатный, магниевая (Ca^{2+})
	Осень	0,68	0,77	1,55	2,07	Гидрокарбонатный, кальциевая (Na^+)
Пензятский	Лето	1,22	0,92	1,40	1,46	Гидрокарбонатный, магниевая (Ca^{2+})
	Осень	0,63	0,87	1,37	1,65	Гидрокарбонатный, кальциевая (Na^+)
Октябрьский	Лето	1,38	2,01	0,98	1,18	Сульфатный, натриевая (Cl^-)
	Осень	0,80	1,99	0,85	1,22	Хлоридный, натриевая (SO_4^{2-})
Центральный	Лето	1,54	1,89	0,83	0,97	Хлоридный, натриевая (SO_4^{2-})
	Осень	0,71	1,78	0,73	1,07	
Резинотехника	Лето	0,88	2,22	0,64	0,94	Хлоридный, натриевая (SO_4^{2-})
	Осень	0,73	2,20	0,48	0,99	
Среднее	Общее	1,01	1,54	1,06	1,29	Хлоридный, натриевая (HCO_3^-)
	Лето	1,31	1,56	1,12	1,19	
	Осень	0,71	1,52	1,00	1,40	

Примечание. В скобках — ион, эквивалент которого имеет высокое значение (приближается к эквиваленту преобладающего катиона или аниона).

жания, заметно превышающие средние уровни в водах зоны гипергенеза, могут быть связаны с местными гидрохимическими особенностями и обогащением вод этими элементами в результате взаимодействия с горными породами в условиях неустойчивого гидродинамического режима, свойственного депрессионной воронке.

Наблюдаемые явления (рост концентраций, изменение соотношений между главными ионами, трансформация общего состава вод, формирование зональности) являются закономерным следствием промышленной эксплуатации водоносных горизонтов и в значительной степени связаны с изменениями гидрогеохимических условий водоносных горизонтов [3, 4, 6, 7, 12]. В частности, установлено, что при интенсивном и неравномерном отборе вод происходит увеличение водопроницаемости карбонатных пород за счет суффозии, процессов растворения и выщелачивания известняков, что интенсифицирует вынос многих макро- и микрокомпонентов, в т.ч. фтора. При понижении пьезометрического уровня вод в каменноугольных водоносных горизонтах отмечается увеличение кальция, магния, сульфатов, хлоридов и минерализации с глубиной. Фиксируется также рост концентраций нитратов, нитритов, показателя окисляемости. Кроме того, в результате образования безнапорных зон происходит увеличение содержаний некоторых микроэлементов. В ходе эксплуатации подземных вод нарушается изоляция водоносных горизонтов, что, с одной стороны, обуславливает вероятность поступления в них загрязненных поверх-

ностных и грунтовых вод, с другой, принос из более глубоких горизонтов макро- и микроэлементов, в т.ч. из-за подтягивания вод к скважинам. Потенциальная возможность загрязнения подземных вод в значительной степени определяется уже отмеченной значительной трещиноватостью и закарстованностью водовмещающих пород, а также существующей гидравлической связью поверхностных и подземных вод.

Сезонные различия в химическом составе подземных вод, наблюдаемые практически на всех водозаборах, во многом связаны с типичным для данных напорных вод гидрогеологическим режимом, а также с характерными для эксплуатируемых водоносных горизонтов преобразованиями геохимических свойств подземной среды и частично с различным по интенсивности сезонным техногенным загрязнением, особенно в пределах города. Наиболее резкие сезонные изменения фиксировались для магния, фтора, нитратов, легкоокисляемой органики, количество которой характеризуется значениями перманганатной окисляемости. Более высокие концентрации нитратов отмечались, во-первых, осенью, во-вторых, в водах, вскрытых городскими и пригородными водозаборами. Более высокие уровни для F, Mg, Ti, Cr и As наблюдались летом и практически на всех водозаборах. Значения окисляемости были максимальными осенью. Более высокие концентрации для Al, Fe, Zn, Li, Ni характерны в осенний период. Осенью, как правило, происходит некоторое повышение уровня подземных вод, чему способствует не только осеннее

3. Химические элементы в подземных водах Саранского месторождения (в мкг/л)

Водозабор	Сезон	Al	Ti	Mn	Fe	Cu	Zn	Sn	B	Mo	Li
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Руднянский	Лето	217	2,9	49	93	14,4	12,8	1,3	313	1,03	52,7
	Осень	200	1,3	23	106	Нет данных	15,2	1,1	260	1,07	69,6
Пензятский	Лето	197	2	34	173	12,9	7,3	1,1	277	1,17	37,1
	Осень	250	2,2	29	390	Нет данных	10,4	0,9	266	1,51	63,3
Октябрьский	Лето	224	3,4	12	182	13,9	6,1	0,9	376	0,91	45,8
	Осень	353	2,4	22	127	Нет данных	19,6	2,5	461	Нет данных	46
Центральный	Лето	347	4,2	36	185	12,2	8,9	2,3	301	0,99	36,4
	Осень	450	3,5	37	104	Нет данных	11,8	2,1	309	0,99	70,6
Резинотехника	Лето	515	4,9	27	344	39,7	10,3	4,7	417	1,66	72
	Осень	400	2,9	73	882	Нет данных	48,2	4,4	467	1,88	105,9
Среднее	Общее	297	3	34,2	259	Нет данных	15,1	2,13	345	1,25	59,9
	Лето	300	3,5	32,6	195	18,6	9,1	2,06	337	1,15	48,8
	Осень	331	2,5	36,8	322	Нет данных	21,04	2,2	353	1,36	71,1
Зона гипергенеза [15]		190	6,96	34,3	424	4,0	30,3	0,35	35,4	1,16	6,2

Водозабор	Сезон	Ag	Cr	Ba	Cd	Si	Bi	As	Ni	Hg	Co
		13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Руднянский	Лето	0,09	4,8	82,5	Нет данных	6,7	Нет дан-ных	1,4	21,9	Нет дан-ных	Нет дан-ных
	Осень	Нет дан-ных	2,0	69,5		6,0		Нет дан-ных	57,4	0,12	
Пензятский	Лето	0,08	4,6	53,0	0,17	5,2	0,07	2,5	31,2	Нет дан-ных	2,0
	Осень	0,04	1,6	74,0	Нет данных	6,0	Нет данных		37,3	0,16	Нет дан-ных
Октябрьский	Лето	0,15	11,0	Нет данных		3,5	Нет данных		16,7	Нет дан-ных	Нет дан-ных
	Осень	0,10	3,7			5,1			28,8	0,14	
Центральный	Лето	0,12	3,4	Нет данных		4,0	Нет дан-ных	2,0	32,2	Нет дан-ных	3,6
	Осень	0,11	3,6			5,0		Нет дан-ных	33,7	0,1	Нет дан-ных
Резинотехника	Лето	0,11	5,0	Нет дан-ных	0,7	4,5	1,84	2,0	29,8	Нет дан-ных	Нет дан-ных
	Осень	0,15	2,6		Нет данных	3,7	Нет дан-ных	1,0	48,7	0,1	
Среднее	Общее	0,106	4,23	69,8	Нет данных	5	Нет дан-ных	1,78	33,8	Нет данных	
	Лето	0,11	5,8	67,8	0,44	4,8	0,96	1,98	26,4	Нет дан-ных	2,8
	Осень	0,10	2,7	71,8	Нет данных	5,16	Нет дан-ных	1	41,2	0,124	Нет дан-ных
Зона гипергенеза [15]		0,22	2,78	14,4	0,20	Нет данных		1,34	3,11	0,041	0,33

подпитывание, но и определенное восполнение запасов вод за счет характерного для данного сезона снижения водоотбора, а также из-за инфильтрации воды из зоны аэрации. Воды вступают в контакт с горными породами, что обуславливает активизацию процессов выщелачивания из них соединений азота и таких элементов, как Al, Fe, Li, Ba. Осеннее подпитывание может также сопровождаться поступлением в водоносные горизонты загрязненных азотом и органическими веществами поверхностных вод или вод других горизонтов. В таких условиях воды вступают в контакт с выше расположенными горными породами, как правило, обедненными фтором, что сопровождается созданием условий менее благоприятных для его водной миграции. Действительно, в летний период в исследованных водах фиксировался заметный рост Mg/Ca. Как известно, вследствие различной растворимости фторидов Ca и Mg количество фтора в подземных водах увеличивается с ростом величины указанного отношения [9].

Сезонные и внутрисезонные колебания общей минерализации, содержаний сульфатов и гидрокарбонатов (и изменения соотношений между ними) наиболее значимо проявляются в подземных водах, эксплуатируемых загородными водозаборами. Это свидетельствует о существовании нестабильных гидрогеохимических условий в этих частях депрессионной воронки, что, очевидно, типично для начального этапа эксплуатации подземных вод. Водоносные горизонты, вскрытые городскими водозаборами, отличаются меньшим изменением концентраций главных ионов и минерализации, т.е. гидрогеохимический режим здесь более стабилен, а воды полностью метаморфизованы и заметно обогащены фтором.

Таким образом, подземные воды г.Саранск, используемые в хозяйственно-питьевых и промышленных целях, отличаются своеобразным геохимическим обликом (гидрокарбонатные магниевые-кальциевые за пределами города и хлоридные натриевые в центре депрессионной воронки) и повышенными содержаниями ряда химических элементов. Характерной особенностью состава подземных вод, используемых для хозяйственно-питьевого водоснабжения г.Саранск и его окрестностей, является присутствие в них фтора в содержаниях, стабильно превышающих верхнее значение ПДК. Результаты специальных исследований свидетельствуют о развитии у детей, проживающих в г.Саранск, флюороза зубов I—III степени, причем интенсивность проявления данного заболевания в определенной степени отражает уровень содержания фтора в питьевой воде [8, 16]. Флюорозо-активность обогащенных фтором вод частично сдерживается повышенными концентрациями в них кальция.

В заключение следует сделать следующие выводы:

1. Интенсивная эксплуатация подземных вод для хозяйственно-питьевого и промышленного водо-

снабжения г.Саранск обусловила формирование в центральных районах Мордовии депрессионной воронки, что привело к изменению гидродинамических и геохимических условий формирования состава вод и ухудшению (с утилитарной точки зрения) их качества. Это проявилось, прежде всего, в трансформации химического состава подземных вод, вплоть до их глубокой метаморфизации и перехода из типичных (зональных) гидрокарбонатных кальциевых в хлоридные натриевые воды. Степень изменения химического состава вод коррелирует с продолжительностью периода эксплуатации водоносных горизонтов. В строении активно формирующейся региональной гидрогеохимической аномалии прослеживается определенная зональность с максимальным увеличением минерализации, жесткости, концентраций главных ионов (за исключением гидрокарбонатов), фтора, соединений азота и некоторых других химических элементов в центральных частях депрессионной воронки. В направлении роста общей минерализации изменяются соотношения между главными ионами, обусловленные существенным возрастанием в подземных водах концентраций сульфатов, хлоридов и натрия.

2. Подземные воды Саранского месторождения, используемые для хозяйственно-питьевого водоснабжения, характеризуются повышенными содержаниями ряда химических элементов, что особенно характерно для фтора, уровни содержания которого практически постоянно превышают верхнее пороговое значение существующей ПДК. В настоящее время в центральных районах Мордовии сформировалась природно-техногенная гиперфторовая биогеохимическая провинция, с которой связана эндемия флюороза. Возникновение ее обусловлено как естественными причинами (повышенные концентрации фтора в глубокозалегающих артезианских водах и его значительные «запасы» в водовмещающих породах), так и техногенными факторами (активный водозабор, изменяющий гидрогеохимические условия и интенсифицирующий накопление фтора и других компонентов в водах).

3. Необходимо отметить, что гигиенические последствия смены химического класса, увеличения минерализации и жесткости воды на фоне возрастающих концентраций фтора изучены очень слабо. Речь идет не о влиянии питьевых вод с повышенной минерализацией и увеличенной жесткостью на человека — этот вопрос неплохо рассмотрен в литературе, а о влиянии достаточно быстрого изменения общего химического состава питьевых вод. Длительное время для жителей г.Саранск типичной питьевой водой являлась гидрокарбонатная кальциевая вода с относительно невысокими минерализацией и общей жесткостью. В настоящее время значительная часть городского населения употребляет в питьевых целях хлоридные натриевые воды с повышенной минера-

лизацией, увеличенной жесткостью, к тому же отличающихся высокими концентрациями фтора и ряда других химических элементов и их соединений. Это, безусловно, определяет необходимость дальнейших исследований, направленных на установление эколого-геохимических и гигиенических последствий использования указанных вод в хозяйственно-питьевых целях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Афанасьев Т.П.* Подземные воды Среднего Поволжья и Прикамья и их гидрохимическая зональность. —М.: Изд-во АН СССР, 1956.
2. *Афанасьев Т.П., Макаренко Ф.А.* Геохимическая зональность подземных вод Русской платформы // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1971. № 1. С. 121—133.
3. *Бочевер Ф.М., Ковалева И.В.* Эксплуатационный режим подземных вод в Московском артезианском бассейне // Проблемы гидрогеологии и инженерной геологии. —Минск: Наука и техника, 1978. С. 119—129.
4. *Гаврюхина А.А.* Формирование подземных вод под влиянием искусственной разгрузки. —М.: Наука, 1964.
5. *Гидрогеология СССР. Поволжье и Прикамье.* Т. XIII. Ч. 1. —М.: Недра, 1970.
6. *Гольдберг В.М.* Взаимосвязь загрязнения подземных вод и природной среды. —Л.: Гидрометеиздат, 1987.
7. *Злобина В.Л.* Влияние эксплуатации подземных вод на развитие карстово-суффозионных процессов. —М.: Наука, 1986.
8. *Кашина Л.И., Янин Е.П.* Природно-техногенная гиперфторовая биогеохимическая провинция в центральных районах Мордовии (формирование, геохимические особенности, экологические последствия) // Техногенез и биогеохимическая эволюция таксонов биосферы (Тр. Биогеохим. лаб., т. 24). —М.: Наука, 2003. С. 157—173.
9. *Крайнов С.Р., Швец В.М.* Геохимия подземных вод хозяйственно-питьевого назначения. —М.: Недра, 1987.
10. *Кудрявцева Н.А.* Некоторые закономерности в распространении минерализованных вод на Окско-Цнинском вале // Вопросы геохимии подземных вод. —М., 1969. С. 109—127.
11. *Ланге О.К.* Подземные воды СССР. Ч. 1. —М.: Изд-во Москов. гос. ун-та, 1953.
12. *Погребняк И.Ф.* Подземные воды Нечерноземной зоны Среднего Поволжья и проблемы их использования // Новые данные по геологии и гидрогеологии Нечерноземной зоны Поволжья. —М., 1980. С. 110—120.
13. *Руководство по контролю качества питьевой воды:* Т. 1 / Пер. с англ. —М.: Медицина, 1986.
14. *Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши.* —Л.: Гидрометеиздат, 1977.
15. *Шварцев С.Л.* Гидрогеохимия зоны гипергенеза. —М.: Недра, 1998.
16. *Янин Е.П.* Фтор в питьевых водах города Саранска и его гигиеническое значение. —М., 1996.

УДК 553.7+556.314(517.54)

Ю.И.Кустов, 2009

Подземные минеральные воды в Тункинском регионе юго-западного фланга Байкальского рифта

Ю.И.КУСТОВ (ИЗК СО РАН)

Геолого-гидрогеологическая обстановка. Тункинский регион расположен в центральной части Азиатского материка и включает территорию широтного отрезка Байкальского рифта (западнее впадины оз.Байкал), а так же отроги Восточного Саяна (на севере) и хр.Хамар-Дабан (на юге), составляющие зону, где фиксируется тектоническое влияние Байкальского рифта. Территория широтного отрезка Байкальского рифта представлена группой рифтовых впадин (с запада на восток): Мондинская, Хойто-Гольская, Туранская, Тункинская, Торская и Быстринская, заполненные кайнозойскими терригенными осадками. Впадины разделяются в местах развития на поверхности кристаллических пород (метаморфические и изверженные).

Межгорные впадины *байкальского* типа заполнены осадочными породами неоген-четвертичного возраста. Мощность осадочного чехла в самой большой по размерам из этой группы впадин — Тункинской, превышает 2000 м (скв. 2-р, глубина которой 2117 м, у д.Талая не вскрыла фундамент впадины). По результатам бурения скв. 1-г на берегу р.Иркут в райо-

не д.Жемчуг фундамент впадины вскрыт на глубине 1056 м и представлен амфиболовыми гнейсами и гранитогнейсами докембрийского возраста. На этой же площади скв. 1-р (в удалении 150 м) фундамент впадины вскрыт уже на глубине 994 м (кора выветривания ниже залегающих кристаллических пород мощностью 8 м). Такая разница в отметках глубины вскрытия фундамента определяется структурно-тектоническим строением впадины.

На схеме гидрогеологического районирования территории Тункинского региона принадлежит к юго-западной части Байкальской гидрогеологической складчатой области с межгорными артезианскими бассейнами байкальского типа и бассейнами трещинных вод в кристаллических породах горноскладчатых сооружений. На севере к ней примыкает Восточно-Саянская гидрогеологическая складчатая область с бассейнами трещинных вод. Граница между ними проводится по тектоническому контакту Тункинского разлома [1].

Тункинский разлом, по линии которого проводится граница геологических структур Восточного Сая-

на и Байкальской горной страны, выполняет важную роль, являясь гидрогеологической структурой или резервуаром, где аккумулируются и частично разгружаются подземные воды кристаллических пород Тункинских Белков. Воды поверхностного и подземного стока со стороны Восточно-Саянской гидрогеологической складчатой области идут на питание поверхностных водотоков в пределах межгорных артезианских бассейнов Тункинской группы и горизонтов подземных вод в разрезе рыхлых отложений неоген-четвертичного возраста. Не все водотоки доносят свои воды поверхностным стоком до р.Иркут — основной дрены в регионе. Ряд водотоков почти сразу теряются в рыхлых отложениях и подземным стоком поступают в р.Иркут.

По иному происходит движение подземных и поверхностных вод со стороны отрогов хребта Хамар-Дабан, где условия формирования поверхностного и подземного стоков более благоприятные для образования речных систем с высокой водностью (р.Зун-Мурин и др.). Можно также предполагать, что воды определенной части подземного стока неогеновых отложений продвигаются на север до зоны Тункинского разлома, минуя долину р.Иркут как «ограничителя» подземного стока в артезианских бассейнах, и участвуют в образовании обособленного резервуара подземных вод зоны Тункинского разлома.

Гидрогеологические условия Тункинской группы межгорных артезианских бассейнов наиболее хорошо изучены в Тункинском артезианском бассейне. Тункинский бассейн отличается от других бассейнов группы своими размерами (площадь около 1300 км², мощность осадочного чехла 2000 м). На западе он ограничен отрогами Ниловского выступа, а на востоке — Еловского. Бассейн сложен рыхлыми четвертичными отложениями и уплотненными терригенными породами неогена с прослоями бурых углей, углистых сланцев и базальтов, залегающими на кристаллических породах фундамента. Породы фундамента, по материалам бурения скв. 1-г (ПГО «Бурятгеология», В.Б.Беляев, Л.А.Лубенский), представлены гнейсами амфиболовыми зеленовато-серыми, полосчатыми, массивными, окварцованными, трещиноватыми (1056—1080,8 м); в верхней части интервала установлена брекчия мощностью 0,8 м. Ниже по разрезу гнейсы сменяются гранитогнейсами мелкозернистыми, массивными, плотными, крепкими, полосчатыми, окварцованными, трещиноватыми (1080,8—1093,2 м); с глубины 1089,8 м и до забоя скважины породы сильно трещиноватые.

Породы фундамента вскрыты скв. 1-р на глубине 994 м, причем мощность коры выветривания составила 8 м. В интервале 1002—1026 м трещиноватые граниты и гранитогнейсы докембрийского возраста. В интервале 285—585 м среди песка с большим количеством гравия выявлены обломки базальта (в разрезе

скв. 1-г наличие базальтов не отмечено). Глубина скважины 1026 м.

В разрезе Тункинской впадины наблюдается асимметрия. В ее северной части контакт осадочных пород чехла с кристаллическими породами горного обрамления устанавливается по Тункинскому разлому, который представлен уступами, опускающимися на глубину. По направлению к югу мощность осадочного чехла резко увеличивается, а затем уменьшается и на южной окраине его контакт с породами фундамента становится пологим.

Характерная особенность Тункинского артезианского бассейна — наличие в разрезе многолетнемерзлых пород и развитие подземных вод с температурой 50 °С. В южной и юго-восточной частях бассейна многолетнемерзлые породы картируются в виде островов. Сплошное распространение многолетнемерзлых пород установлено на Коймарских болотах и в районе д.Енгарги. Мощность пород, скованных многолетней мерзлотой вблизи Коймарских болот достигает 100 м (глубина вскрытия 4—10 м), а у д.Енгарги немного более 200 м (глубина вскрытия 0,5—1,5 м).

При проведении термокаротажных работ в конце 50-х годов прошлого столетия трестом «Востсибнефтегеология» в скважинах 1-р и 2-р породы с отрицательной температурой не были выявлены. Температура пород в скв. 2-р (д.Талая) плавно повышалась от 12 до 53 °С с глубины 73 м и до 2000 м. Средняя величина геотермической ступени составила 46 м, а в районе д.Жемчуг на р.Иркут (термокаротаж в скв. 1-р) величина ступени резко изменяется и составляет 26 м.

Для Тункинского артезианского бассейна сделана оценка интенсивности выноса глубинного тепла через величину теплового потока, рассчитанного по геотермическим данным в очагах разгрузки термальных вод. Величина теплового потока для азотных вод изменяется от 40 до 90 мВт/м² (среднее значение 60–12), для углекислых — от 76 до 90 мВт/м² (среднее 85–8), для метановых и азотно-метановых — от 60 до 99 мВт/м² (среднее 76–13). Глубина залегания подземных вод с изотермой 50 °С, рассчитанная по геотермическим данным, в центральной части Тункинского артезианского бассейна 1 км, а ближе к обрамлению она опускается до глубины 2 км [5].

Минеральные подземные воды. Влияние процессов рифтогенеза на подземную гидросферу в пределах территории Тункинского региона на юго-западном фланге Байкальского рифта сказалось на проявлении достаточно широкого спектра минеральных вод. По газовой составляющей выявленные минеральные воды являются азотными, углекислыми и метановыми; по ионно-солевому составу — гидрокарбонатные, сульфатные, присутствует в них и ион хлора, но его содержание не является преобладающим. Среди микрокомпонентов, которые определя-

1. Классификация подземных минеральных вод по условиям использования

Категория	Специфика использования		Особенности состава				Условия применения	Дополнительная область использования
			Растворенные газы	Сумма ионов, г/дм ³	Компоненты (микроэлементы)			
<i>Лечебные</i> солёные воды (1—36 г/дм ³), рассолы (слабые*, 36—150 г/дм ³) и воды низкой минерализации (менее 1 г/дм ³), содержащие биологически активные компоненты (терапевтические)	Питьевые воды, сумма ионов 1—15 г/дм ³	Лечебно-столовые, 1—10 г/дм ³	Азотные, углекислые	1—10	CO ₂ , Fe, Br, J, F, As, HBO ₂ , H ₄ SiO ₄ , C _{орг}	Питьевой бовет сатория; заводы по розливу в бутылки	Промышленные — при извлечении природной углекислоты	
		Лечебные, 10—15 г/дм ³	Азотные, углекислые, редко метановые	10—15	Дозированные концентрации F, As, Sr, HBO ₂ , C _{орг} и др.	Прием по назначению врача		Поисковые — для оценки территории на месторождения полезных ископаемых
		Купальные** воды, сумма ионов 36—80 г/дм ³ (иногда до 150 г/дм ³) ***			36—80, иногда 150	H ₂ S, Rn, CO ₂ , Fe, Br, J, Sr, HBO ₂ , H ₄ SiO ₄ , C _{орг} и др.	Лечебные ванны, душ и различные процедуры	Промышленные — при выработке солей и полезных компонентов
<i>Промышленные</i> крепкие, весьма крепкие и предельно насыщенные рассолы как «жидкая руда»	Получение различных солей и компонентов, полезное ископаемое		Азотные, метановые, редко углекислые	150—650	Кондиционные концентрации Br, J, Li, Rb, Cl, соли Na, Mg, Ca и др.	Извлечение солей и полезных компонентов из «жидкой руды»	Лечебные (купальные) и геотермальные — при специальной водоподготовке	
<i>Термальные</i> воды с температурой выше 20 С, <i>геотермальные</i> (35), <i>теплоэнергетические</i> (150 С)	Отопление жилых и производственных зданий, теплиц; выработка электроэнергии		Азотные, углекислые, метановые	0,3—6; 475	H ₂ S, CO ₂ , Rn, H ₄ SiO ₄ , Br, Sr, Li	Получение тепла для отопления зданий и сооружений	Лечебные в качестве купальных и возможно лечебных питьевых	
<i>Поисковые</i> воды и рассолы, в составе которых есть признаки контакта с месторождениями полезных ископаемых	Гидрогеохимические методы поисков нефти, газа, минеральных вод и других полезных ископаемых			1—650	H ₂ S, CO ₂ , Rn, Cl, K, Mg, Ca, Br, Li, ВРОВ, Т С и т.д.	Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых	Лечебные в качестве купальных и возможно промышленных для извлечения редких элементов	

* Классификация рассолов, предложенная Е.В.Пиннекером, (1966).

** Наружного применения.

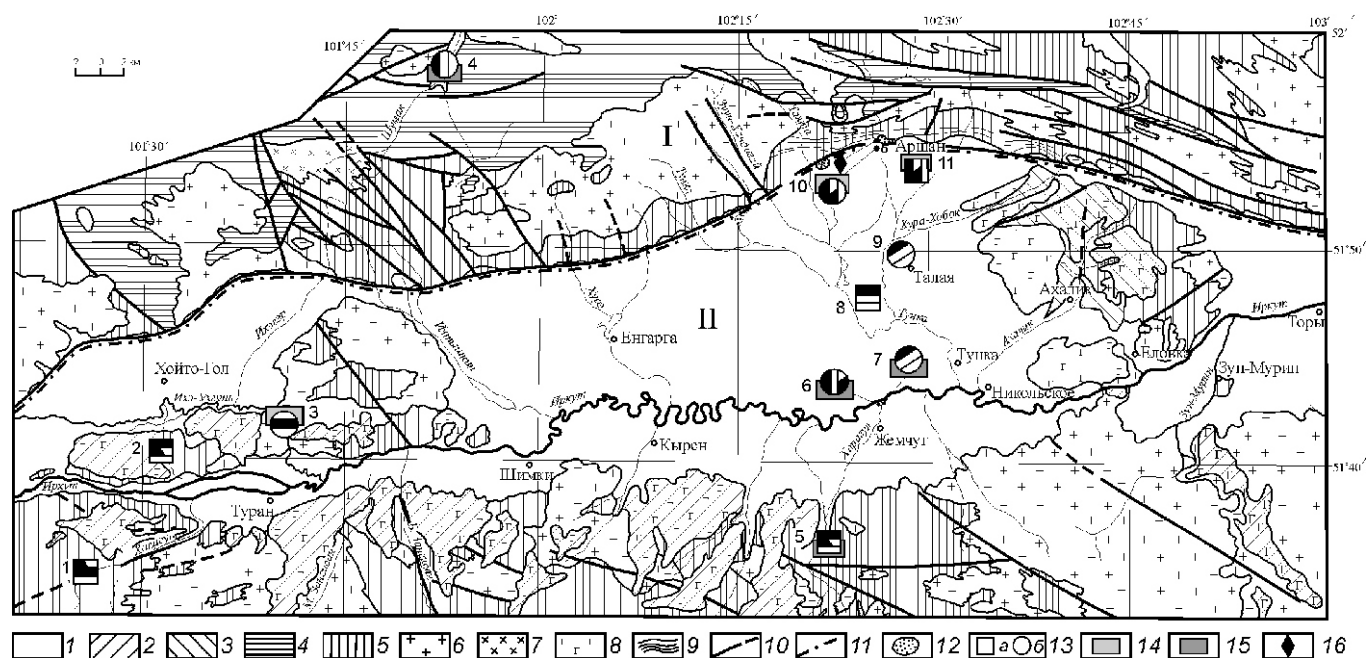
*** Воды с суммой ионов (минерализацией) 15—36 г/дм³ могут быть использованы в качестве купальных (для наружного применения) и как исключение в качестве питьевых при их разбавлении.

ют тип и специфику минеральных вод, установлены кремнекислота, железо, двуоксид углерода, общий сероводород, радон; по температуре эти воды холодные и термальные.

В представленной классификации по условиям использования минеральные воды подразделяются на воды: лечебные (питьевые и купальные), промышленные, термальные (теплоэнергетические) и поисковые (табл. 1). Выделенные градации минеральных вод имеют практическое подтверждение и для минеральных вод, получивших развитие в Тункинском регионе. Минеральные *лечебные* воды (питьевые и купальные) признаны и известны далеко за пределами региона. Они интенсивно используются в лечебных целях в санаториях (Аршан, Саяны, Нилова Пустынь) и водолечебницах (Хонгарула, Жемчуг, Шумак). Минеральная вода Аршана, разлитая в бутылки, используется во внекурортных условиях в качестве питьевой минеральной лечебно-столовой воды.

Минеральные *промышленные* воды региона не задействованы в сфере практического использования, но их принадлежность к этой градации минеральных вод определяется возможностью добычи углекислоты на Аршанском месторождении (пос. Аршан) или метана из скв. 1-р (пос. Жемчуг). Минеральные *термальные (теплоэнергетические)* воды скважин Жемчуга, Аршана и Ниловой Пустыни, хранящие в себе тепло земных недр, могут быть использованы не только в лечебных целях, но и для обогрева теплиц с целью выращивания овощей. *Поисковые* минеральные воды региона были использованы при поисках месторождений углеводородов и сверхтяжелых элементов в Тункинской впадине.

Представленный фактический материал по подземным минеральным водам взят за основу при составлении «карты минеральных лечебных вод Тункинского региона» (см. рисунок и табл. 2). На представленной карте минеральные воды региона рас-



Карта минеральных лечебных вод Тункинского региона юго-западного фланга Байкальского рифта. Составитель Ю.И.Кустов (2006):

Комплексы горных пород, насыщенные подземными водами: 1 — аллювиальные, озерно-болотные, делювиально-пролювиальные, флювиогляциальные, морены и зандровые отложения межгорных впадин, базальты и туфы четвертичного возраста; 2 — Тиссинские базальты плато, дайки базальтовых порфиров; 3 — конгломераты, пески, супеси, глины, песчаники, алевролиты, аргиллиты, бурые угли, базальты неогеновой системы; 4 — известняки и доломиты, известняки мраморизованные и окварцованные, сланцы и гнейсы протерозойского возраста; 5 — гнейсы, кристаллические сланцы, мраморы, кальцифиры, кварциты; 6 — интрузии микроклиновых гранитов, граносиенитов, гранодиоритов, диоритов, кварцевых диоритов Саянского комплекса протерозойского возраста; 7 — интрузии измененных основных и ультраосновных пород Еловского комплекса архейского возраста; 8 — вулканогенные породы, преимущественно основного состава; 9 — горизонты известняков; 10 — линия тектонического контакта; 11 — граница гидроминеральной области: I — Восточно-Саянская, углекислых холодных и термальных вод, II — Байкальская, азотных, метановых, углекислых термальных вод; 12 — известковые туфы; 13 — водопункт с минеральной лечебной водой: а — воды холодные (20 °C), б — воды термальные (20 °C), цифры на рисунке — номер по табл. 2; 14 — санаторий; 15 — водолечебница местного значения; 16 — завод по розливу в бутылки минеральных лечебных вод для внекурортного использования в качестве питьевых минеральных лечебно-столовых вод

2. Типизация минеральных лечебных вод Тункинского региона

Провинция	Группа	Класс	Тип воды	Ионно-солевой состав	Бальнеотерапевтический компонент, мг/дм ³ , t C	Представитель типа и его номер на карте
Азотные термальные воды	Кремнистые ра- доновые	Сульфатные	Горячинский	$\text{M1,01} \frac{\text{SO}_4, 83\text{HCO}_3, 10\text{Cl}, 5\text{F}_2}{\text{Na}, 73\text{Ca}, 23\text{Mg}, 2\text{K}_2}$	t 43,6; F 5,8; Li 1,3; Sr 2; H ₄ SiO ₄ 82,5; Rn 30 эман	Скв. 1 бальнеолечебницы «Нилова Пустынь»; 3
Азотные холодные воды низкой минерализации, содержащие бальнеотерапевтический компонент	Сероводородные	Гидрокарбонатные	Котерский	$\text{M0,31} \frac{\text{HCO}_3, 96\text{SO}_4, 2\text{Cl}_2}{\text{Mg}, 48\text{Ca}, 41\text{Na}, 8\text{K}_3}$	t 4; H ₂ S 7,5; H ₄ SiO ₄ 34	Источник Коймарский, 8
				$\text{M0,44} \frac{\text{HCO}_3, 70\text{SO}_4, 27\text{Cl}_3}{\text{Ca}, 45\text{Na}, 38\text{Mg}, 17}$	t 6,3; H ₂ S 4,5; H ₄ SiO ₄ 21	Источник Хутунский, 2
		Сульфатные	Туранский	$\text{M0,47} \frac{\text{SO}_4, 57\text{HCO}_3, 32\text{Cl}_1}{\text{Na}, 96\text{Ca}, 3\text{Mg}, 1}$	t 6,5; H ₂ S 12; H ₄ SiO ₄ 42	Источник Халагунский, 1
Углекислые термальные воды	Железистые	Гидрокарбонатные	Полостровский	$\text{M0,34} \frac{\text{HCO}_3, 56\text{SO}_4, 43\text{Cl}_1}{\text{Mg}, 51\text{Ca}, 45\text{Na}, 2\text{K}_2}$	t 5,3; Fe 10; H ₄ SiO ₄ 28	Источник Хонгарула, 5
	Кремнистые с фтором	Сульфатно-гидрокарбонатные	Аршанский	$\text{M4,07} \frac{\text{HCO}_3, 70\text{SO}_4, 27\text{Cl}_3}{\text{Ca}, 59\text{Mg}, 25\text{Na}, 15\text{K}_1}$	t 44,5; Sr 10; CO ₂ 920; H ₄ SiO ₄ 179; F 1,7	Скв. 41 санатория «Аршан—Тункинский», 11
				$\text{M1,74} \frac{\text{HCO}_3, 78\text{SO}_4, 20\text{Cl}_2}{\text{Ca}, 57\text{Mg}, 33\text{Na}, 9\text{K}_1}$	t 20,5; Sr 3,9; CO ₂ 806; H ₄ SiO ₄ 65; F 1,5	Скв. 34 санатория «Аршан—Тункинский» (на карте нет)
	Кремнистые с бором	Хлоридно-гидрокарбонатные	Жемчугский	$\text{M4,85} \frac{\text{HCO}_3, 55\text{Cl}, 44\text{SO}_4, 1}{\text{Na}, 68\text{Mg}, 27\text{Ca}, 4\text{K}_1}$	t 54,5; Sr 1,4; CO ₂ 489; H ₄ SiO ₄ 439; Br 2,5; Li 2; HBO ₂ 16	Скв. 1-г у д. Жемчуг, 6
	Кремнистые с радоном	Гидрокарбонатные	Шумаковский	$\text{M1,26} \frac{\text{HCO}_3, 95\text{SO}_4, 4\text{Cl}_1}{\text{Ca}, 53\text{Mg}, 37(\text{Na} + \text{K}), 10}$	t 34,5; F 2,6; Sr 0,6; CO ₂ 591; H ₄ SiO ₄ 59; Rn 360 эман	Источник Шумаковский, 4
Углекислые холодные воды	Кремнистые	Сульфатно-гидрокарбонатные	Кисловодский	$\text{M4,16} \frac{\text{HCO}_3, 72\text{SO}_4, 25\text{Cl}_3}{\text{Ca}, 61\text{Mg}, 24\text{Na}, 14\text{K}_1}$	t 14; Sr 10; CO ₂ 1053; H ₄ SiO ₄ 175; F 0,5; Fe 2	Скв. 35 санатория «Аршан—Тункинский», 10
Метановые термальные воды	Кремнистые щелочные	Гидрокарбонатные	Тункинский	$\text{M1,32} \frac{\text{HCO}_3, 85\text{Cl}_1, 5}{\text{Na}, 9\text{Ca}, 91\text{Ca}, 9}$	t 39; Sr 0,2; H ₄ SiO ₄ 78; pH 8,15; H ₂ S 0,7	Скв. 1-р Тункинская у д. Жемчуг, 7
				$\text{M1,46} \frac{\text{HCO}_3, 93\text{Cl}_1, 6\text{SO}_4, 1}{\text{Na}, 90\text{Mg}, 8\text{Ca}, 2}$	t 50 (1909 м); t 8 (на устье)	Скв. 2-р у д. Талая, 9

смаатриваются как лечебные, так как в других сферах практического применения не имеют. Следует отметить также, что на карту вынесены водопункты, воды которых изучены недостаточно полно — источники: Халагунский (1), Хутунский (2), Коймарский (8), Хонгарула (5).

Территория Тункинского региона включена в состав двух геологических структур — Восточный Саян и Байкальская горная страна. Каждая геологическая структура в гидрогеологическом отношении имеет свои отличительные особенности как в структурно-тектоническом развитии и литологическом составе пород, так и по насыщающим их подземным минеральным водам. Учитывая условия распространения, состав, ресурсы и генезис, минеральные воды [4, 6] находятся в недрах геологических структур, приобретают суть гидроминеральной области (см. рисунок): Восточно-Саянская (I) и Байкальская (II).

Восточно-Саянская гидроминеральная область. На карте показан один представитель гидроминеральной области, но уникальный по составу воды очаг разгрузки (см. рисунок, точка 4) — Шумакский источник. Небольшая по водности р.Шумак на юге Восточной Сибири, правый приток р.Китой известна тем, что в ее долине ниже устья р.Правый Шумак на отметке 1490 м над уровнем моря среди валунно-галечных отложений современного аллювия, которыми представлены террасы обоих берегов, происходит разгрузка углекислых, термальных, насыщенных радоном минеральных вод [1]. Суммарный дебит разгрузки составляет 9 л/с (замер выполнил В.М.Вострецов в апреле 1986 г. с использованием гидрометрической вертушки).

Шумакский очаг разгрузки минеральных вод представлен тремя группами (линиями) выходов и приурочен к месту пересечения молодого разлома северо-восточного простирания и разлома меридионального направления, который при продвижении на юг от очага разгрузки контактирует с Шумакским сбросом. Оба разлома осложнены мощными зонами дробления. Коренные породы в районе очага разгрузки представлены пластами известняков, доломитов, мраморов и углистых сланцев монгошинской свиты верхнего протерозоя [1].

Первая группа (линия) выходов сосредоточена ближе к левому борту долины р.Шумак. В этой группе сосредоточено наибольшее число выходов (41), в виде грифонов различной интенсивности. Общий дебит группы источников составил 3,4 л/с. Температура углекислой воды по разным выходам в этой части разгрузки изменяется от 11 до 32 С, концентрация углекислоты в различных грифонах определяется от 380 до 989 мг/дм³, а содержание Rn, замеренное в воде отдельных выходов, изменяется от 7 до 22 эман.

Вторая группа (линия) выходов расположена в центральной части долины, также на левой береговой террасе, но ближе к руслу р.Шумак. Замеренный об-

щий дебит 38 выходов составил 4,3 л/с. Температура минеральной воды в отдельных грифонах от 20 до 29 С, но таких грифонов мало. В этой группе больше грифонов, температура воды в которых от 12 до 18 С, причем они сосредоточены в верхней части линии грифонов. Выявленные концентрации углекислоты несколько ниже, чем в воде первой группы выходов и изменяются от 295 до 503 мг/дм³. Содержание Rn от 7 до 34 эман; максимальная концентрация, по данным В.М.Вострецова, достигает 60 эман.

Третья группа (линия) выходов проявляется на правом берегу р.Шумак. В этой группе всего 15 выходов и они сосредоточены на небольшой площадке, расположенной ближе к коренному склону долины. Температура минеральной воды в них самая высокая и составляет, по замерам разных исследователей, 34—37 С. Общий дебит третьей группы источников 0,8 л/с. На этом участке разгрузки ведется основной прием ванн и различных процедур, носящих профилактический и лечебный характер. В водах этой группы выходов зафиксированы самая высокая концентрация Rn (выход 103—550 эман, выход 98—360 эман). Концентрация углекислоты от 270 до 600 мг/дм³.

Минеральные воды всех трех групп Шумакского очага разгрузки имеют идентичный ионно-солевой состав — гидрокарбонатный магниевый-кальциевый. Различия отмечены только в концентрации растворенной углекислоты и эманации радона. Минеральная вода выхода 103 в третьей группе, является гидрокарбонатной кальциево-натриевой с минерализацией 2,6 г/дм³, что в два раза превышает величину минерализации вод других выходов. В этой воде отмечена самая высокая концентрация Rn 550 эман.

Байкальская гидроминеральная область. На границе Тункинских альп с Тункинской рифтовой впадиной проявляется очаг разгрузки минеральной воды — источник Аршан—Тункинский (см. рисунок, точки 10, 11). Выход углекислых холодных вод в виде двух грифонов выявлен в месте пересечения Тункинского разлома каньонообразной долиной р.Кынгарга, имеющей меридиональное направление, среди графитизированных и мраморизованных известняков иркутской свиты нижнего протерозоя. Сверху породы перекрыты валунно-галечными современными отложениями мощностью 30—40 м [3, 5, 7].

В процессе буровых работ, начавшихся в 30-е годы прошлого столетия, в районе источников пробурен ряд мелких скважин. В непосредственной близости от источников скважинами вскрыты углекислые (2300 мг/дм³) сульфатно-гидрокарбонатные магниевый-кальциевые воды с температурой 8—10 С и минерализацией 3,4 г/дм³ (скв. 3-бис и др.). Скажинами, пробуренными в непосредственной близости от источников, был перехвачен основной поток углекислых вод на глубине и режим источника 1 изменился, а источник 2 перестал функционировать. В 1960-е

годы на Аршанском месторождении углекислых вод выполнена программа по поиску и разведке минеральных термальных вод с целью перспективного развития курорта и расширения круга показаний бальнеолечения в санатории «Аршан—Тункинский».

Поиск увенчался успехом в 1968 г., когда скв. 28 (южнее линии Тункинского разлома в графитизированных и мраморизованных известняках) были вскрыты термальные воды, насыщенные углекислотой. Глубина вскрытия терм 475 м. Температура воды на устье скважины 43,4 С, а статический уровень достигал отметки 59,5 м. Дебит скважины на изливе составил 14,1 л/с. Ионно-солевой состав углекислой воды сульфатно-гидрокарбонатный магниевый-кальциевый, минерализация 4,03 г/дм³. Насыщенные воды углекислотой достигало концентрации 1230 мг/дм³ [2].

В термальной углекислой воде по сравнению с холодной отмечено увеличение содержания сульфат-иона, повышение концентрации натрия, но уменьшение концентрации углекислоты. В целом процентное соотношение между ионами сохраняется. Постоянство ионно-солевого состава как термальной, так и холодной минеральной воды отмечается по всем скважинам, вскрывшим минеральные воды, в процессе разведки, эксплуатации месторождения и режимных наблюдений [4].

На территории Тункинской впадины в непосредственной близости от д.Жемчуг находится не менее интересный источник проявления минеральных вод. На правом берегу р.Иркут около устья р.Харагул в 1953—1954 гг. пробурена скв. 1-р (см. рисунок, точка 7) с целью поиска и изучения перспектив нефтегазоносности неогеновых отложений Тункинской впадины. Полностью вскрыт осадочный чехол впадины и по породам фундамента пройдено 32 м. Фундамент в пределах вскрытого интервала 994—1026 м представлен гранитами и гранитогнейсами. Осадочный чехол сложен песками, суглинком, углистыми сланцами. Проявлений нефти не обнаружено, но были получены термальные воды в интервале 731—798 м (терригенные породы тункинской свиты неогена), насыщенные метаном и изливающиеся на поверхность. Дебит скважины составил 8 л/с воды с температурой 39 С.

В непосредственной близости от скв. 1-р в 1987 г. пробурена скв. 1-г (см. рисунок, точка 6) для организации станции по изучению гидрогеологических предвестников землетрясений. В процессе бурения и после его окончания проведены специальные геохимические исследования по обнаружению редких элементов. Глубина скважины 1093 м. Фундамент впадины вскрыт на отметке 1055 м. Это на 61 м ниже, чем в скв. 1-р при расстоянии между скважинами всего 150 м. Такая разница в отметках кровли фундамента может быть объяснена наличием между скважинами разлома. Надо отметить и разницу в мощности

коры выветривания фундамента, которая в скв. 1-р составляет 8 м (гранитогнейсы), в то время как мощность брекчии в кровле фундамента по скв. 1-г (амфиболовые гнейсы) составляет всего 0,8 м. И еще, в скв. 1-р по интервалу 285—585 м в разнозернистом песке с включением гравия и гальки встречаются обломки базальта (пласты отсутствуют), а в скв. 1-г на этом уровне базальта нет вообще.

Интервал 731—798 м интенсивно обводнен в скв.1-р. Статический уровень воды выше поверхности земли, дебит скважины на изливе 7—8 л/с. Вода, насыщенная метаном (60%) и нагретая до 38 С, гидрокарбонатная натриевая с минерализацией 1,2 г/дм³. В процессе бурения скв. 1-г в интервалах 770—776 и 882—890 м отмечалось слабое проявление газа, а интервал 972—986 м (отложения танхойской свиты неогена) насыщен водой и опробован испытателем пластов. Результаты испытания: статический уровень 1 м, дебит водопоявления 2,1 л/с (расчетный); состав воды не был изучен.

В процессе бурения кристаллических пород фундамента сведений о водопоявлениях в скв. 1-р не установлено. При вскрытии пород фундамента (1055 м) из скв. 1-г начался излив термальной воды, высота напора которой 1073 м, что определяет статический уровень 18 м. Оценка водопоявления выполнена по двум интервалам: 1) 1058—1064 м, расчетный дебит 1,6 л/с; 2) 1077—1093 м, дебит 5 л/с.

Стенки скв. 1-г закреплены колонной труб (108 мм) до глубины 1061 м (в интервале 1052—1059 м сделана их перфорация). Опытная откачка проведена 18—21 сентября 1987 г. При динамическом уровне 1,3 м (понижение 16,7 м) дебит скважины составил 6,7 л/с. Температура воды 54,5 С. Полученная вода по ионно-солевому составу резко отличается от состава воды в скв. 1-р (интервал 731—798 м).

Вода из скв. 1-г (породы фундамента) насыщена углекислым газом, а скв.1-р (породы чехла) — метаном, хлоридно-гидрокарбонатная магниевая-натриевая (скв. 1-р гидрокарбонатная натриевая), величина минерализации 4,4 г/дм³ (в скв. 1-р 1,2 г/дм³), а концентрация кремнекислоты 439 мг/дм³ — самая высокая для минеральных вод в пределах юга Восточной Сибири (скв. 1-р 78 мг/дм³). Концентрация углекислоты 489 мг/дм³ (в скв. 1-р двуоксида углерода нет).

В западной части Тункинского региона в пределах Ниловской межвпадинной перемычки, отделяющей Тункинскую впадину от Хойто-Гольской и Туранской впадин, на поверхности надпойменной террасы у подножия правого коренного склона узкой долины р.Ихе-Ухгунь (левый приток р.Иркут), происходит разгрузка азотных термальных вод источника Ниловая Пустынь (см. рисунок, точка 3) с концентрацией Rn до 90 эман. В районе выхода термальных вод на поверхность установлено проявление биотитовых гранитов и гранодиоритов саянского комплекса верхнепротерозойского возраста.

На минеральных лечебных водах Ниловой Пустыни создана современная здравница с двумя ванными корпусами и поликлиникой. В 1964—1966 гг. гидрогеологической экспедицией Бурятского геологического управления выполнена разведка месторождения и утверждены его эксплуатационные запасы [1]. Самая высокая температура воды в процессе бурения была выявлена в скв. 5. Дебит скважины при понижении уровня воды на 4,3 м составлял 12,1 л/с минеральной воды с температурой 45 С.

С целью защиты гидроминеральных ресурсов месторождения от загрязнения естественный очаг разгрузки ликвидирован. Три из пяти пробуренных разведочных скважин задействованы на два ваннных корпуса. Минеральная лечебная вода рабочих скважин азотная сульфатная кальциево-натриевая с минерализацией 0,9—1,0 г/дм³. Концентрация в воде кремнекислоты 85 мг/дм³, фтора — 6,6 мг/дм³, а температура на устье 42—43 С. Лечебные воды насыщены Rn до 25—30 эман. Концентрация Rn до 90 эман зафиксирована в воде главного источника (ликвидирован) и скв. 4 (законсервирована).

Приведенные сведения о минеральных водах позволяют предложить схему их типизации. Минеральные воды Тункинского региона, представлены азотными, метановыми и углекислыми водами и рассматриваются как провинции. Провинции азотных минеральных вод термальных и холодных охарактеризованы минеральными водами, насыщенными сероводородом, радоном и железом (группы). Провинции углекислых минеральных вод термальных и холодных представлены минеральными водами, насыщенными кремнекислотой, фтором, бором, радоном (группы). И только провинция метановых минеральных вод представлена кремнистой щелочной термальной водой (группа). Ионно-солевой состав (анионный) минеральных вод служит условием выделения классов. Наличие и величина концентрации микрокомпонентов, физическое состояние вод (*t* С, рН) и условия их проявления в подземной гидросфе-

ре являются критериями при выделении типа минеральной воды (см. табл. 2).

Одновременно делается вывод о принадлежности выделенного типа минеральной воды к той или иной градации практического использования (см. табл. 1). Минеральные воды Тункинского региона отвечают градации лечебных вод, однако возможность их использования как промышленных, теплоэнергетических или поисковых полностью не исключается.

В заключение следует обратить внимание на исключительный статус местностей, где находятся водопункты с минеральными водами. Эти территории имеют важное рекреационное значение как объекты для организации комплексного отдыха и различного вида туризма. Особый интерес к Тункинскому региону с его бальнеологическими объектами необходимо учесть в программе международного туристического маршрута Байкал—Хубсугул.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Борисенко И.М.* Минеральные воды Западной Бурятии: Автореф. Дисс...на соискание канд. геол.-минер. наук. —Иркутск, 1970.
2. *Ботороев К.С.* Курорт Аршан. —Улан-Удэ: Бурятское книжное изд-во, 1991.
3. *Кустов Ю.И., Лысак С.В.* Термальные воды юга Восточной Сибири (распространение, условия формирования, использование) // 2000. Геология и Геофизика. Т. 41. № 6. С. 880—895.
4. *Кустов Ю.И., Сонголов В.И.* Гидроминеральная база курорта Аршан Тункинский и использование ее компонентов в практических целях // Сибирский медицинский журнал. 2005. № 8. С. 86—90.
5. *Львов А.В., Кропачев Г.И.* Краткий отчет о результатах исследования источника «Аршан». —Иркутск: Издание Восточно-Сибирского Отдела Императорского Русского Географического Общества. 1910. С. 47—77.
6. *Ломоносов И.С., Кустов Ю.И., Пиннекер Е.В.* Минеральные воды Прибайкалья // —Иркутск: Вост.-Сиб. книж. изд-во, 1977.
7. *Минеральные воды южной части Восточной Сибири.* Гидрогеология минеральных вод и их народнохозяйственное значение / Под ред. В.Г.Ткачук, Н.И.Толстихина —М.—Л.: Изд-во АН СССР, 1961.

Проблема космической охраны планеты для сохранения жизни на Земле (кольцевые структуры — геологическое свидетельство вулканизма и космогенных катастроф)

Б.С.ЗЕЙЛИК (АО «КАЗГЕОКОСМОС»)

Проблема космической охраны планеты для сохранения жизни на Земле в ее геолого-геофизическом аспекте была выдвинута в 1988 г. [11]. За полстолетия космической эры многочисленные межпланетные зонды принесли огромное количество информации о поверхностном облике и различных особенностях планет Солнечной системы и их многочисленных спутников. Оказалось, что поверхности всех небесных тел, включая Землю, покрыты огромным числом кольцевых структур различных размеров. Космические исследования показали, что ударные кратеры — самая распространенная геологическая структура в Солнечной системе. Это подтвердило тот факт, что и Земля подвергается регулярной астероидно-метеоритно-кометной бомбардировке. Определенная (меньшая в количественном отношении) часть кольцевых структур имеет эндогенную природу.

Изобилие кольцевых структур на поверхности Земли, в т.ч. и весьма крупных размеров с поперечниками, измеряющимися сотнями и тысячами километров, наглядно и убедительно демонстрирует Космогеологическая карта СССР масштаба 1:2 500 000 [22]. Среди кольцевых структур, показанных на карте, выделяются тектоногенные (своды, поднятия, впадины, котловины, мульды, соляные диапиры и др.), магматогенные (плутонические, вулканические и вулканоплутонические), ультраметаморфогенные (гранитогнейсовые купола и гнейсовые складчатые овалы) и импактные (астроблемы установленные и предполагаемые). При этом необходимо обратить внимание на следующую удивительную особенность: кольцевые структуры в одинаковой степени, без какой бы то ни было избирательности широко проявлены на структурно-формационных стратифицированных и нестратифицированных образованиях любого возраста, будучи наложенными, подобно штампам на гетерогенную геологическую ситуацию. Это может быть истолковано только как указание на их явно космогенную природу. Такая картина возможна лишь в случае, когда образование кольцевых структур не диктуется геологической историей субстрата.

Однако в границах распространения древних домезозойских толщ, в районах древнего вулканизма, а также в современных вулканических областях значительная часть дешифрирующихся кольцевых структур за исключением тех из них, которые наложены на гетерогенный субстрат, имеют, безусловно, эндогенную природу [8].

На Космогеологической карте СССР показано большое число кольцевых структур. При составлении этой карты было отдешифрировано огромное количество высококачественных аналоговых космических снимков, полученных с помощью советских космических аппаратов. Поскольку массовое дешифрирование космических снимков в большом объеме производилось впервые, и не было ограничено, какими бы то ни было теоретическими или иными соображениями, построениями и запретами, а результат этого дешифрирования заранее не был известен, постольку выявление запечатленных на космических снимках кольцевых структур оказалось совершенно объективным.

Результат был весьма неожиданным. Никакие геотектонические концепции того периода не предусматривали такого обилия кольцевых структур. Определение природы этого феномена вызвало затруднения. Если для одной половины выявленных кольцевых структур идентификация нередко предположительная и неуверенная была осуществлена, то для второй половины пришлось давать следующее определение — *структуры неустановленного или сложного происхождения*. Причем к этой категории были отнесены преимущественно крупные кольцевые структуры с поперечниками 230—270 км и более. В качестве астроблем, т.е. космогенных кольцевых структур, на этой карте было показано всего лишь 15 объектов.

Возникла проблема кольцевых структур, которая требовала ее решения. Решение оказывается очень простым. На Геологической карте России и прилегающих акваторий [4] нет ни одной кольцевой структуры, контуры которой являлись бы результатом дешифрирования космических снимков. Геологическая карта охватывает ту же территорию Южного Урала и Западной Сибири, что и Космогеологическая карта СССР. Следует обратить внимание на полное отсутствие кольцевых структур, показанных в изобилии на Космогеологической карте СССР. Отсутствие кольцевых структур демонстрирует исключение из рассмотрения важной информации, имеющей глобальное экологическое, естественно-научное и огромное поисковое значение. Аналогичная картина характерна и для Геологической карты Казахстана [3]. Таким образом, было принято решение, продиктованное отсутствием приемлемой интерпретации природы

кольцевых структур с позиций господствующих геотектонических концепций. Более того, подобное решение указывает на то, что важнейшая структурная информация, содержащаяся в космических снимках, полностью исключена, никак не рассматривается и не используется при региональных картосоставительских работах. Ошибочность этой позиции очевидна.

Анализ пространственного размещения месторождений полезных ископаемых показывает, что игнорирование данного важного структурного элемента — кольцевых образований, наносит серьезный ущерб прогнозным построениям, на которые должна опираться поисково-разведочная практика [17, 19].

Однако помимо космогенных кратеров космические зонды позволили зафиксировать и типичные вулканические кольцевые образования. Достаточно вспомнить один из галилеевых спутников Юпитера — Ио, являющегося планетой с наибольшей вулканической активностью в Солнечной системе. Впечатляют своими размерами марсианские вулканы: Олимп — гигантская гора высотой конуса 27 км и поперечником основания 600 км, а также огромные вулканы, расположенные в той же области Марса (Аскрейский, Павлиний и Арский).

Отличие ударно-взрывных космогенных кольцевых структур от наиболее распространенных эндогенных, вулканических весьма наглядное. Первые представляют собой отрицательные формы рельефа — впадины или всхолмленные возвышения без вулканических гор, вторые — положительные — вулканические горы, на вершинах которых могут размещаться кальдеры. Вулканический рельеф поразительно не похож на кратерированные пространства планет и их спутников.

Земная атмосфера не является серьезной защитой от бомбардирующих Землю космических тел. Свидетельства пробоев земной атмосферы человечество непосредственно наблюдает на протяжении всей своей истории. Что касается ярких следов подобных пробоев, то ряд метеоритных кратеров сопровождается множественными находками осколков метеоритов. Выразительным примером космогенной кольцевой структуры служит знаменитый Аризонский метеоритный кратер, в котором впервые были установлены многочисленные признаки ударного метаморфизма горных пород. В районе кратера обнаружено большое количество осколков космического ударника, представленных никелистым железом. Оценки массы ударника изменяются от 30 тыс. т до 200 с лишним. Метеоритное вещество обнаружено и в ряде других молодых астроблем [24].

В Казахстане — Северном Прибалхашье находится прекрасной сохранности метеоритный кратер Шунак, размеры которого вдвое больше знаменитого

Аризонского кратера. Поперечник Аризонского кратера 1200 м, глубина 175 м. Поперечник кратера Шунак 3000 м, глубина 600 м [28].

В крупных астроблемах установлено дезинтегрированное вещество космических ударников. Иногда вещество космического ударника в рамках традиционных исследований воспринимается как ультраосновная интрузия. Подобным примером является кратер Кондёр в Хабаровском крае, имеющий поперечник 8 км и дунитовое ядро, сопровождающееся богатой россыпью платины с крупными самородками этого металла. Дунитовое ядро по ряду признаков представляет собой вещество космического ударника. Сам кратер имеет ярко выраженный «лунный» облик [23, 25]. Округлая форма структуры Кондёр свидетельствует об изначально изометричной форме тела ультрабазитового ударника, которое, как показывают элементы реконструкции, должно было претерпеть при внедрении существенную деформацию в соответствии со схемой вязкого растекания метеорита. Пластичным растеканием тела при падении можно объяснить и концентрически-зональное строение массива в плане и элементы прототектоники, «отрисовывающие» пологую воронкообразную внутреннюю структуру дунитов. Наряду с этим, как показывают петрографические наблюдения, дуниты претерпели объемный катаклиз, обусловленный космогенным ударом [23, 25].

Различие облика кратерированных местностей и вулканогенных равнин демонстрируют многочисленные космические снимки Луны и Ио, а также новейшая трехмерная карта Марса. Весьма важно подчеркнуть следующее обстоятельство: если вулканизм на Луне 3,5 млрд. лет назад угас, то космическая бомбардировка ее продолжается. Об этом свидетельствует возраст ряда кратеров, которые намного моложе указанного рубежа.

Имеющиеся факты позволяют утверждать, что тяжелая космогенная бомбардировка Земли продолжалась в течение всего фанерозоя, а не завершилась, как принято считать, в раннем архее [11—20]. Угроза бомбардировки в настоящем и будущем требует соответствующих мер защиты Земли от опасных космических объектов (астероиды, метеориты и кометы). Над данной проблемой трудятся физики-атомщики, ракетчики, специалисты в области космических технологий, астрономы. Геологи, за редким исключением, находятся в стороне. Для традиционно мыслящих геологов этой проблемы не существует! [18, 20].

Необходимо особо отметить, что обсуждение проблемы космической охраны планеты в связи с космогенными бомбардировками неизбежно основывается на явно неполной информации о количестве и размерах космогенных структур на Земле. Традиционная оценка общего количества этих структур, по нашему мнению, чрезвычайно занижена. Однако главное за-

ключается в том, что в этой оценке совершенно не принимаются во внимание гигантские астроблемы, роль которых в формировании лика Земли наиболее значительна. Более того, мысль о возможной космогенной природе этих громадных кольцевых структур вообще не рассматривается. Парадоксально, но именно с этими громадными кольцевыми структурами связаны наибольшие по своим масштабам аномалии в рельефе Земли. Ими определяются контуры материков, океанических бассейнов, срединно-океанических хребтов, островных дуг, внутренних и окраинных морей, дугообразная форма горноскладчатых сооружений (Гималаи, Перуанские Анды, Карпаты, Западные Альпы и др.), являющихся крупнейшими морфологическими элементами поверхности планеты [12, 13].

Особого внимания заслуживают кольцевые структуры, дешифрирующиеся в пределах развития осадочного мезозойско-кайнозойского чехла, где магматические проявления и, в частности, вулканизм исключены. Эти структуры — веские и неопровержимые аргументы, свидетельствующие о космогенной бомбардировке Земли. Молодость осадочного чехла указывает на молодой возраст астроблем, наложенных на него. Трудно представить более достоверное доказательство продолжения космогенной бомбардировки вплоть до настоящего времени.

Казалось бы, что массовое развитие кольцевых структур на поверхности Земли, устанавливаемое в результате дешифрирования космических снимков — этой новейшей структурной информации, поступившей геологам и геофизикам в последние десятилетия, должно привлечь внимание специалистов к решению проблемы их происхождения. Однако привычные традиционные представления о преимущественно эндогенной природе структур, развитых на поверхности Земли, являются серьезным и устойчивым препятствием непредвзятому и всестороннему обсуждению данной проблемы. Только этим можно объяснить полное отсутствие кольцевых структур на геологической карте России и прилегающих акваторий [4]. Иными словами, есть кольцевые структуры — есть проблема, нет кольцевых структур — нет проблемы! В результате из рассмотрения исключается важнейшая информация, имеющая глобальное экологическое, естественно-научное и огромное политическое значение [9—20, 23].

Вместе с тем роль кольцевых космогенных структур в архитектурном оформлении поверхности Земли и в ее геологической истории весьма велика. При этом, как станет ясно из дальнейшего рассуждения, значительное число кольцевых структур, развитых на поверхности Земли, по-видимому, связано с кометными ливнями [1].

Необходимо подчеркнуть, что в случае бомбардировки Земли кометами, на ее поверхности могут возникать кольцевые структуры, отличающиеся от асте-

роидно-метеоритных астроблем, но могут и отсутствовать, или быть слабо проявленными — следы даже сравнительно мощных космогенных взрывов. Примером хорошо известного подобного события является *Тунгусский метеорит*. В настоящее время принято считать, что в 1908 г. над тунгусской тайгой в атмосфере на высоте 8—10 км взорвалось ядро относительно небольшой кометы. При этом произошел огромный (на площади свыше 2000 км²) вывал леса, но кратер не возник.

Специальные расчеты, выполненные Г.Юри [30], показали, что столкновение Земли с крупной кометой, подобной комете Галлея, привело бы к следующим последствиям: испарению воды в количестве $4 \cdot 10^{20}$ т, выбросу на околоземную орбиту $3,24 \cdot 10^{19}$ г вещества земной коры или $5 \cdot 10^5$ землетрясений силой в 9 баллов.

В июне 2006 г. над северной горной частью Норвегии по сообщению, имеющемуся в Интернете, взорвалось крупное космическое тело, взрыв которого был подобен взрыву бомбы, сброшенной на Хиросиму. В это время норвежские сейсмологи зафиксировали мощный удар и небольшое землетрясение. О возникновении кратера ничего не сообщалось. Вероятно, и этот взрыв был обусловлен вторжением в атмосферу ядра небольшой кометы.

В ряду событий, связанных с космогенной бомбардировкой, можно упомянуть Сихотэ-Алиньский метеорит 1947 г., метеоритный дождь в Китае 1973 г., Стерлитамакское падение 1990 г. Из информации Интернета, следует отметить метеорит, упавший в январе 2007 г. в Алтайском крае, метеорит Перу, создавший кратер диаметром 30 м и глубиной 6 м, падение которого в ночь с 15 на 16 сентября 2007 г. наблюдали сотни свидетелей. Падение этого метеорита сопровождалось ядовитыми испарениями из кратера, вызвавшими головные боли и заболевания дыхательных путей у сотен жителей страны. Здесь же можно упомянуть и крупный метеорит размером с автомобиль, который недавно упал в Аргентине. Местные астрономы подсчитали, что скорость небесного тела в момент падения на землю могла составлять от 22 до 55 км/с. Нередко фиксируются астероиды, пролетающие в небольшом удалении от Земли.

Интерес представляют так же сейсмические и климатические аномалии 1601—1603 гг., описанные Н.Карамзиным. В те годы, вслед за сильнейшим землетрясением в центральных районах России, когда попадали головки церквей, наблюдалось невероятное понижение температуры, продолжавшееся 3 года и сопровождавшееся замерзанием даже Черного моря (в Константинополь ездили на санях). Это явление можно рассматривать как сценарий «ударной зимы», спровоцированной, по-видимому, падением кометы.

Военные спутники США постоянно регистрируют крупные взрывы космических тел у поверхности Земли (сообщение ЮСИА). Данные, полученные

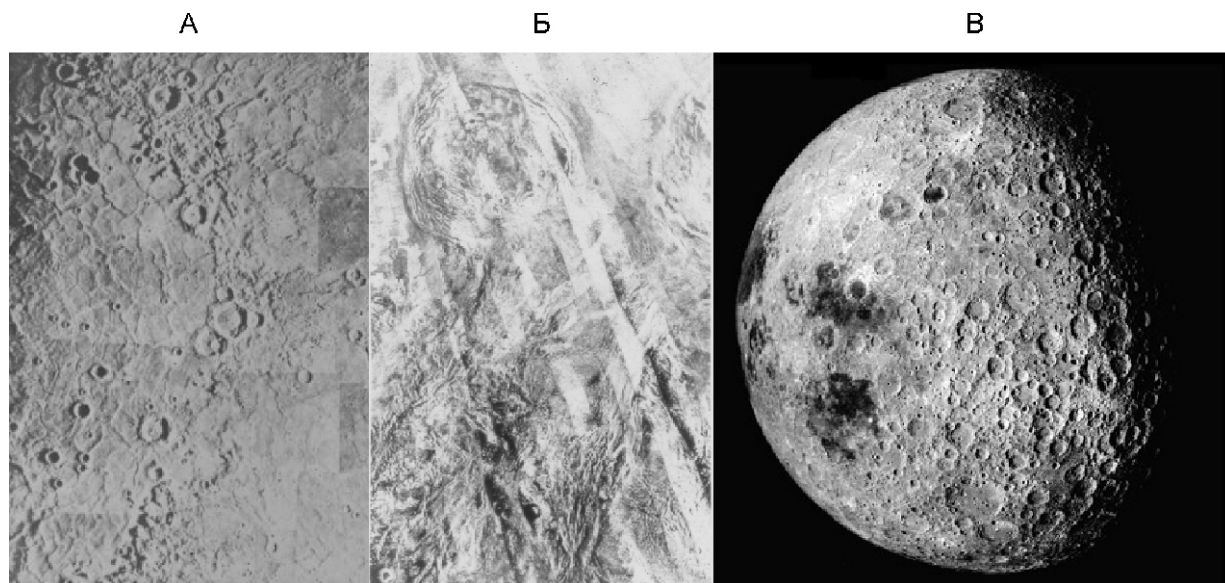


Рис. 1. Фотосхемы-композиции, составленные из космических снимков:

полученных с помощью: А — зонда Маринер-10 для Меркурия, Б — АМС Венера-15, -16 для Венеры; В — взятой из Интернета [<http://www.astrolab.ru/>] для Луны

этим спутниками, свидетельствуют о том, что мощность взрыва метеороидов при вхождении в верхние слои атмосферы Земли соответствует взрыву атомной бомбы. Специалисты, анализирующие данные, рассекреченные Министерством обороны США, отмечают, что за 17 лет (1975—1992 гг.), спутниками было зарегистрировано 136 взрывов, соразмерных взрывам атомной бомбы, в среднем 8 взрывов в год. Вместе с тем предполагается, что каждый год происходит не менее 80 взрывов. Иными словами, интенсивность бомбардировки Земли метеороидами, возможно, в 10 раз больше, чем число метеороидов, регистрируемых космическими кораблями, находящимися на орбите. Кратеры при этом не возникали.

Взрывы таких космических тел видны с Земли как яркие кратковременные вспышки. Из-за малой населенности поверхности Земли лишь немногие из этих взрывов наблюдаются и регистрируются. Хотя спутники регистрируют взрывы метеороидов уже в течение нескольких десятилетий, а сообщения о конкретных случаях были опубликованы лишь недавно. Они имеют большую политическую, научную и военную ценность.

Вообще, космогенные бомбардировки — явление обычное в Солнечной системе. Так в 1979—1981 гг. были получены фотографии трех долгопериодических комет Крейца, обрушившихся на Солнце со скоростью 300 км/с [6].

Колоссальные масштабы космогенной катастрофы земляне могли наблюдать в июле 1994 г. Тогда 21 фрагмент кометы Шумейкер-Леви 9, разорванной сверхмощным гравитационным притяжением Юпитера, вторгся в его атмосферу. Это грандиозное собы-

тие не оставляет сомнений в том, что подобное столкновение кометы с Землей означало бы гибель цивилизации.

В том, что космогенные бомбардировки играют определяющую роль в формировании внешнего облика всех твердых планет можно убедиться с помощью несложного мысленного эксперимента (рис. 1). Обратим внимание на безатмосферную планету, т.е. планету, лишенную какой-либо защиты от внешнего космического воздействия. Такой планетой является первая от Солнца — планета Меркурий. При отсутствии атмосферы Меркурий постоянно подвергается интенсивной космической бомбардировке в связи с чем, вся его поверхность покрыта большим числом кольцевых космогенных ударно-взрывных кратеров. Видны дугообразные и радиальные элементы гигантской импактной структуры Моря Жары (Калориса), имеющего диаметр 1300 км (см. рис. 1, А).

Продолжая эксперимент, укроем планету сверхплотной атмосферой. В этом отношении подходящей планетой является Венера, поверхность которой защищена от астероидно-метеоритно-кометной бомбардировки сверхплотной атмосферой, в 90—100 раз более плотной, чем атмосфера Земли. Это равносильно защитной роли океана воды глубиной в 1 км или слоя скальных горных пород мощностью в 300 м. Импактные структуры, подобные тем, что наблюдаются в изобилии на Меркурии, здесь практически отсутствуют (см. рис. 1, Б). Однако гигантские овоиды поперечником 400 (левая верхняя часть фотосхемы) и 600 км (правая верхняя часть фотосхемы) выявлены. Это указывает на то, что даже сверхплотная атмосфера Венеры пробивается крупными космическими

ми телами. Все остальные космические бомбы сгорают в такой сверхплотной атмосфере планеты, не достигая ее поверхности.

Далее, продолжая эксперимент, уберем сверхплотную атмосферу. На роль безатмосферного космического тела подобного Меркурию, подходит Луна, поверхность которой покрыта огромным числом кольцевых кратерных структур (см. рис. 1, В). На Луне насчитывается около 300 тыс. кратеров поперечником порядка 1 км и около 15 тысяч диаметром порядка 10 км. Помимо этого имеются громадные кольцевые депрессии лунных морей диаметрами сотни и до 1000 км.

Мысленный эксперимент приводит к однозначному выводу: космогенная бомбардировка — основной рельефообразующий фактор для всех твердых планет Солнечной системы. Земля не является исключением. Таким образом, и вулканизм, и кометная бомбардировка Солнца, и астероидно-метеоритно-кометная бомбардировка планет, включая Землю, это наблюдаемые реалии.

Изобилие кольцевых структур, установленных при дешифрировании аэровысотных и космических снимков, отраженных на Космогеологической карте СССР [22], по характеру их проявления позволяют думать о преобладании структур, обусловленных падением комет, а не астероидов и метеоритов. Структуры, связанные с падением астероидов и крупных метеоритов, безусловно, должны отличаться от структур, порожденных падением комет. В результате падения Тунгусского метеорита, по-видимому ядра кометы, демонстрирующего падение кометы, несмотря на большую мощность космогенного взрыва, произошел лишь повал леса в виде «бабочки» [23] на площади свыше 2 тыс. км². При этом под точкой взрыва кометы остались вертикально стоящие деревья с ободранными и обломанными ветвями, которые Л.А.Кулик, первым посетивший место Тунгусского взрыва, назвал «телеграфником».

Образно говоря, если привержинные части поваленных деревьев до их падения рассматривать как принадлежащие некой поверхности, то «припечатанные» к земле стволы как бы очерчивают громадный кратер, но не в земной коре, а в ее лесном покрытии. «Телеграфник» в таком случае можно рассматривать как своеобразное подобие центрального купола-поднятия астроблем, возникающих при взрывах астероидов и крупных метеоритов, когда они создают кратеры в земной коре. Нетрудно предположить, что масштабы кометных взрывов могут изменяться в широких пределах, что подтверждается как теоретическими расчетами [1], так и наблюдательными астрономическими данными, в частности, космические снимки колоссальных разномасштабных возмущений в атмосфере Юпитера, обусловленных столкновением с ним осколков уже упоминавшейся кометы Шумейкер-Леви 9 (см. Интернет).

При столкновении Земли с ледяными ядрами комет, по-видимому, не будут возникать импактные расплавы, или, если они и возникнут, количество их будет сравнительно невелико, кратеры не появятся, но если и образуются, то будут иметь меньшую глубину. Однако, что касается площадных размеров, то они будут больше [1].

Изучение импактных кольцевых структур-астроблем длится на протяжении нескольких десятилетий. В поле зрения исследователей, как правило, находятся относительно небольшие диаметрами, измеряющимися первыми километрами, десятками, изредка сотнями километров, наиболее ярко выраженные ударно-взрывные космогенные кратеры, обусловленные падением метеоритов и астероидов [9, 10, 12, 13, 17, 24]. Эти структуры характеризуются набором ряда признаков, позволяющих отличать их от эндогенных кольцевых структур, обусловленных вулкано-плутоническими процессами [8].

Астероидно-метеоритные кольцевые структуры с выраженными в той или иной степени признаками космогенного взрыва на современной дневной поверхности проявляются в виде кратеров или типичного «лунного рельефа», наложенного на гетерогенные геологические образования любого возраста, вплоть до современных. Такой рельеф нередко представляет собой скопление круглых озерных впадин, заполненных водой или постоянно, или периодически.

Астероидно-метеоритные кольцевые структуры совместно с эндогенными вулкано-плутоническими кольцевыми образованиями привлекают внимание в первую очередь, когда объектом исследований являются структуры центрального типа. Однако на упомянутой Космогеологической карте СССР [22] показано огромное количество кольцевых структур, которые не идентифицируются ни как импактные, ни как эндогенные—вулкано-плутонические. Многие из них характеризуются лишь морфологически и обозначены на карте как купола и мульды без объяснения их природы.

Помимо этого на карте, как отмечалось, показано большое число структур, которые определены как *структуры неустановленного или сложного происхождения*. Они не обладают признаками, характерными для эндогенных кольцевых структур, а также для метеоритных и астероидных кратеров. В этих структурах отсутствуют вулканические и интрузивные образования обычные для эндогенных кольцевых структур, отсутствуют и интенсивно проявленные нарушения земной коры и, прежде всего, отчетливо выраженные кратерные депрессии, нет кольцевых валов, сложенных породами, выброшенными из кратерной депрессии, отсутствует аллогенная брекчия, импактные расплавы и т.д., обычные для космогенных импактных образований. Однако на космических снимках эти кольцевые структуры прекрасно дешифрируются по различным ландшафтным при-

знакам: по фототону, по полосам развития растительности, по дугообразным руслам постоянных и временных водотоков. Они отчетливо проявляются в рельефе в виде поднятий, не будучи выраженными привычными для геологов особенностями дневной поверхности, которые сопровождают космогенные ударно-взрывные метеоритные и астероидные кратеры, а также эндогенные кольцевые структуры. Эти кольцевые структуры в большом количестве наложены на мезозойско-кайнозойский осадочный чехол, лишенный магматических образований, что полностью исключает их эндогенную природу.

Две из таких кольцевых структур расположены в Западном Казахстане, в южной части Торгайского прогиба. Обе эти структуры весьма выразительно проявлены на мелкомасштабной модели рельефа, построенной по данным радиолокационных космических снимков. На космических снимках Landsat-7 данные кольцевые структуры уверенно дешифрируются, хотя здесь они менее отчетливы.

Наибольшая из этих структур (западная) — Челкар-Аральская, диаметр внешнего ограничения которой порядка 400—420 км, меньшая (восточная) — Байконурская имеет поперечник 160—170 км (рис. 2).

Имеющиеся факты однозначно указывают на то, что природа этих структур космическая кометная. Поразителен и символичен факт размещения в границах космической Байконурской кольцевой структуры первой космической гавани человечества — космодрома Байконур. Предположение о возможной космогенной природе этой структуры впервые высказал А.Л.Киселёв.

В пределах Челкар-Аральской структуры обнажаются осадочные горные породы только кайнозойского возраста. Это преимущественно палеогеновые и неогеновые глины с прослоями песков, песчаников и линзами бурых железняков оолитового строения, образующих ряд забалансовых железорудных месторождений, а также ниже-, средне- и верхнечетвертичные морские, озовые, озерные, озерно-речные образования, слагающие практически горизонтально залегающие пласты. Иногда мощные напластования глин обнаруживают очень пологие складки с углами наклонов крыльев не превышающими 3—5°, реже до 10—20°. Все перечисленные осадочные напластования при наличии между ними азимутальных и стратиграфических несогласий проявляют определенную соподчиненность ограничивающих их контуров, отражающихся в рельефе, выпукло подчеркивающим рассматриваемую кольцевую структуру.

По-иному ведут себя современные верхнечетвертичные голоценовые отложения, в которых значительная роль принадлежит морским образованиям. Они широким плащом перекрывают все перечисленные осадочные напластования и создаваемый ими рельеф, обширно представленные в южной части Челкар-Аральской кольцевой структуры. Этот плащ

простирается далеко на юг за пределы структуры, вдоль берегов Аральского моря.

Изложенное позволяет определить время возникновения этой структуры как рубеж между поздним плейстоценом и голоценом, т.е. 10 тыс. лет назад. Такой возраст прямо непротиворечиво подтверждается аналогичным возрастом широко известного и хорошо изученного метеоритного кратера Жаманшин [26]. Именно так датировал возраст этого кратера Э.П.Изох. Кратер Жаманшин расположен внутри контура Челкар-Аральской кольцевой структуры в ее северной части. Этот кратер, как и найденные в нем импактиты, названные жаманшинитами, и впервые в мире выявленные внутри космогенного кратера тектиты, названные иргизитами, изучались в различных лабораториях бывшего СССР, а также в лабораториях США, Англии, Германии, Австралии и др.

В импактитах кратера Жаманшин выявлены такие признаки сверхвысоких температур и давлений, соответствующих космогенным взрывам, как лешательрит и козсит. Этот кратер, как и расположенный южнее кратер Тогуз (см. рис. 2), возникли, по-видимому, одновременно с Челкар-Аральской структурой. В кратере Тогуз, превышающем по размерам Жаманшин, в шлифах, изготовленных из образцов, отобранных в развалах кварцевых жил, установлены планарные структуры, являющиеся наилучшим петрографическим критерием удара [29]. Оба кратера возникли, вероятнее всего, в результате ударов кометезималей, представлявших собой астероидные ядра кометы [7], при взрыве которой образовалась рассматриваемая структура.

В специальной литературе [26], в сущности, *комета представляет собой ком грязного снега в космосе*. При этом «сведения об орбитах и теоретические соображения заставляют предположить, что «умершие» кометы должны занять свое место среди астероидов группы Аполлона (пересекает орбиту Земли) и Амура (с перигелием вблизи Земли), если каждая двадцатая комета может стать астероидом» [26]. Иными словами, допускается, что кометы могут иметь астероидные ядра.

Предполагаемая модель кометного ядра приведена на рис. 3 [7]. Ядро кометы — это агломерат кометезималей, каждая из которых может со временем превратиться в астероид. Кометезимали представляют собой крупные астероидные тела, погруженные в рыхлую слабо скрепленную массу мелких агрегатов льда и пыли.

Падение кометы можно представить следующим образом. При ударе об атмосферу происходит взрыв ледово-пылевой составляющей кометного ядра. При этом ударная волна, достигая поверхности земли, разрушает целостность мишени, рассекает ее разломами, трещинами и формирует разномасштабные конусы дробления, разрушения или сотрясения, которые являются наилучшим макроскопическим сви-

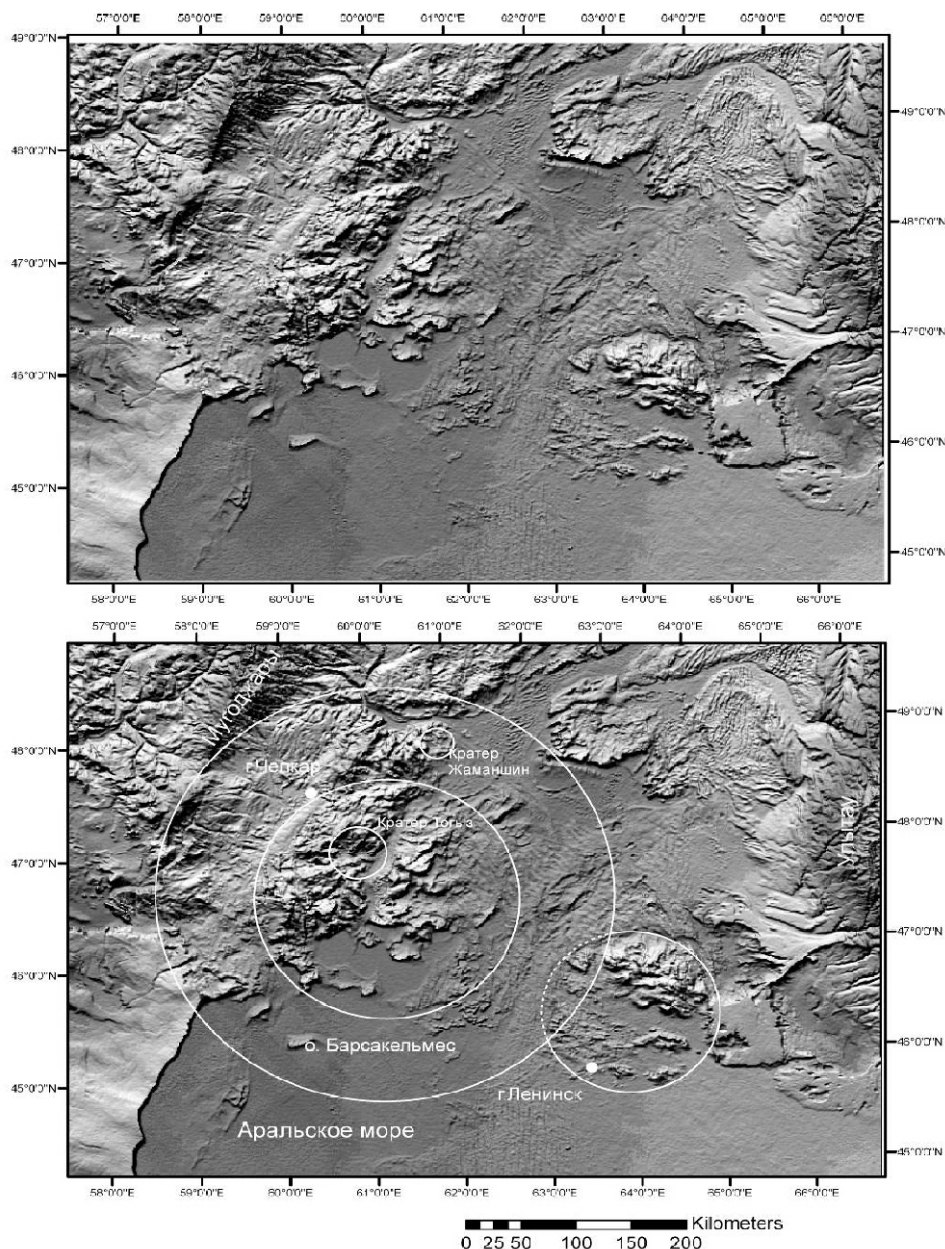


Рис. 2. Рельеф Челкар-Аральской и Байконурской кометных кольцевых структур. Рельеф построен по данным радиолокационных космических снимков

детельством космогенного взрыва. Конусы дробления — один из наиболее убедительных свидетельств ударов космических тел. Породы с такой структурой имеют характерные черты, напоминающие «конский хвост». Трещины сходятся, образуя конус, размеры которого должны быть сопоставимы с размерами возникающей космогенной структуры. Трещины, оформляющие конус дробления, образуются только под действием внезапного сильного давления на породу. В космогенных структурах большинство конусов дробления ориентированы вверх, указывая на то, что удар на породу был направлен сверху [2, 21, 24]. В рассматриваемых кольцевых структурах конусы дробления наблюдаются в изобилии.

В горизонтально залегающих стратифицированных отложениях фиксируются малые, крупные и гигантские конусы дробления. Осадочные напластования в отдельных местах изогнуты в пологие складки, но при этом никак не нарушена первичная слоис-

тость и стратиграфическая последовательность, что характерно для астероидно-метеоритных астроблем, и самое главное, не возникло никакой кратерной воронки, не произошло выброса вещества мишени. Иными словами, наблюдался взрыв подобный тунгусскому феномену, при котором, как известно, кратер не возник. В дальнейшем при эрозионном разрушении горных пород мишени отдельность в них, обусловленная конусами дробления или сотрясения, привела к тому, что крутые, вплоть до вертикальных, обрывы и утесы, ярко проявляющиеся в данном случае в напластованиях палеогеновых и неогеновых глин, песков и слабосцементированных песчаников, что весьма необычно и удивительно для таких неустойчивых рыхлых горных пород, предстают взору в виде гигантских конусов дробления или сотрясения.

Особенно поражает, что эти структурные формы развиты и проявлены не в скальных породах, а в гли-

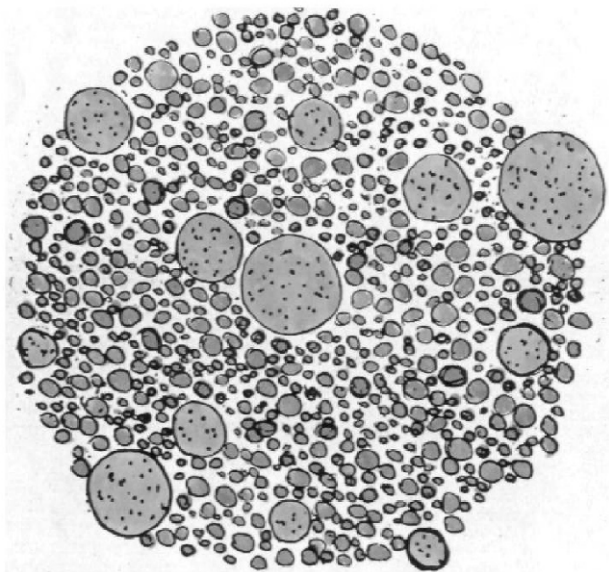


Рис. 3. Предполагаемая модель кометного ядра

нах, слагающих мощные напластования. Осыпи глин у подножия обрывов-утесов представляют собой рыхлые мягкие «пухляки». Пластичные глины на склонах конусов дробления под воздействием дождевых и иных омывающих их вод создают корки-оплывины, которые при близком взгляде маскируют характерную структуру «конских хвостов». Однако на удалении, при некоторой генерализации изображения, эта структура хорошо видна (рис. 4).

Отчетливо видно (см. рис. 4, А) почти горизонтальное со слабым наклоном залегание пластов палеогеновых и неогеновых рыхлых отложений, образующих крутые, почти вертикальные обрывы, в которых рельефно выражены конусы дробления или сотрясения, напоминающие «свисающие конские хвосты». В средней, освещенной солнцем части конуса (см. рис. 4, Б), видны многочисленные малые конусы дробления. Прослеживается наклонное залегание напластований глин, отчетливое как у подножья конуса, так и в его «фигуре».

Очевидно, что при полевых исследованиях горизонтальное или слабонаклонное залегание пластов палеогеновых и неогеновых отложений, обнажающихся на упомянутых крутых склонах, не позволяют думать о том, что перед вами отдельные элементы гигантской кольцевой структуры, порожденной космическим взрывом. Практически ненарушенное залегание пластов осадочных рыхлых образований воспринимается как отсутствие каких бы то ни было тектонических воздействий на них. По-видимому, по этой причине отчетливо дешифрирующиеся на космических снимках крупные и гигантские кольцевые структуры не распознаются при наземных полевых исследованиях. На Космогеологической карте СССР [22] эти структуры отнесены к структурам неустоановленного или сложного происхождения.

Освободившиеся при взрыве в атмосфере от ледово-пылевой оболочки кометезимали, т.е. астероидные ядра, устремляются вместе с ударной волной к земле и при соприкосновении с нею взрываются, порождая типичные астероидно-метеоритные астроблемы с хорошо изученным набором признаков и, прежде всего, с морфологически выраженным кратером. В пределах Челкар-Аральской кольцевой структуры находятся, как отмечалось, два космогенных кратера (Жаманшин и Тогыз). В контурах Байконурской кольцевой структуры также обнажаются только осадочные горные породы, но мелового возраста. Будучи более древними, они тем не менее не отличаются по составу от пород Челкар-Аральской структуры. Возраст этой структуры — рубеж среднего и верхнего плиоцена. Необходимо подчеркнуть, что рельеф этих двух структур заметно различается. Если рельеф Байконурской структуры относительно сглажен, то рельеф Челкар-Аральской характеризуется значительной изрезанностью и крутыми обрывистыми, вплоть до вертикальных, склонами в силу его чрезвычайной молодости.

Байконурская кольцевая структура на всех изданных региональных геологических картах выразительно выделяется как круг зеленого цвета. Эта окраска исторически закреплена за породами мелового возраста. Челкар-Аральская кольцевая структура на изданных геологических картах никак не выделяется и окраска ее близка к цвету слагающих ее палеогеновых, неогеновых и четвертичных отложений.

Челкар-Аральская кольцевая структура занимает огромное пространство в Северном Приаралье, захватывая своей южной частью север Аральского моря, а западной и северо-западной «срежая» Мугоджары. Элементами этой структуры в южной ее части являются субширотно вытянутые возвышения: перешеек, отделяющий Малый (северный) Арал от его южной части, а также остров (сейчас полуостров) Барсакельмес. Центральная часть этой структуры выглядит как поднятие по отношению к ее периферии. Это всхолмленное четко очерченное поднятие поперечником 225—240 км включает в своей южной пониженной части Малый Арал.

Байконурская кольцевая структура также выделяется в рельефе как всхолмленное округлое возвышенное пространство диаметром 160—170 км. В его пределах обнажаются породы мелового возраста. Они обособляются среди выходов палеогеновых, неогеновых и четвертичных рыхлых отложений, развитых на огромной территории между Аральским морем и горами Улытау. Это возвышение обычно называют Жусалинским поднятием или Нижне-Сырдарьинским сводом [5].

На космогенную природу этих структур указывают их правильная кольцевая форма, размеры и мезозойско-кайнозойский возраст слагающих их осадочных пород. Объяснение возникновения подобных структур

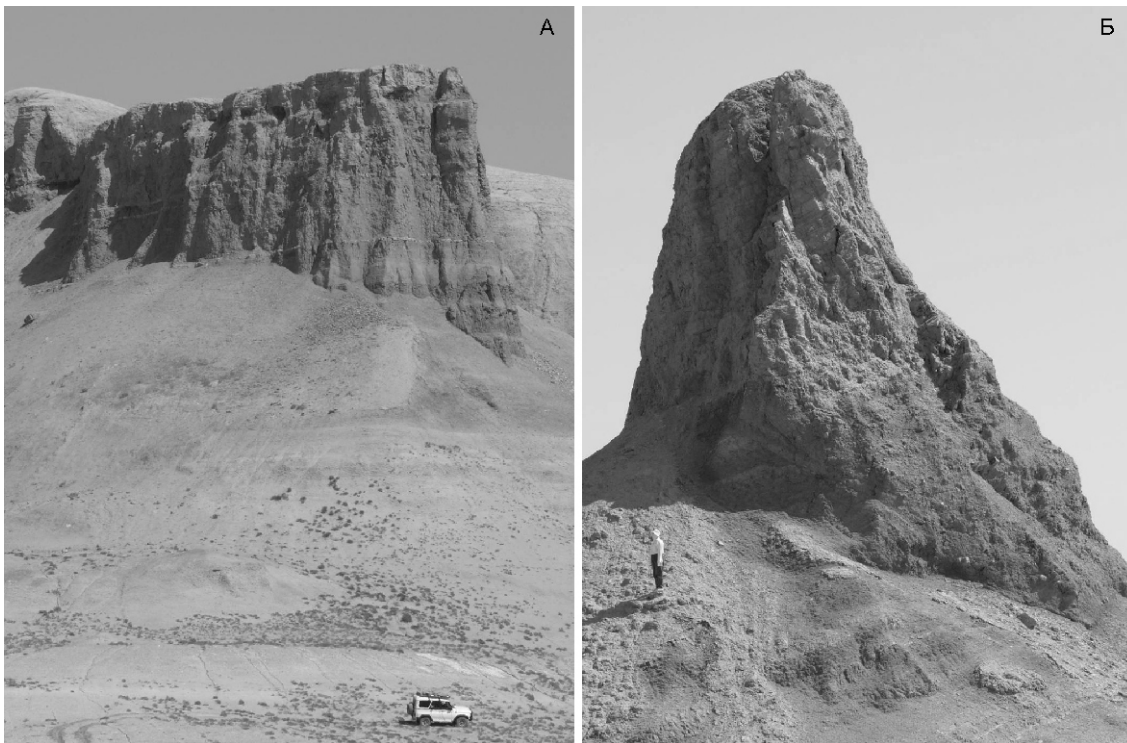


Рис. 4. Гигантские конусы дробления или сотрясения (А), отдельный обособленный громадный конус дробления, сложенный палеогеновыми и неогеновыми рыхлыми глинами (Б) в центре Челкар-Аральской кольцевой структуры

на основе традиционных представлений требует допущения о существовании на глубине «тектонических штампов», которые могли бы «вырезать» и приподнять в силу неясных причин породы мелового, палеоген-неогенового и четвертичного возрастов в форме округлых всхолмленных возвышений.

Роль таких гипотетических глубинных «тектонических штампов» можно было бы приписать неким поднятиям древнего фундамента, сложенного разнообразными глубокометаморфизованными докембрийскими породами, аналогичными бектурганской и майтобинской сериям Улытау (для Байконурской структуры) [5], или протерозойскими и палеозойскими породами, подобными обнажающимся в Мугоджарах (для Челкар-Аральской структуры) [3], или громадным интрузиям и гранитогнейсовым куполам аналогичных огромных размеров. Однако в Казахстане в пределах его хорошо изученной обнаженной части вообще не известны поднятия древнего фундамента, имеющие такую правильную кольцевую форму. Не известны так же ни интрузивные массивы подходящего возраста, ни гранитогнейсовые купола таких внушительных размеров. Самое важное доказательство их космогенной природы является размещение в их пределах космогенных кратеров Жаманшин [27], изучавшегося учеными многих стран, и Тогыз.

Нет никакого сомнения, что при наземном исследовании территории, где находятся рассматриваемые гигантские кольцевые структуры, выявить их совершенно невозможно. Практически горизонтально за-

легающие мощные осадочные напластования, обнажающиеся в подобных кольцевых структурах, создают обманчивую картину отсутствия, какого бы то ни было тектонического воздействия на них. В особенности, если это тектоническое воздействие связано с таким непривычным, еще не вошедшим в традиционный геологический арсенал понятий, феноменом как космогенный взрыв на высоте, в атмосфере. Характерные для подобных структур гигантские конусы дробления воспринимаются как обычные, привычные для взгляда, формы выветривания и эрозии. Тем более что в силу широкого распространения подобных кольцевых структур, сопровождающие их гигантские конусы дробления, являются неудивительной, привычной чертой любого ландшафта, где в рельефе присутствуют глубокие врез (каньоны, овраги).

Подобные кольцевые структуры в силу своих гигантских размеров могут быть обнаружены только при взгляде с большой высоты, из космоса. Для их выявления необходима очень высокая генерализация изображения, охватывающего большую площадь. В частности, чтобы единым взглядом окинуть и увидеть сразу всю Челкар-Аральскую кольцевую структуру, необходимо иметь перед глазами изображение, размеры которого по длине и ширине были бы не меньше, чем 520 км, т.е. оно должно охватывать площадь порядка 270 тыс.км². Для Байконурской кольцевой структуры такие размеры должны составить 240 240 км, т.е. порядка 58 тыс.км². Очевидно, что

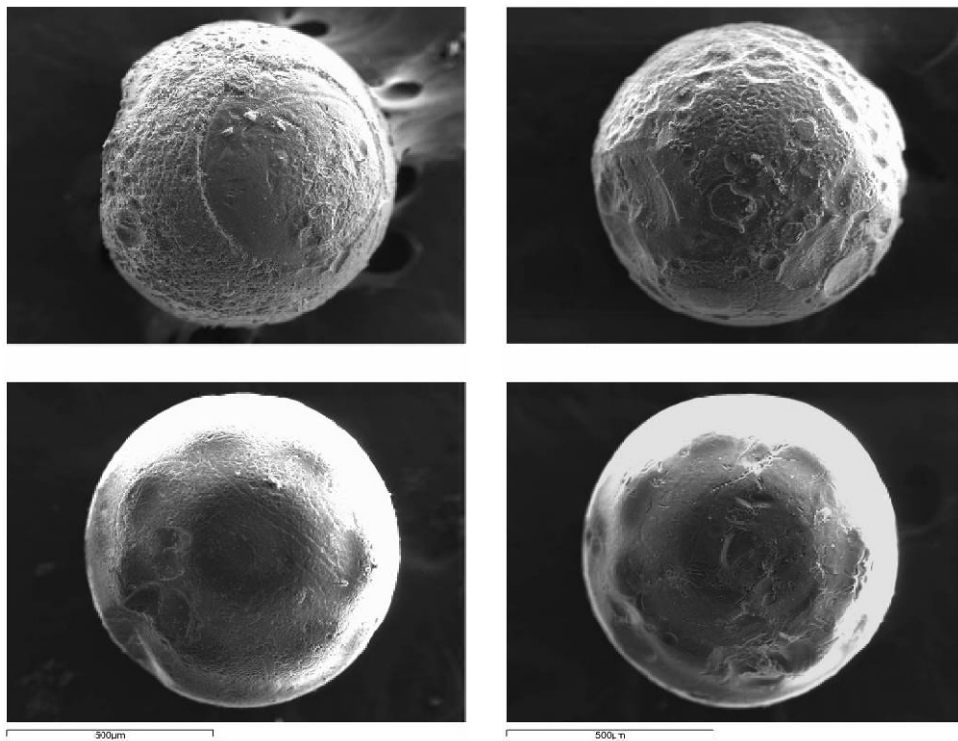


Рис. 5. Тектитоподобные образования, найденные в шлиховой пробе, отобранной в центральной части Байконурской кольцевой структуры

эти изображения могут быть получены только в результате дистанционного зондирования Земли из космического пространства (см. рис. 2). Представленная на рис. 2 модель рельефа обладает очень высокой генерализацией.

Байконурская кольцевая структура уверенно читается по гравиметрическим данным. В гравитационном поле хорошо проявляется сетка радиальных разломов, рисующая картину типичной «битой тарелки», что характерно для ударно-взрывных кольцевых структур. Первая же попытка обнаружения признаков космогенного взрыва в контурах Байконурской кольцевой структуры оказалась успешной. В результате обработки шлиховой пробы массой всего в 1 кг, отобранной в центре структуры, в горах Тюлькули, были обнаружены тектитоподобные образования, представленные шариками, имеющими поперечник 0,6—0,8 мм, состоящими из импактного стекла (рис. 5). Их химический состав отличается от состава изученных тектитов из различных районов Мира, но по содержанию кремнекислоты, оксидов магния и титана обнаруживает некоторое сходство с импактатами (жаманшинитами и брызгами основного состава) кратера Жаманшин. Можно допустить, что это результат плавления вещества мишени или силикатного вещества, входившего в состав ледяного ядра кометы.

Предположение о том, что структура возникла в связи с взрывом кометы, диктуется отсутствием кратера, и позволяет провести аналогию с известным взрывом Тунгусского метеорита.

Подчеркнем, что отдельными исследователями предполагается периодическая бомбардировка Земли галактическими кометами. Как установлено, такие

бомбардировки носят характер кометных ливней, повторяющихся каждые 19—37 млн. лет. При этом за 1—5 млн. лет пребывания Солнца в струйных потоках Галактики на Землю в среднем падает 10^4 — 10^6 галактических комет [1]. Нетрудно представить, что при кометной бомбардировке, помимо взрывов, подобных Тунгусскому метеориту, когда в земной коре не возникает кратера, возможны и кратерообразующие взрывы, а также взрывы, порождающие поднятия, подобные Челкар-Аральской и Байконурской структурам. Механизм подобных поднятий предположительно может быть следующим. При сопоставлении рельефа рассматриваемых кольцевых структур с картой локальных аномалий силы тяжести необходимо обратить внимание на сильную раздробленность осадочных образований мишени, что может быть причиной мощного вспучивания этих отложений. Известно, что раздробленные разуплотненные породы занимают значительно больший объем по сравнению с целиком. В таком случае вполне можно допустить как следствие вспучивания огромного массива разуплотненных рыхлых палеогеновых и неогеновых напластований возникновение крупных всхолмленных поднятий, представленных в данном случае Челкар-Аральской и Байконурской кольцевыми структурами.

С учетом положения центра Байконурской кольцевой структуры и пространственного размещения известных месторождений углеводородов, выявленных на данный момент в границах Южно-Торгайского бассейна, примыкающего к структуре с востока, были построены концентрические зоны растяжения и сжатия для краевой части структуры и ее обрамления. Установлена четкая приуроченность всех место-

рождений и подавляющей части запасов нефти и газа к зонам растяжения. Иными словами, наблюдается картина полностью аналогичная тому, что установлено ранее в Западном Казахстане, в контурах влияния Северокаспийско-Горномангышлакской, Актюбинской и Бузашинской гиаблем [19].

В заключение следует отметить, что астероидно-кометная опасность представляет реальную угрозу современной цивилизации, а, следовательно, всему живому на Земле. В связи с этим уместно привести выдержку из меморандума Американского Института Аэронавтики и Астронавтики от октября 1995 г.: «Если однажды астероид столкнется с Землей, уничтожив при этом не только человеческий род, но и миллионы других видов живых существ, а мы, имея возможность предотвратить катастрофу, не сделаем этого из-за отсутствия решимости, неправильных приоритетов, неверной оценки риска или несовершенного планирования, то пренебрежение нашим даром разумного предвидения и ответственности за собственную жизнь и все живое на Земле явится величайшим актом самоотречения во всей человеческой истории».

Выявление частоты и периодичности космических бомбардировок недавнего прошлого с целью их прогноза в ближайшем будущем — задача геологов и геофизиков. Необходимость и срочность этих исследований вытекают из того факта, что периодичность космогенных бомбардировок на данный момент не выявлена.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баренбаум А.А. Галактика, Солнечная система, Земля. Соподчиненные процессы и эволюция. — М.: ГЕОС, 2002.
2. Вишневский С. А. Астрооблемы. — Новосибирск, 2007.
3. Геологическая карта Казахстана. Масштаб 1:1 000 000 / Под ред. Г.Р.Бекжанова. — Алматы, 1996.
4. Геологическая карта России и прилегающих акваторий. Масштаб 1: 2 500 000. — С.-Пб, 2000.
5. Глубинное строение и минеральные ресурсы Казахстана. Т. III. Нефть и газ. — Алматы, 2002.
6. Дариус Д. Недоступное глазу. — М.: Мир, 1986.
7. Донн Б. Ядра комет: характеристики и гипотезы о происхождении и строении / Кометы и происхождение жизни. — М.: Мир, 1984. С. 29—37.
8. Зейлик Б.С. О реликтах крупных палеозойских вулканов в Центральном Казахстане и возможности использования высотных фотоснимков с целью обнаружения подобных структур // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1968. № 4. С. 74—90.
9. Зейлик Б.С., Сейтмуратова Э.Ю. Метеоритная структура в Центральном Казахстане и ее магмородоконтролирующая роль // Докл. АН СССР. Т. 218. № 1. 1974. С. 167—170.
10. Зейлик Б.С. Прибалхашско-Илийская космогенная структура и прогноз медно-никелевого оруденения в Северном Прибалхашье // Докл. АН СССР. 1975. Т. 222. № 6. С. 1410—1413.
11. Зейлик Б.С. О космогенном воздействии на Землю в связи с идеями В.И.Вернадского // Изв. АН КазССР. Сер. геол. 1988. № 6(304). С. 10—18.
12. Зейлик Б.С. О происхождении дугообразных и кольцевых структур на Земле и других планетах (ударно-взрывная тектоника). — М., 1978.
13. Зейлик Б.С. Ударно-взрывная тектоника и краткий очерк тектоники плит. — Алма-Ата, 1991.
14. Зейлик Б.С. О реальности продолжения тяжелой космогенной бомбардировки Земли в фанерозое // Докл. НАН РК. 1993. № 4. С. 41—46.
15. Ейлик Б.С., Василенко А.Н., Зозулин А.В., Петренко В.Е. Высокая степень глобальной и региональной опасности. Продолжение тяжелой космогенной бомбардировки Земли // Тезисы докладов Международной конференции «Проблемы защиты Земли от столкновения с опасными космическими объектами (SPE-94)», г.Снежинск (Челябинск-70), 1994. Ч. II. С. 25—27.
16. Зейлик Б.С. Разномасштабные кольцевые структуры — следствие катастрофических столкновений астероидов и комет с Землей // Большая Медведица. — Новосибирск, 2000. № 1. С. 16—23.
17. Зейлик Б.С. Астрооблема Семейтау и ее рудоконтролирующая роль // Отечественная геология. 2001. № 6. С. 65—70.
18. Зейлик Б.С. Проблема космической охраны планеты для сохранения жизни на Земле. Геонауки в Казахстане. Доклады казахстанских геологов на 32-ой сессии Международного Геологического Конгресса во Флоренции. — Алматы, 2004. С. 322—333.
19. Зейлик Б.С., Тюгай О.М., Гуревич Д.В., Сыдыков К.Ж. Гигантские астрооблемы Западного Казахстана и новый способ прогноза нефтегазоносности в осадочных бассейнах Мира // Геология нефти и газа. 2004. № 2. С. 48—55.
20. Зейлик Б.С., Кузовков Г.Н. Проблема формирования платформенных депрессий, взрывных кольцевых структур и космическая защита Земли для сохранения жизни на планете // Отечественная геология. 2006. № 1. С. 78—82.
21. Земля. Издание Смитсоновского института в Вашингтоне / Под ред. Ф.Джеймс Лоор. Науч. ред. Русского издания, проф. Ю.Г.Симонов. — М.: АСТ-Астрель, 2004.
22. Космогеологическая карта СССР. Масштаб 1: 2 500 000 / Под ред. Е.А.Козловского. — М., 1982.
23. Кузовков Г.Н. Ударно-взрывная гипотеза происхождения Урала (Приложение механизма ударно-взрывного процесса к объяснению геологических явлений). Изд. 2-е доп. — Екатеринбург, 2002.
24. Масайтис В.Л. и др. Геология астрооблем. — Л., 1980.
25. Сушкин Л.Б. Кондер — дальневосточная жемчужина России // Наука и природа Дальнего Востока. 2006. № 2. С. 121—139.
26. Уиппл Ф.Л. Природа комет / Кометы и происхождение жизни. — М.: Мир, 1984. С. 9—28.
27. Флоренский П.В., Дабижва А.И. Метеоритный кратер Жаманшин. — М.: Наука, 1980.
28. Хрянина Л.П., Зейлик Б.С. Геологическое строение кратера Шунак (Прибалхашье) и признаки метеоритного удара в нем // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1980. № 3. С. 124—134.
29. Шорт Н. Ударные процессы в геологии / Взрывные кратеры на Земле и планетах. — М.: Мир, 1968. С. 30—67.
30. Юии Г. Столкновение Земли с кометами в прошлом // Природа. 1974. № 6. С. 93.

Место магматизма в теоретической геологии

Е.М.НЕСТЕРОВ, А.И.ТИМИРГАЛЕЕВ, А.А.ДРУЖИНИНА (Российский государственный педагогический университет им.А.И.Герцена)

Магматизм как природное явление сводится к плавлению твердого вещества, залегающего на глубине десятков и сотен километров от дневной поверхности Земли и его перемещению. Расплавы или магмы (от греческого *magma* — каша), возникающие при этом, поднимаются вверх в область меньшего давления, достигая в пределе поверхности суши или морского дна при вулканических извержениях. Затвердевшие расплавы образуют магматические горные породы. Различают вулканические породы, затвердевшие на дневной поверхности или дне водоемов, и интрузивные (внедренные) породы, которые кристаллизовались на той или иной глубине в виде тел различной формы. В дальнейшем эти тела могут быть подняты, размыты и в результате становятся доступными для наблюдения.

Вулканические породы составляют лишь около 10% всей массы магматических расплавов, а интрузивные — 90%. Вулканические и интрузивные породы сходного химического и минерального составов отличаются строением. Лавовые потоки, которые образуются при вулканических извержениях, имеют небольшую толщину (метры — десятки метров) и затвердевают очень быстро, в течение нескольких часов или суток. При этом или успевают вырасти только очень мелкие кристаллы, или расплав вообще не кристаллизуется, а превращается в вулканическое стекло — переохлажденную жидкость аморфного строения. Крупные интрузивные тела, достигающие нескольких километров в поперечнике и залегающие на большой глубине, кристаллизуются в течение сотен и тысяч лет с образованием крупнозернистых кристаллических структур. Вулканические и интрузивные породы составляют не менее 90% современной земной коры [5], а глубже 10—30 км верхняя оболочка Земли целиком состоит из магматических пород. Проблемами магматической геологии занимаются петрография и петрология.

Петрография (от греческого — описание камня) — неотъемлемая составляющая, основа петрологии (от греческого — наука о камне), исследующей петрогеохимические, физико-химические, структурно-петрологические особенности горных пород и результаты экспериментального моделирования природных процессов. Петрология занимает нишу между минералогическими, историко-геологическими и геофизическими направлениями в геологии.

Двухтысячелетнее развитие геологических знаний предшествовало появлению петрографии, зарождение которой связывается с выходом в свет в 1858 г. в Англии статьи Сорби о поляризационных свойствах света. С 70-х годов XIX в. поляризационный микроскоп

начинает широко использоваться при изучении горных пород. Дальнейший толчок развитию этого направления дало изобретение в 1893 г. Е.С.Федоровым универсального (федоровского) столика, позволявшего получать объемную характеристику кристаллической структуры, оптических свойств и взаимосвязанного с ними химического состава минералов. На основе данного прибора Б.Зандер заложил основы микроструктурного анализа, направленного на изучение динамических условий, определивших пространственную ориентировку кристаллических решеток минералов.

Очередная революция в петрографии произошла в 60-х годах XX в., когда стали применяться рентгено-спектральные микроанализаторы, которые иначе называют электронными микронзондами. По характеру рентгеновских спектров можно за несколько минут узнать химический состав минерала на очень малом участке — фактически в точке. Применение этого прибора вывело изучение минералов и пород на качественно новый уровень по сравнению с тем, что может быть получено только с использованием поляризационного микроскопа. Круг лабораторных методов, применяемых в современной петрографии и петрологии, весьма широк: электронные анализаторы микроскопических изображений, разнообразные способы определения очень малых концентраций элементов-примесей в минералах и породах, изучение изотопного состава химических элементов, исследование микровключений затвердевших расплавов, захваченных во время роста кристаллов и другое. Высокого уровня достигла экспериментальная петрология. Процессы зарождения, последующей эволюции и кристаллизации магматических расплавов воспроизводятся в лабораториях при высоких температурах и давлениях. Современное оборудование позволяет ставить опыты при температуре до 2000 °С и при давлении около 20 ГПа, что позволяет судить о природных магматических процессах, протекающих на глубинах в сотни километров.

Традиционно объектами петрологии являются магматические, метаморфические и метасоматические породы, образование которых определяется эндогенными процессами. Породы различного происхождения взаимосвязаны, в т.ч. генетически, и их изучение требует тесного сочетания методов, разрабатываемых в рамках смежных научных направлений. Рамки данного раздела ограничиваются взглядом на магматические породы.

Разделение магматических пород, включающих интрузивную, эксплозивную (пирокластическую) и

эффузивную фации, на группы основано на различиях в минеральном и химическом составах.

Интрузии и их жильные разновидности кристаллизуются из родоначальных расплавов на разных глубинах от земной поверхности (абиссальных, мезо- и гипабиссальных). Медленная кристаллизация расплава в изолированных, разогретых за счет температурного градиента включающими породами магматических камерах, происходит в равновесных условиях, что обеспечивает формирование разновидностей полнокристаллических структур горных пород. Расплавы (вулканические лавы), излившиеся на поверхность суши или дно водных бассейнов застывают, не успевая полностью раскристаллизоваться. Образованные в результате эффузивные породы приобретают порфировую структуру в стекловатой, в т.ч. микролитовой массе, т.е. являются не полностью кристаллическими. Пирокласты (туфы) — результат взрывного эффекта, связанного с выбросом флюидно-газовой составляющей из апикальной части магматической камеры при резком падении давления в связи с образованием, выходящих на поверхность каналов. Вулканические извержения на суше выбрасывают в атмосферу тучи захваченных взрывом обломков пород, кристаллов, застывших капель стекла и пепла, формирующих при оседании пласты различной мощности и площади распространения [10]. В зависимости от типа извержения (центральный или трещинный) породы вулканических — экструзивных фаций образуют геологические тела типа потоков и покровов (эффузивные, эксплозивные). К образованиям смешанного типа (туфолавы) относятся игнимбриты — туфы кислого состава, частично расплавленные за счет температуры трения в процессе движения больших масс сконцентрированного в ходе осаждения материала.

По геологическим формам и особенностям образования выделяются две категории разнообразных по составу, размерам, распространению и возрасту интрузий: посткинematические и синкинematические (термин «докинematические» интрузии имеет отношение к последовательности независимых магматических и тектонических процессов, но не к генезису плутонических образований (интрузий)) [4]. Различия между ними определяются геодинамическими режимами, контролирующими зарождение, внедрение, эволюцию и ход кристаллизации расплавов до окончательного становления интрузивов или их комплексов. Посткинematические интрузии формируются в обстановках преобладающего растяжения или непосредственно наследуют эти тектонические процессы на дивергентных границах литосферных плит в зонах континентального и океанического рифтогенеза. По существующим представлениям подъем базальтовой магмы осуществляется от места ее зарождения в астеносфере со скоростью 160 см/год в виде протяженных колонн, радиус которых оценивается в

500—600 м за счет плавучести, обусловленной разницей в плотности жидкого расплава и вышележащих пород [8, 9]. Увеличение вязкости вышележащих пород и магмы с уменьшением глубины от поверхности препятствует дальнейшему подъему расплава. Давление магмы (30—200 МПа), продолжающей поступать, приводит к завоеванию пространства в горизонтальном направлении и образованию в итоге типичных для посткинematических интрузий воронкообразных тел, вплоть до огромных по площади и мощности пластов. Крайним выражением такой формы интрузий являются силлы — пластовые, обычно гипабиссальные, тела. Альтернативный вариант — крутосекущие пластинообразные трещинные интрузии — дайки. Отсутствие заметного влияния тектогенетических факторов при становлении посткинematических интрузий определяет хорошую сохранность первично-магматических признаков их внутреннего макро- и микростроения.

Синкинematические интрузии формируются в обстановках преобладания сжатия на конвергентных границах литосферных плит — в зонах субдукции (островодужные системы и активные окраины континентов) и континентальной коллизии. Внедрение исходных расплавов и становление этих тел сопровождается глубинными надвигами и последующими этапами складчатых деформаций. Тела батолитов протягиваются вдоль осевых частей горных сооружений. Эти крупные пластинообразные тела преимущественно гранитного состава протяженностью в десятки и сотни километров и мощностью до 10 км локализируются вдоль границ тектонических покровов (надвигов). Магма движется в горизонтальном направлении на столь значительные расстояния при условии $4T_0 - \sigma_x - \sigma_z \leq 5,656T_0$, где T_0 — прочность пород при одноосном сжатии, σ_x — горизонтальное напряжение, примерно равное давлению магмы, σ_z — вертикальная нагрузка [6]. Когда $T_0 \leq 50$ МПа, то при внедрении подобных интрузивов давление магмы должно на 200—250 МПа превышать давление нагрузки вышележащих пород. Это условие следует учитывать при расчете глубин становления интрузива на основе минеральных термобарометров.

К другим, но меньшим по размерам синкинematическим интрузиям, относятся факолиты — бескорневые тела, локализованные в замках складок. Известны случаи образования пегматитовых тел, контролируемых системой разрывов вдоль осевых плоскостей крупных складок.

По минеральному и петрохимическому составам магматические породы разделяются на несколько групп. Классификация полнокристаллических ультраосновных пород (ультрамафитов) по количественным соотношениям главных порообразующих минералов — оливин, ромбические и моноклинные пироксены [1, 3] приведена на рис. 1. В некоторых разновидностях ультрамафитов присутствует в



Рис. 1. Классификация и номенклатура ультрамафических пород, основанная на соотношениях оливина (Ol), ортопироксена (Орх) и клинопироксена (Срх):

1 — дунит; 2 — ортопироксенит; 3 — клинопироксенит; 4 — гарцбургит; 5 — верлит; оливиновый: 6 — ортопироксенит, 7 — клинопироксенит; 8 — вебстерит

качестве дополнительного минерала высококальциевый плагиоклаз, слюда (флогопит). Типичные продукты изменения — серпентинизация (вплоть до образования серпентинитов), оталькование, иддингситизация оливина.

Основными составляющими мантии Земли являются «метаморфические» перидотиты. Выход этих пород образует скалы о. Сан-Пауло у побережья Бразилии. Это уникальный случай эрозионного окна в поднятой до поверхности границы Мохо. Мантийные перидотиты входят в состав офиолитовых поясов — следы исчезнувших палеоокеанов. Магматические ультрамафиты наблюдаются в составе расслоенных интрузий как продукты кристаллизационной дифференциации базальтовой магмы. Эффузивные аналоги ультрамафитов (коматиты) известны только в зеленокаменных поясах глубокого докембрия, что объясняется температурным режимом того времени. Неполнокристаллические пикриты представляют собой жильные образования в расслоенных интрузиях. Мантийные перидотиты наблюдаются в виде ксенолитов в базальтах. Особым типом пород этой группы являются кимберлиты, содержащие вынесенные из глубоких горизонтов мантии алмазы.

Классификация интрузивных и эффузивных пород различных групп представлена на рис. 2; петрохимическая классификация вулканитов — на рис. 3.

Породы основного состава габбро-базальтовой группы наиболее широко распространены. Слои расслоенных габброидов и шаровых толеитовых базаль-

тов формируют океанскую кору. Образование этих пород вызвано периодическими внедрениями базальтового расплава по осевым разломам срединно-океанических хребтов, уровень залегания астеносферы под которыми достигает максимально высокого уровня (до нескольких километров). Внедрение и кристаллизация порций расплавов в процессе раздвижения литосферных плит приводит к постепенному наращиванию океанской коры.

При излиянии 1 км³ базальтовой магмы 3 км³ окружающей морской воды нагревается до температуры выше критической, что приводит к циркуляции грандиозной гидротермальной системы, производящей глубокие преобразования затвердевающей магмы и твердых пород базальтового и габбрового слоя коры. К ним относятся процессы спилитизации, сосюритизации и др.

Базальтоидный магматизм широко проявлен в островодужных системах, океанических островах над горячими точками (например, цепь вулканических островов Гавайско-Императорского хребта). Обширные площади занимают трапповые формации.

Диориты и их значительно шире распространены эффузивные аналоги — андезиты характеризуются максимально высокими содержаниями среднего плагиоклаза — андезина. Темноцветные минералы — роговая обманка, биотиты, в меньшей степени — пироксены и оливин. Незначительное пересыщение исходного состава SiO₂ приводит к появлению кварца (до 5%) — кварцевые диориты.

Главной ареной андезитового вулканизма в прошлом и на современном этапе являются островодужные системы и активные окраины континентов (наиболее впечатляющий пример — Тихоокеанское «огненное кольцо»). По различным моделям образование андезитовой магмы связывается с частичным плавлением гидратированной мантии над зонами субдукции; эклогитов — продуктов глубокого погружения океанской коры; реакцией этой магмы с перидотитами мантийного клина с образованием в нем участков менее плотных пироксенитов, их медленным всплыванием и частичным плавлением при снижении давления с образованием второй генерации андезитовой магмы. Андезитовые магмы широко участвуют в формировании диоритового слоя земной коры [11].

Медленная кристаллизация андезитовых расплавов в изолированных магматических камерах приводит к образованию интрузий диоритов. Свообразным механизмом образования диоритов является контактовое взаимодействие гранитной интрузии и вмещающих карбонатных пород, связанное с выносом кремния из зоны эндоконтакта и привнесом в нее кальция. По химическому и минеральному составам породы эндоконтакта отвечают диориту. К этой группе относятся дайки меланократовых спессарти-тов и керсантитов.

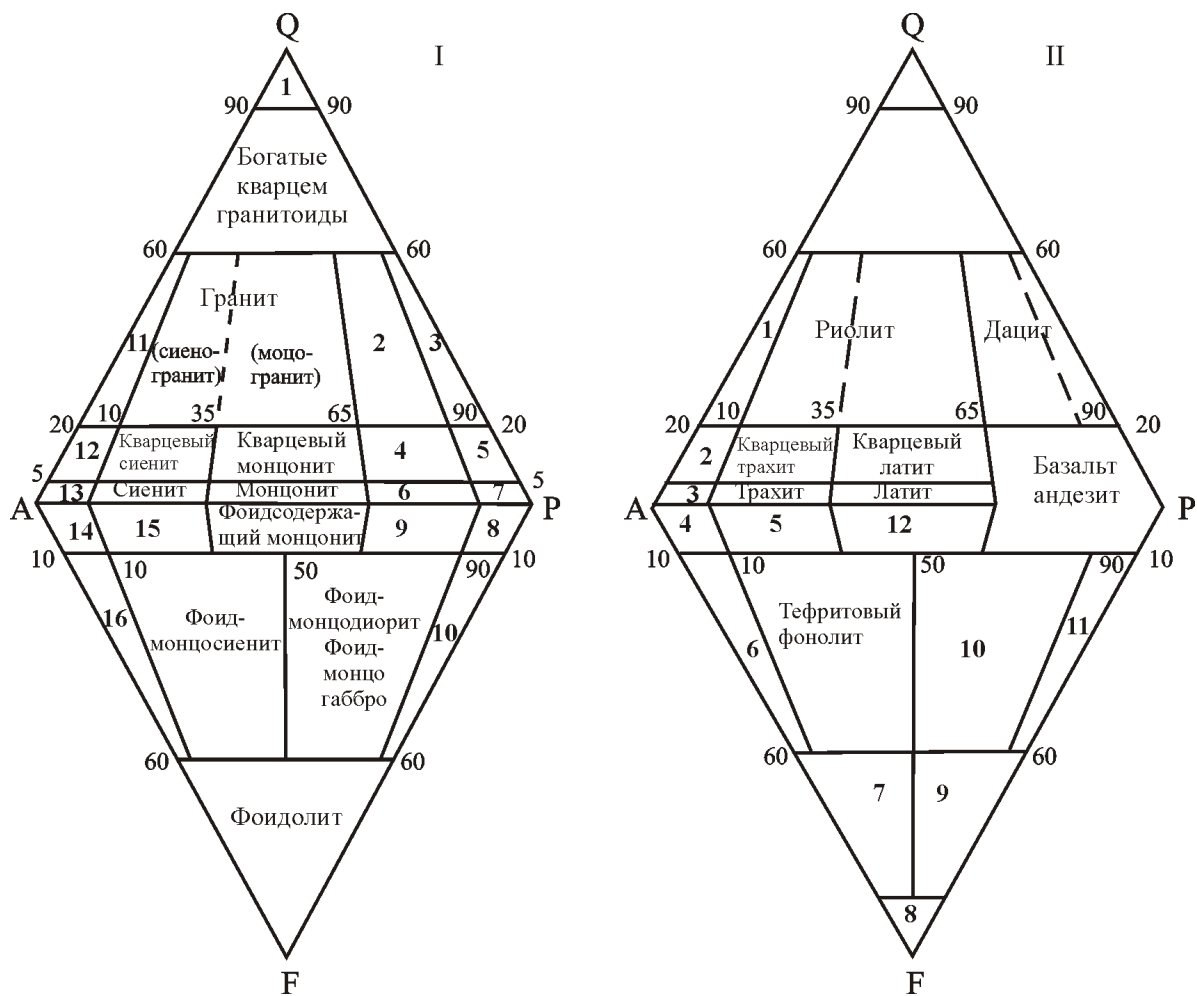


Рис. 2. Классификация и номенклатура плутонических (I) и вулканических (II) пород согласно модам минералов, использующая диаграмму QAPF:

Q — кварц, А — щелочной полевого шпат, Р — плагиоклаз, F — фельдшпатоид, I: 1 — кварцолит (силексит); 2 — гранодиорит; 3 — тоналит; 4 — кварцевые: монцодиорит и монцогаббро; 5 — кварцевые: диорит, габбро и анортозит; 6 — монцодиорит и монцогаббро; 7 — диорит, габбро, анортозит; 8 — фойдсодержащие: диорит, габбро, и анортозит; 9 — фойдсодержащие монцодиорит и монцогаббро; 10 — фойд-диорит и -габбро; 11 — щелочнополевошпатовый гранит; 12 — кварцевый щелочнополевошпатовый сиенит; 13 — щелочнополевошпатовый сиенит; 14 — фойдсодержащий щелочнополевошпатовый сиенит; 15 — фойдсодержащий сиенит; 16 — фойдсиенит; II: 1 — щелочнополевошпатовый риолит; 2 — кварц-щелочнополевошпатовый трахит; 3 — щелочнополевошпатовый трахит; 4 — фойдсодержащий щелочнополевошпатовый трахит; 5 — фойдсодержащий трахит; 6 — фонолит; 7 — фонолитовый фойдит; 8 — фойдит; 9 — тефритовый фойдит; 10 — фонолитовые: базанит (оливина 10%) и тефрит (оливина 10%); 11 — базанит (оливина 10%), тефрит (оливина 10%); 12 — фойдсодержащий латит

Субщелочные породы группы сиенита—трахита характеризуются максимально высоким содержанием калиевых полевых шпатов. Темноцветные минералы аналогичны породам диорит-андезитовой группы. Сиениты — малораспространенные породы, обычно они присутствуют в виде фаз внедрения в составе комплексов позднеорогенных гранитоидов. Трахиты распространены среди внутриплитных вулканитов на океанических островах.

Граниты и гранитоиды (плагиограниты — тоналиты, трондjemиты, эндебиты, гранодиориты) и в меньшей степени их эффузивные аналоги — риоли-

ты, дациты чрезвычайно широко распространенные родственные группы пород. Их составу в среднем отвечает состав континентальной коры.

Различные по составу и происхождению гранитоиды и гнейсограниты занимают огромные площади в пределах кристаллических щитов и складчатых образований докембрия и фанерозоя. «Нормальные» щелочноземельные граниты наиболее лейкократовые породы, состоящие из кварца, калиево-натриевого полевого шпата, кислого плагиоклаза в эвтектических (примерно равных) соотношениях (см. рисунки 1 и 2). Меланократовая часть — биотит (или две слюды

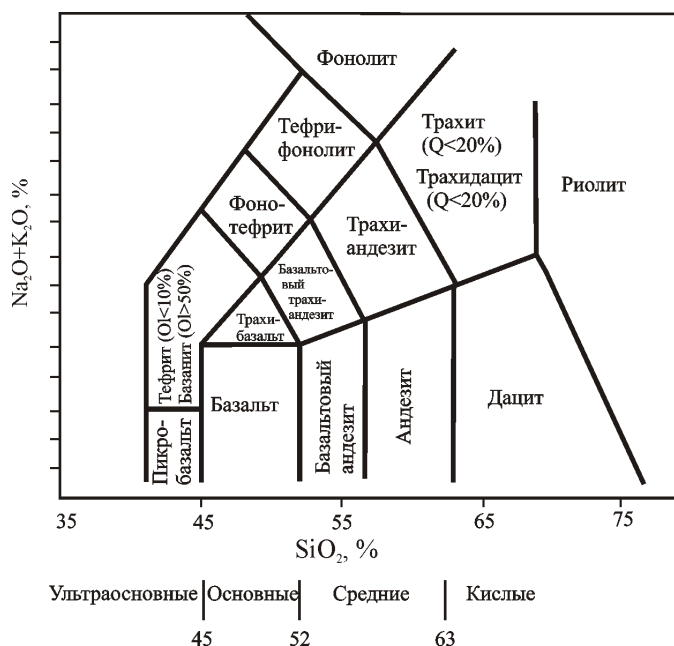


Рис. 3. Диаграмма ($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$) и SiO_2 для классификации и номенклатуры вулканических пород:

нормативный: Q — кварц, Ol — оливин

— биотит и мусковит), роговая обманка. Эндербиты (не содержащие калиевых полевых шпатов плагиограниты) и чарнокиты в составе пород гранулитовых фаций глубокого докембрия содержат ромбический пироксен — гиперстен. В гранитах-рапакиви, широко используемых в архитектуре Санкт-Петербурга, присутствует Fe-оливин.

В современной классификации выделяются типы гранитов: S, I, M и A. Тип S-граниты — продукты плавления, испытавший выветривание осадочных пород. Один из вариантов образования гранитов такого типа — всплывание пород, частично расплавленных в зонах ультраметаморфизма, и сопровождающееся возрастанием количества расплава за счет повышения температуры трения при движении и снижении давления при подъеме. Тип I-граниты рассматриваются как продукты плавления магматических и метаматматических пород. Происхождение M-гранитов связывается с плавлением субдуцируемой плиты и вышележащей мантии; A-граниты (анорогенные) — производные коры: плавление мафических тоналитов нижней коры, смешение мафической и салической магм [7].

Щелочные породы весьма мало распространены, но с ними связаны проявления разнообразных полезных ископаемых — от апатита до редкоземельной минерализации. Высокие содержания щелочей отличают породы ряда щелочных гранитов — щелочных сиенитов реализующихся в появлении в породах щелочного пироксена — эгирина и амфиболов — рибекита и арфведсонита. В недосыщенных SiO_2 породах

с высоким содержанием щелочей главными лейкократовыми минералами становятся фельдшпатоиды (фоиды) — нефелин, лейцит (в эффузивных аналогах) в сочетании с щелочными темноцветными минералами. Фоидолиты и фоидиты (бесполевошпатовые фельдшпатоидные породы — группа ийолита—уртита—нефелинитов—лейцититов) породы с максимально высоким содержанием щелочей, состоят из фоидов (фельдшпатоидов) и щелочных пироксенов и амфиболов в различных соотношениях. Щелочные габброиды (группа терралита — тейфрита) и эссекситы отличаются от габброидов и монцонитов присутствием нефелина.

Щелочные интрузии трассируют зоны континентальных рифтовых систем, щелочные вулканы типичны для океанических островов над горячими точками. Зарождение расплавов, эволюция их составов, ход кристаллизации в промежуточных магматических камерах с образованием интрузий, последовательность вулканических извержений контролируются особенностями состава поставляющих расплавы пород астеносферы, субдуцирующей океанской коры, мантийного клина, зоны ультраметаморфизма в континентальной коре и PT-условиями, управляющими этими процессами. Образующиеся породы состоят из строго определенной ассоциации ограниченного количества пороодообразующих минералов, представляющих собой твердые растворы неограниченной смесимости, обеспечивающей их устойчивость в широком диапазоне температур и давлений.

Породы как закономерно связанные ассоциации минералов формируют генетически связанные между собой серии. Породы одной сериальной принадлежности участвуют в строении расслоенных интрузий и многофазовых плутонических, вулканических и вулканоплутонических комплексов. Генетическая связь пород может быть нарушена при совмещении продуктов кристаллизации различных по происхождению расплавов, при смешении магм, приводящих к ликвации.

Образование серий пород можно кратко проиллюстрировать с помощью некоторых моделей кристаллизации расслоенных интрузий (рис. 4). По одной из них адиабатический градиент 0,3 С/км обеспечивает конвективное перемешивание и равномерное распределение температуры расплава во всем объеме магматической камеры. При градиенте точки плавления базальтового расплава — 3 С/км в кровле камеры при мощности 10 км расплав будет перегрет относительно ее дна на 30 С, что обеспечит возникновение зоны кристаллизации в нижней части камеры при достижении в ходе остывания расплава температуры ликвидуса, т.е. начала кристаллизации наиболее высокотемпературной минеральной фазы (в данном случае — оливина). Быстрая кристаллизация боковых серий за счет температурного градиента на границе с вмещающими породами обеспечивает теп-

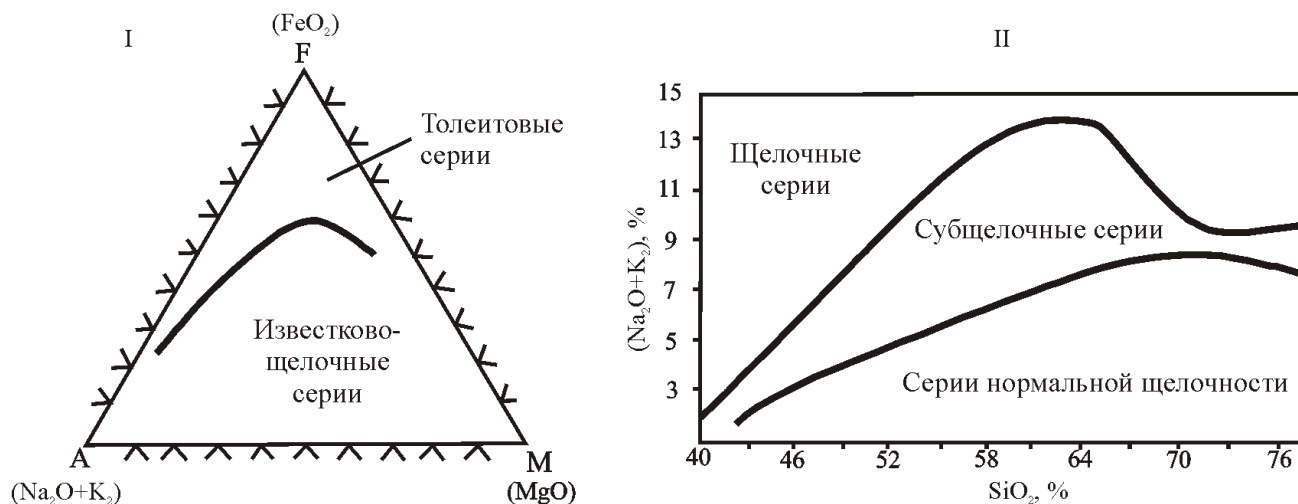


Рис. 4. Диаграммы AFM ($\text{Na}_2\text{O} - \text{K}_2\text{O} - \text{FeO}_2 - \text{MgO}$) (I) и ($\text{Na}_2\text{O} - \text{K}_2\text{O} - \text{SiO}_2$) (II) для магматических пород:

линии — область распространения субщелочных пород

лоизоляция центральной части камеры и равновесную кристаллизацию главного объема поликомпонентного расплава. Последовательное выведение из расплава высокотемпературных составляющих и осаждение оливина, пироксена, плагиоклаза и других минералов с продвижением фронта затвердевания снизу вверх приводит к изменению (раскислению) расплава и кристаллизации все более низкотемпературных минеральных ассоциаций вплоть до образования гранофилов и гранитов на контакте с ранее закристаллизованной верхней краевой зоной. На фоне макрорасслоенности формируется ритмическая расслоенность за счет температурно-концентрационных волн.

Особым типом является скрытая расслоенность. Процессы кристаллизации интрузий сопровождаются образованием плоскостных (трахитоидность), линейных и линейно-плоскостных текстур, несущих информацию об особенностях формирования интрузивов (скорость движения расплава, влияние тектонических факторов и др.).

Альтернативная модель предлагает возникновение зоны кристаллизации в кровле маломощных камер в зонах спрединга. Кристаллизация наиболее высокотемпературной фазы объясняется максимальным теплообменом через кровлю камеры. При опускании в конвективно перемешиваемый перегретый расплав происходит растворение кристаллов (как и в первом варианте — оливина) и концентрационное расслоение расплава с постепенным продвижением фронта кристаллизации сверху вниз до полного подавления конвекции. Последовательная кристаллизация высокотемпературных фаз во всем объеме камеры стимулируется снижением температуры до интервала переохлаждения. Массовое образование кристаллических зародышей может периодически стимулироваться повторяющимися сейсмическими толчками.

Первично-магматическая расслоенность образуется как в посткинematических, так и синкинematических интрузиях, кристаллизация которых до затвердевания также контролируется законами гидростатики. В целом посткинematические интрузии характеризуются более контрастными и хорошо сохранившимися чертами первичного строения. Первично-магматические особенности строения синкинematических интрузий нередко затушевываются (вплоть до полного уничтожения) так называемой субсолидосной метаморфической сланцеватостью, возникающей после окончательного затвердевания, но подвергающихся воздействию стресса интрузий.

Лавовые эффузивные серии возникают за счет дифференциации исходного расплава в промежуточном очаге вулканов и отражают периодическое поступление его порций на поверхность.

Некоторые примеры диаграмм, используемых для определения серийной принадлежности пород приведены на рис. 4. Наиболее распространены породы толеитовой и известково-щелочной серий.

Вулканические породы толеитовой серии включают спектр пород от пикробазальтов и базальтов до дацитов и риолитов. Андезиты и андезитобазальты присутствуют лишь в небольшом количестве. Таким образом, серию характеризует бимодальное распределение пород при подчиненной роли кислых разновидностей. Для пород типичен тренд к обогащению железом. Распределение редкоземельных элементов близко к хондритовому, что свидетельствует о высокой степени плавления мантийного вещества, особенно в толеитах срединно-океанических хребтов. К толеитовой серии относятся, например, породы Скергаардской интрузии, ритмическая расслоенность которой сформирована чередованием троктолитов, габбро и анортозитов Бушвельдского интрузива и др.

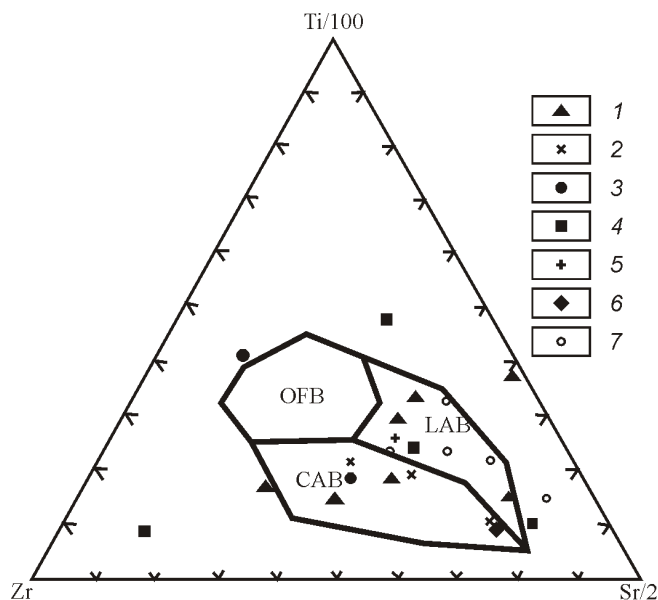


Рис. 5. Дискриминационная диаграмма Т.Х.Пирса, В.Е.Гормана, Т.С.Биркетта для определения обстановок образования и природы базальтов Бодракского магматического комплекса в Крыму [10]:

1 — туфы; 2 — долериты; 3 — лавы; порфиры; 4 — ов., 5 — пл.; 6 — плагиограниты; 7 — ов. порфиры; базальты: OFB — океанического дна, CAB — известково-щелочные, LAB — островодужные

Известково-щелочная (андезитовая) серия включает андезиты, дациты и риолиты при подчиненной роли базальтов. Тренд обогащения железом отсутствует. Заметно повышение содержания редких земель с преобладанием легких лантаноидов цериевой группы по сравнению с толеитовой серией. Породы этой серии типичны для островодужных систем, ее интрузивными аналогами являются андийские и кордильерские батолиты типа Сьерры-Невады, Береговых хребтов, Миясиро, а также анортит-мангеритовые (чарнокитовые) докембрийские массивы (Колвицкий, Каларский, Гренвилльский на Балтийском, Алданском, Канадском шитах соответственно).

Субщелочные серии представлены субщелочными пикробазальтами и оливиновыми базальтами, трахитами, субщелочными дацитами и риолитами при подчиненном количестве трахиандезитов (бимодальное распределение). В составе редкоземельных элементов резко преобладают лантаноиды цериевой группы, что свидетельствует о глубинном происхождении расплавов и низкой степени плавления вещества мантии. Примером интрузивных пород этой серии являются интрузии на Кольском полуострове: Ковдор, Африканда и другие, включающие спектр пород от оливинитов и пироксенитов до нефелиновых сиенитов и карбонатитов.

Щелочные серии включают нефелин- и лейцитосодержащие породы, характеризующиеся максимально высокими концентрациями щелочей, пониженным содержанием кремнезема. Породы этой серии резко обогащены крупнокатионными литофильными, в т.ч. редкоземельными элементами, что свидетельствует о значительных глубинах очагов родоначальных магм.

Многочисленные разносторонние исследования позволили с большой степенью достоверности определить с помощью дискриминационных петрохимических и геохимических диаграмм природу изверженных пород различного возраста, реконструировать процессы эволюции магматизма и геодинамических регионов на протяжении геологического развития различных регионов и Земли в целом. Пример одного из вариантов такого исследовательского подхода иллюстрирует рис. 5.

Современные проявления магматизма можно изучать, наблюдая вулканические извержения активных вулканов на Камчатке, в Японии, на Гавайских островах и в других местах. Однако наибольший объем информации о магматических процессах получен путем изучения состава, строения и условий залегания магматических пород, образованных в геологическом прошлом, а также при моделировании природных процессов в лабораторных условиях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ефремова С.В., Стафеев К.Г. Петрохимические методы исследования горных пород. Справочное пособие. — М.: Недра, 1985.
2. Захаревич К.В., Рухлов А.С., Пилюсьян П.А. К изучению магматических пород полигона Крымской учебной практики (среднее течение р.Бодрак) // Геология в школе и вузе: Геология и цивилизация (Материалы III Международной Конференции). — С-Пб: Эпиграф, 2003.
3. Классификация магматических (изверженных) пород Международного союза геологических наук / Пер. С.В.Ефремовой. — М.: Недра, 1997.
4. Ле Ба М., Штрекайзен А.Л. Систематика магматических горных пород Международного союза геологических наук // Зап. всерос. минер. об-ва. 1991. № 4.
5. Попов В.С. Магматизм Земли // Соросовский образовательный журнал. № 1. 1995. С. 74—81.
6. Робертс Дж. Внедрение магм в хрупкие породы // Механизм интрузий магмы. — М.: Мир, 1972.
7. Скляр Е.В. и др. Интерпретация геохимических данных. Учебное пособие / Под ред. Е.В.Склярова. — М.: Интернет Инжиниринг, 2001.
8. Уэйджер Л., Браун Г. Расслоенные изверженные породы. — М.: Мир, 1970.
9. Шарков Е.В. Петрология расслоенных интрузий. — Л.: Наука, 1980.
10. Шкодзинский В.С. Фазовая эволюция магм и петрогенезис. — М.: Наука, 1985.
11. Nesterov E.M. Depth structure of Altai-Zaisan part of Ural-Okhotsk belt and regularities of mineral deposits location // Tectonics of East Asia. 2002.

К вопросу о происхождении месторождений урана и редких земель Мангышлака

А.А.ШАРКОВ (ФГУП ВИМС)

В 2005 г. в журнале «Отечественная геология» была опубликована статья А.А.Шаркова «О генезисе органично-фосфатных месторождений урана и редких земель Мангышлака», в которой автор изложил свою концепцию о роли вулканизма в образовании уникальных ураново-редкометалльных месторождений, известных только в одной формации Земли — майкопской, олигоцен-раннемиоценовой [6].

Книга А.А.Шаркова «Ураново-редкометалльные месторождения Мангышлака и Калмыкии, их генезис» [7], получившая высокую оценку специалистов ВСЕГЕИ Ю.Б.Миронова и А.М.Карпунина, занимающихся изучением и прогнозированием урановых месторождений на территории Российской Федерации, а также геологов ОАО «Кольцовгеология» С.И.Григорова, В.Л.Лысакова, В.И.Тихонова и В.Н.Рогачева, непосредственно проводивших поиски и разведку месторождений урана на Мангышлаке в 1956—1960 гг.

Тем не менее, в 2008 г. вышла из печати критическая статья Г.Н.Батурина [3], в которой он пытается опровергнуть концепцию А.А.Шаркова о происхождении месторождений урана органично-фосфатного типа Мангышлака [3]. Прежде всего, необходимо напомнить, что эти месторождения известны более 50 лет, широко эксплуатировались и служили сырьевой базой для атомной промышленности Советского Союза в течение 30 лет до его распада.

Несмотря на столь длительный период изучения, до сих пор продолжается дискуссия об их происхождении, в т.ч., по-видимому, и потому, что в пределах планеты нет сколько-нибудь близких аналогов подобных месторождений. Это обстоятельство практически исключает использование принципов сравнительного анализа. Следовательно, появление критической статьи вызывает необходимость вновь вернуться к проблеме генезиса рассматриваемых месторождений и серьезно проанализировать позиции Г.Н.Батурина.

Необходимо подчеркнуть, что проведение глубокого анализа сопряжено с значительными затруднениями, поскольку в работе Г.Н.Батурина совершенно не учитывается важнейший фактор — исключительная уникальность этих объектов. Нигде в мире не обнаружены не только подобные по масштабам значительные месторождения этого типа, но даже сколько-нибудь мелкие рудопроявления. А это значит, что понять происхождение таких экзотических объектов можно только на основе непосредственного детального изучения геологии рудных районов и собственно месторождений, чем и занимался автор, как в процессе поисков и раз-

ведки месторождений урана на Мангышлаке, так и в период их промышленной эксплуатации [6].

По совершенно иному, и потому неконструктивному пути, пошел Г.Н.Батурина, который сосредоточился на изучении отдельных различных рыбных остатков в современном океане, сравнении результатов их химических анализов и рудных образцов и др. Из многих десятков сделанных анализов, ему удалось получить буквально единичные результаты с содержаниями урана и редких земель, сравнительно близкими к резко преобладающим в рудах месторождений. Причем совершенно нет уверенности в том, что не допущены аналитические ошибки по содержанию этих элементов, поскольку определение их производилось из образцов руд, хранившихся в музее ВИМС в течение 50 лет. Естественно, они в значительной степени оказались окисленными и радиоактивность их за этот период существенно снизилась.

Кроме того, абсолютно подавляющая масса анализов, сделанных из костного детрита со дна океана, показывает совершенно ничтожные значения урана и редких земель, выраженные в граммах на тонну, что сильно затрудняет сравнение этих компонентов с их содержанием в рудах месторождений, а также соотношений U/P_2O_5 и TR/P_2O_5 . И все же Г.Н.Батурина делает вывод, что из обычной морской воды могут накапливаться на костном детрите рудные концентрации. Правда, остаются без ответа наиболее сложные вопросы — если все так просто, то, во-первых, почему все скопления костного детрита в океане не преобразовались в соответствующие месторождения? Во-вторых, почему нет каких-либо примеров аналогичных месторождений ни в современных, и тем более в древних океанах? К сожалению, ответов на эти вопросы нет в критической статье Г.Н.Батурина [3], несмотря на то, что они ключевые.

Вместе с тем абсолютное игнорирование фактических материалов по геологическому строению месторождений Мангышлака, изложенных в статье А.А.Шаркова [6], приводит Г.Н.Батурина и к неверным общим генетическим интерпретациям. Так, например он, по-видимому, не знает или не придает особого значения такому чрезвычайно важному факту, что все ураново-редкометалльные месторождения Мангышлака приурочены исключительно к Карагинскому сводовому поднятию. В позднем олигоцене это поднятие представляло собой обширную подводную отмель, располагавшуюся в пределах внешней части шельфа майкопского бассейна. По мнению Г.Н.Батурина [3, с. 239], здесь «...возникло мощное контурное (вдольбереговое) течение, поро-

дившее активный прибрежный апвеллинг, вызвавший поставку обогащенных фосфором вод из промежуточного слоя водной толщи к поверхности и бурное цветение фитопланктона, что сопровождалось развитием всех последующих звеньев пищевой цепи — зоопланктона, планктоноядных и хищных рыб, морских млекопитающих животных и птиц. Такое явление типично для ряда районов современного океана, являющегося основным источником морепродуктов».

Вне всякого сомнения, в современных океанах действительно существуют вдольбереговые течения, поскольку для этого там имеются благоприятные гидродинамические условия. Однако в шельфовой области древнего олигоценового морского бассейна течения такого рода вообще не могли действовать по следующим причинам: 1) образование гигантских скоплений костного детрита происходило на шельфе майкопского водоема, который в позднем олигоцене был изолирован от Мирового океана [6]; 2) все месторождения урана и редких земель располагаются исключительно на склонах регионального сводового поднятия, удаленного от береговой зоны на сотни километров.

Более того морфология и строение всех рудных залежей костного детрита убедительно свидетельствуют о том, что в процессе их формирования, в пределах подводной отмели, реально действовали только два основных направления течений, разносивших костный детрит из области сноса, находившейся в осевой части сводового поднятия к северо-западу и юго-востоку, т.е. в противоположные стороны от него на расстояния до 20—30 км. При этом волновые движения перемещали остатки рыб к северу на 5—6 км [7].

Не менее спорно утверждение оппонента, что фосфор в океане не ассоциируется с вулканизмом. Сотни, если не тысячи подводных гор, сложенных вулканиками, часто содержат достаточно мощные горизонты фосфоритов, которые нередко прорваны и перекрыты новыми порциями вулканических продуктов [4].

Важно отметить, что все ураново-редкометалльные месторождения и прослои туффиитов размещаются исключительно в отложениях рудной пачки [5], это, безусловно, указывает на их связь с подводным вулканизмом.

Перед тем как перейти к обсуждению других замечаний оппонента, необходимо подчеркнуть, что он весьма некорректно употребляет термин «костные брекчии», поскольку большинство исследователей, занимавшихся на протяжении нескольких десятилетий проблемой металлоносности ископаемых остатков ихтиофауны, т.е. костного детрита, обогащенного ураном ($U\ 0,05—0,1\%$), относили эти образования к рудам [5].

Что касается костных брекчий, то эти породы, как правило, залегают в подошве рудных залежей разных

месторождений. Обычно они состоят из несортированного крупнообломочного материала, представленного окатанными и неокатанными позвонками (15—25 см), реберными костями (10—12 см) древних китов, зубами акул (1—5 см), обрывками углефицированной древесины (20—30 см), редкими стяжениями и гальками фосфоритов (до 2—5 см), а также костями птиц (до 5 см).

Весь этот крупнообломочный материал обычно был сцементирован глинистым веществом, смешанным с тонкодисперсным пиритом и мелкораздробленными остатками рыб [6]. Повсеместно порода пропитана баритом и целестином, что придавало ей массивный облик.

Итак, из приведенных материалов совершенно очевидно, что костная брекчия в действительности очень резко отличается от костного детрита как по внешнему облику, так и по составу, а также по содержанию $U\ 0,03—0,04\%$ и редких земель $0,1—0,2\%$.

Легкость, с которой Г.Н.Батуриным используется понятие о костных брекчиях и костном детрите, пытаясь дать объяснения некоторым процессам, преследует только одну цель — подвергнуть сомнению утвердившуюся концепцию А.А.Шаркова о вулканогенно-осадочном происхождении органогенно-фосфатных месторождений Мангышлака. Причем представленный им скудный материал совершенно не согласуется с обширными фактическими данными по месторождениям, изложенными в опубликованных работах [6, 7].

К тому же он допускает и определенные методические ошибки, сравнивая результаты анализов по урану и редким землям мелкораздробленного костного детрита из руд месторождений Мангышлака с данными, полученными им по отдельным крупным обломкам различных скелетных частей морских млекопитающих и единичными определениями концентрации этих элементов в костях рыб со дна океана. Такое сравнение результатов химического и масс-спектрального анализов абсолютно несопоставимых объектов недопустимо, поскольку даже при беглом ознакомлении с материалами статьи Г.Н.Батурина, бросается в глаза значительное различие между ними как по составу, так и по условиям образования металлоносного костного детрита, а также по содержанию в них основных компонентов. Так, например, Г.Н.Батуриным отмечается, что в рудном штуде содержится $U\ 1484\ \text{г/т}$, и $TR\ 3069\ \text{г/т}$, а в костях со дна океана в среднем $U\ 104\ \text{г/т}$ и $TR\ 60\ \text{г/т}$. Причем U/P_2O_5 в рудном штуде $0,0073$, а $TR/P_2O_5\ 0,0152$. Приведенные данные показывают, что содержание урана в рудах месторождений Мангышлака в 14 раз выше, чем в костях со дна океана. По существу, эти сведения не дают каких-либо серьезных оснований Г.Н.Батурину полностью отрицать роль вулканической деятельности в образовании уникальных ураново-редкометалльных месторождений в майкопских отложениях. Наоборот, они могут служить дополнительным

аргументом, подтверждающим вулканогенно-осадочную концепцию, поскольку Г.Н.Батури́н совершенно не рассматривает вопрос об источнике урана и редких земель. Он ограничился лишь фразой, что «...в майкопском бассейне, как и в современном океане, костный детрит обогащался редкими землями за счет морской воды» [3, с. 236]. Однако, несмотря на давно известный и хорошо изученный процесс накопления урана и редких земель в костном детрите, при многократном перемыве и переотложении органогенного материала в относительно окислительных условиях, оппонент утверждает, что «...именно этим стечением обстоятельств, а отнюдь не гипотетической вулканогенно-гидротермальной активностью, обусловлен генезис уникальных месторождений в майкопских отложениях» [3].

Для того, чтобы показать полную несостоятельность и ошибочность представлений Г.Н. Батурина, рассмотрим кратко основные факторы, способствовавшие образованию месторождений урана и редких земель Мангышлака и сравним их с обстановкой нахождения костного детрита на дне океана.

В первую очередь отметим, что все месторождения урана и редких земель на Мангышлаке размещаются в области шельфа майкопского бассейна, где во внешней ее части в позднем олигоцене располагалась обширная подводная отмель (банка), в акватории которой существовали весьма благоприятные условия для жизнедеятельности ихтиофауны. Поэтому здесь обитали огромные массы рыб.

Тектонически подводная отмель представляла собой крупную антиклинальную палеовулканическую структуру. В ее ядре находился региональный долгоживущий глубинный разлом [6], к которому был приурочен подводный вулканический аппарат. Периодическая активизация подводной вулканической деятельности вызывала катастрофическую гибель морских организмов при извержениях и выделениях эруптивных газов, а так же и массовую гибель ихтиофауны в поствулканическую стадию, при поступлении в морской бассейн высокотемпературных гидротерм (300—400 °C) с повышенными концентрациями редких и рудных элементов. Эти гидротермы одновременно в значительной степени обогащали морскую воду соответствующими элементами.

В современном океане, как известно, на глубинах 0,5 км существуют многочисленные подводные вулканические образования в виде гор, активность которых проявляется довольно редко. Причем на большой глубине количество остатков ихтиофауны обычно незначительное. Следовательно, в таких районах в периоды извержений подводных вулканов, катастрофическая гибель рыб в крупных масштабах не происходит как в майкопском бассейне Мангышлака.

Совершенно иная картина наблюдается в шельфовой зоне океана по западным окраинам континентов,

где отмечается резко повышенная продуктивность биомассы.

Так, например, в заливе Уолфиш на западном побережье Африки [8], обилие биогенных элементов, поступающих с восходящими водами на шельф, приводит к пышному развитию планктона и ихтиофауны. Это явление сопровождается процессом «цветения воды», в результате чего морская вода приобретает красный цвет. Она очень ядовита (за счет продуктов жизнедеятельности динофлагеллят) и вызывает массовую гибель всех морских организмов. Процесс цветения красных вод продолжается всего несколько дней в году, после чего на дне залива и на берегу появляются громадные скопления отмершей ихтиофауны. При ее разложении в водоеме возникает зона сероводородного заражения, распространяющаяся на расстояние 200 миль вдоль побережья. Массовые заморы ихтиофауны также происходят в высокопродуктивных районах океана на Калифорнийском побережье США и в Чили.

Однако во всех указанных районах в отличие от Мангышлака месторождения не образуются, поскольку в их акваториях отсутствуют крупные подводные вулканические очаги. Здесь действуют только гидротермальные системы современных «черных курильщиков», в составе которых уран присутствует в количестве следов [3].

В связи с этим океанские гидротермы обычно обеднены ураном примерно втрое по сравнению с морской водой, которая при контакте с гидротермами не обогащается, а, напротив, обедняется этим элементом [3].

Что касается источника фосфора, то этот вопрос достаточно подробно освещен в опубликованной статье [6] и монографической работе [7], поэтому оставим его без комментариев.

В заключение отметим, что, не имея четкого реального представления о происхождении органогенно-фосфатных ураново-редкометалльных месторождений, Г.Н.Батури́н приходит к ошибочному выводу, что накоплению металлов в костных остатках рыб способствовало и повышенное содержание в них органического вещества, будто бы создававшего восстановительную среду для осаждения урана. Еще на ранней стадии изучения месторождений А.В.Коченов и В.А.Успенский (1960), на основе детальных исследований, доказали, что органическое вещество играло незначительную роль в накоплении урана на костном фосфате. Тем не менее, Г.Н.Батури́н заканчивает свою статью следующим выводом: «По всей видимости, именно этим стечением обстоятельств, а отнюдь не гипотетической вулканогенно-гидротермальной активностью, обусловлен генезис уникальных металлоносных костных брекчий в майкопских отложениях» [3, с. 239].

Подводя итоги, подчеркнем — статья Г.Н.Батурина ясно показала отсутствие у критиков существую-

щих представлений о генезисе месторождений Мангышлака сколько-нибудь убедительных доказательств того, что активная вулканогенно-гидротермальная деятельность не обусловила образование уникальных месторождений урана и редких земель в майкопских отложениях.

Автор выражает искреннюю благодарность Э.Л.Школьнику за ценные советы и замечания, которые во многом способствовали выяснению сложных вопросов, а также за дружеское участие в обсуждении основных аспектов проблемы генезиса месторождений урана и редких земель Мангышлака.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Батурич Г.Н., Люка Ж., Прево-Люка Л. Европийская аномалия в океанских фосфоритах // Докл. РАН. 2001. Т. 379. № 5. С. 647—650.
2. Батурич Г.Н. Фосфатонакопление в океане. —М.: Наука, 2004.
3. Батурич Г.Н. Металлоносность майкопских костных брекчий и костного детрита со дна океана // Докл. РАН. 2008. Т. 421. № 2. С. 234—239.
4. Мельников М.Е. Месторождения кобальтоносных марганцевых корок. ФГУП ГНЦ «Южморгеология». —Геленджик, 2005.
5. Пушкина З.В. Железо, марганец, кремний, фосфор, бор, алюминий в морской воде района вулкана Санторин (Эгейское море) // Литология и полезные ископаемые. 1967. № 2. С. 87—96.
6. Шарков А.А. О генезисе органогенно-фосфатных месторождений урана и редких земель Мангышлака // Отечественная геология. 2005. № 6. С. 29—41.
7. Шарков А.А. Ураново-редкометалльные месторождения Мангышлака и Калмыкии, их генезис / Под ред. Э.Л.Школьника. —М.: Эслан. 2008.
8. Brongersma-Sanders M. Mass Mortality in the Sea. Geol. Soc. Amer. Memoir. 1957. 67. Vol. 1.

УДК (049.32)

И.А.Бергман, 2009

Нужна ли геологии парадигма П.М.Горяинова и Г.Ю.Иванюка?

И.А.БЕРГМАН (ФГУП ВИМС)

С точки зрения П.М.Горяинова и Г.Ю.Иванюка [7] геология находится в состоянии кризиса, и не согласиться с этим нельзя. Особенно в тяжелом положении пребывает осадочная геология раннего докембрия, включая проблематичные золотоурановые конгломераты, докембрийские железисто-кремнистые формации и др. Свидетельством тому, например, десятки гипотез образования последних, охватывающие практически все геологические процессы от магматизма до осадкообразования [2].

Правы цитируемые авторы и в том, что все дело в методологии или философии (парадигме, по тем же авторам). Однако нужна ли новая парадигма? Какой вообще должна быть методология, чтобы, опираясь на нее, геологи восстановили осадочный ранний докембрий таким, каким он действительно был (естественно, без потерь, и, вероятно, немалых нам не обойтись)?

К аналогичному выводу о кризисе в проблеме генезиса докембрийских железисто-кремнистых формаций в конце 1960-х годов пришел и автор данной статьи, анализирувавший причины многообразия взглядов на их образование, но в отличие от П.М.Горяинова и Г.Ю.Иванюка выход из кризисного состояния автор видит не в создании новой парадигмы, а в отказе от механистического и переходе «на рельсы» исторического, диалектического мышления, уходящего корнями, по крайней мере, в древнюю Грецию.

Что же навело П.М.Горяинова и Г.Ю.Иванюка [7] на мысль о необходимости замены старой парадигмы новой? (Заметим: «росчерком пера» цитируемых авторов

все известные до новой парадигмы философские направления оказались в одной «куче» под названием старая (современная, классическая) парадигма, и все одинаково непригодны. Здесь с самого начала цитируемые авторы демонстрируют прием, суть которого состоит в том, что к заведомо слабому прилагается то, что не является слабым (диалектика), но мешает, и все в таком обобщенном виде отвергается. Причин тому несколько. Во-первых, противоречие между классической механикой (а затем и теорией относительности) и термодинамикой в вопросе об обратимости времени, и противоречие между равновесной термодинамикой, постулирующей стремление систем к хаотизации, и законом биологической эволюции с его стремлением к усложнению и дифференциации. Геология, считают П.М.Горяинов и Г.Ю.Иванюк, оказалась в странном положении, когда генезис всех без исключения объектов рассматривался как необратимое стремление к равновесию, но одновременно подразумевалась и возможность «обратного отсчета» при реконструкции их первичной природы как это допускает механика. Переход к новой парадигме предопределен тем, что современная парадигма геологии не только не в состоянии предсказать появление ряда свойств изучаемых объектов (например, фрактальность, автоволны, и др.), но даже оставляет многие установленные факты неустраиваемыми (например, вихревые структуры в литосфере, в горных породах). Заметим, не в состоянии предсказать может быть потому, что таких свойств как фрактальность, автоволны и другие, в исследуемых объектах просто не существует? Наконец, предсказание —

не реальность. В геологии море предсказаний, но чтобы предсказания превратились в реальность, нужны или древние эталоны фрактальности, автоволн и других, которых нет! или свойства, необходимые и достаточные для создания таких эталонов, но их тоже нет! В связи со сказанным напомним, что ни в уравнения классической механики, ни в уравнения термодинамики, включая равновесную, не входит геологическое время, поэтому если цитируемые противоречия для кого-то и являются противоречиями, то к геологии по указанной причине они не могут иметь прямого отношения. По этой же причине из равновесной термодинамики не может следовать стремление геологических систем к хаотизации. Не соответствует действительности и утверждение о том, будто генезис всех без исключения объектов рассматривался как необратимое стремление к равновесию. Так, например, в разработанной автором статьи модели осадочного образования докембрийских железисто-кремнистых формаций [1, 3, 5 и др.] равновесия не было ни на стадии отложения вещества железистых кварцитов и других в бассейнах седиментации, ни на стадии их метаморфизма, ни на стадии их сопутствующей и последующей деструкции. В самом деле, о каком стремлении к равновесности может идти речь, если железистые кварциты — система, состоящая из минералов антагонистов — кварца и магнетита, кварца и гематита!

Причины кризиса осадочной геологии раннего докембрия в другом. Во-первых, в игнорировании историзма, в т.ч. П.М.Горяиновым и Г.Ю.Иванюком [7]. Действительность в том, что наши знания основаны на системе эталонов — лабораторных и природных. Природные в отличие от лабораторных свои для каждой геологической эпохи. Это следует из необратимого развития Земли и Солнечной системы в целом. Раннедокембрийских природных эталонов нет (это признают и сами цитируемые исследователи). Их надо создавать (но о том, что их надо создавать, П.М.Горяинов и Г.Ю.Иванюк умалчивают, поскольку, вероятно, понимают, что задача эта им не по силам). По этой причине исследователи вместо создания требуемых древних эталонов и вопреки законам логики познания (диалектической логики) осуществляют «реконструкцию» раннего осадочного докембрия на основе современных эталонов (именно так поступают и названные авторы с той разницей, что они опираются в своих генетических построениях на результаты экспериментальных физических опытов И.Пригожина). В результате вместо реконструкции таких объектов происходит или их осовременивание (если используются современные эталоны) или искажение вплоть до полного (если используются оторванные от природных систем результаты лабораторных экспериментов, расчетные методы и др. Примером могут служить стаканые эксперименты Ю.Мура и Дж.Мейнарда (1929), исследовавших совместную коагуляцию коллоидов

гидроксидного железа и кремнезема и предложивших на их основе механизм слоеобразования железистых кварцитов. Дело в том, что коллоиды гидроксидного железа до настоящего времени ниже зоны окисления не обнаружены ни в одной железисто-кремнистой формации мира, нет их и в сфере элементной геохимии железистых кварцитов. Конечно, изучать то, чего нет в природе, тоже полезно. Однако во много раз полезнее ставить эксперименты, в которых исследователи имеют дело с реальными системами. Во-вторых, в реконструкциях — в отсутствие требуемых эталонов — доминирует порочная логика мышления от внешних признаков и внешних форм связи к признакам и формам связи внутренним (существенным, генетическим).

Прежде чем пояснить сказанное на конкретных примерах, рассмотрим очень важный вопрос достоинства признаков, поскольку от того, какого достоинства признаки используются в реконструкциях природных объектов, зависит методология обоснования (доказательства) тех или иных генетических положений и поскольку этот вопрос полностью проигнорирован П.М.Горяиновым и Г.Ю.Иванюком. В большинстве работ по геологии на эту крайне важную сторону свойств изучаемых объектов исследователи вообще не обращают внимания. Они, в т.ч. П.М.Горяинов и Г.Ю.Иванюк [7], оперируют фактами, признаками, всеми признаками, многофакторными моделями, системным анализом, первоначальным осмыслением и т.д., тогда как просто фактов, просто признаков не существует, а есть факты, признаки внешние несущественные, и есть факты, признаки существенные, генетические, т.е. такие, которые определяют предмет тем, чем он и является. Дело в том, что когда есть эталоны, исследователи могут оперировать внешними, несущественными фактами, признаками, и в этом случае вероятность объективности выводов достаточно высокая. Примером может служить методика определения минералов в шлифах под микроскопом, когда геологи по нескольким внешним признакам (двупреломлению, характеру угасания, осности, оптическому знаку и др.) — руководствуясь справочниками эталонных оптических характеристик минералов — диагностируют тот или иной минерал. В случае, когда эталонов нет, использование внешних признаков для диагностики тех или иных явлений — особенно в случае фрагментарных и измененных (например, метаморфизованных) — ведет, как правило, к неоднозначным выводам. Это объясняется тем, что одни и те же объекты, остановившиеся в своей эволюции даже на несколько различных ступенях, могут значительно отличаться присущими им внешними признаками. Так, например, в процессе метаморфизма происходит перекристаллизация пород, замещаясь, исчезают первичные (ранние) минералы, выпадают минералы отдельных ступеней минералообразования вплоть до полного выпадения прогрессивного (регрессивного) метаморфизма. В результате, на-

пример, на практически неметаморфизованные породы накладывается регрессивное по времени минералообразование, которое нередко воспринимается как прогрессивный по времени процесс и др. Симптоматично, что в реконструкциях тех докембрийских железисто-кремнистых формаций, в которых присутствуют железистые карбонаты, эта форма часто фигурирует в гипотезах в качестве первичной (диагенетической) формы или одной из форм отложения рудного вещества (месторождения Криворожского района, Украинский щит; железисто-кремнистые формации оз.Верхнее, Канадский щит и др.), а в реконструкциях тех формаций, в которых отсутствуют железистые карбонаты, эта форма или опускается или, в лучшем случае, допускается (месторождения Приимандровского и Костомукшского районов, Балтийский щит и др.) [6]. Наблюдаются и такие явления, когда разногенетические объекты имеют или приобретают те или иные общие черты. Так, например, близкой элементной геохимией характеризуются хемогенные, диагенетические и гидротермальные карбонаты и др.

К признакам принципиально иного достоинства относятся, например, параметры и тип элементарной ячейки минералов. За редким исключением этот признак надежно определяет тот или иной минерал (или его принадлежность к тому или иному ряду). К таким признакам, надежно идентифицирующим вещество в системе коллоиды гидроксидного железа — железистые карбонаты, относятся абсолютное содержание элементов-сорбатов и величина $1000\text{Li}/\text{Mg}$: низкие (на уровне кларка и ниже) абсолютное содержание элементов-сорбатов и величина $1000\text{Li}/\text{Mg}$ в железистых карбонатах, с одной стороны, и на порядок более высокие абсолютное содержание по крайней мере 3—5 элементов-сорбатов и величина $1000\text{Li}/\text{Mg}$ в гидроксидах железа [1, 3, 5 и др.]. Это контрастное и устойчивое различие — следствие ряда причин: 1) коллоиды гидроксидного железа по сравнению с железистыми карбонатами и карбонатами вообще являются эффективными адсорбентами, сорбирующими V, As, P, Mo, TR, U и др.; 2) ряд элементов из числа элементов-сорбатов вообще не образуют карбонатов V, Cr, As, Au и т.д., минералов и концентрироваться в них не должны; 3) Co и Ni образуют редкие и специфические карбонаты, но поскольку кларки этих элементов на три порядка ниже по сравнению с кларком железа и поскольку произведения растворимости карбонатов этих элементов значительно выше произведения растворимости сидерита, условия, при которых могло бы иметь место их соосаждение, маловероятны; 4) нет условий для вхождения Li в карбонаты; напротив, Li охотно замещает Mg в силикатах, сопутствующих гидроксидам железа. Перечисленные свойства в указанной системе обладают еще одним замечательным свойством — они не зависят от геологического времени и могут быть применены к железным рудам любого абсолютного возраста. По-

этому использование таких признаков, во-первых, не нарушает принцип историзма геологии, во-вторых, надежно определяет объект идентификации и, в-третьих, обеспечивает контроль результатов практикой. Подобных признаков в обосновании парадигмы П.М.Горяинова и Г.Ю.Иванюка [7] нет.

К сожалению, таких свойств пока мало, а, вот, внешних признаков, которые используются широко геологами-докембристами и которые вместо реконструкции только еще больше запутывают проблемы докембрия, много. Перечислим некоторые из них: 1) красная окраска древних осадочных (?) пород обычно интерпретируется как следствие их образования в условиях кислородной атмосферы (априори отрицается возможность окисления пород в процессах метаморфизма — следствие представлений об изохимическом характере метаморфизма); 2) сланцы с остроугольными обломками отличных по составу пород автоматически превращаются в туфосланцы, а железистые кварциты — в производные вулканогенно-осадочного процесса (тогда как аналогичные по текстуре породы возникают в случае тектонического движения вещества пород, состоящих из слоев с резко различными механическими свойствами; так, например, внутрислоевая брекчия образуется в результате дробления относительно жестких кварцитовых слоев в переслаивании с более пластичными сидеритовыми слоями — $\text{K}_2^{3/4\text{сл}}$, Новокриворожское месторождение, Украинский щит и др.); 3) геометрические формы, образуемые углеродистым веществом, интерпретируются как реликты древних организмов или образуемых ими колоний (формы выделений углеродистого вещества в породах обычно определяются обликом кристаллов с более высокой кристаллизационной способностью и др.); 4) диагональное сопряжение слоев в железистых кварцитах тенденциозно интерпретируется как признак косой слоистости (отрицается возможность образования подобных текстур в результате смещения слоев по диагональным нарушениям); 5) тонкая слоистость железистых кварцитов отождествляется с варвами — годовыми (сезонными) флуктуациями в составе мигрируемого вещества (аналогичные структуры возникают и в результате трансгрессивно-регрессивной миграции фаций с относительно высокой периодичностью); 6) структуры зоны окисления иногда интерпретируются как водорослевые структуры (Г.Л.Джеймс, 1954); 7) кристаллы барита, образующие в древних баритовых залежах (автоматически осадочных! возможность генезиса древних стратиформных гидротермальных баритовых месторождений априори отрицается) предполагаемые структуры типа «ласточкина хвоста», истолковываются как псевдоморфозы по гипсу, соответственно древняя атмосфера автоматически превращается в окислительную, кислородную; 8) пространственное сонахождение железистых кварцитов с пусть даже заведомо эффузивными породами избирательно приводится в качестве критерия вулканогенно-осадочного образования желе-

зистых кварцитов (тогда как находящиеся в том же разрезе конгломераты, кварциты, углеродистые сланцы и другие таковыми не считаются); 9) тесное пространственное сонахождение минералов в породах в отсутствие резких реакционных взаимоотношений, например, в железистых кварцитах рассматривается в качестве критерия их парагенности, равновесности; в результате в парагенезисах оказываются такие минералы-антагонисты как кварц и магнетит, кварц и гематит; 10) пространственное разобшение железистых кварцитов существенно гематит-магнетитового, сидеритового, с высоким содержанием силикатов и другого состава, интерпретируется как их принадлежность к резко различным самостоятельным хемогенным фациям — оксидной, карбонатной, силикатной и сульфидной (Г.Л.Джеймс, 1954); 11) избирательная приуроченность железистых кварцитов, золотоурановых конгломератов и других пород к глубинным разломам как критерий их метасоматического происхождения и т.д. Перечисленные (и многие неупомянутые) признаки являются или геологическими или петрографическими. Их ошибочная интерпретация — следствие нежелания признать, что геология и петрография — в отсутствие древних эталонов — негенетические науки. Например, методы этих наук не обладают возможностью восстанавливать исчезнувшие в процессе метаморфизма структуры, минералы. Симптоматично, что, как уже отмечалось, сидеритовая природа рудного вещества железистых кварцитов никогда не выдвигалась в качестве наиболее вероятной формы его отложения в тех формациях или тех разновидностях железистых кварцитов, в которых нет сидерита. К последним принадлежат и железистые кварциты Приимандровского района, изучавшиеся П.М.Горяиновым и Г.Ю.Иванюком. Аналогичные некорректные результаты будут иметь место и в том случае, если в основу реконструкции кладутся результаты вневременных экспериментальных исследований, включая физические эксперименты И.Пригожина и базирующиеся на них идеи синергетики, термодинамических и других расчетных методов и др. Крупный недостаток парадигмы П.М.Горяинова и Г.Ю.Иванюка — полное игнорирование необходимости контроля системных построений этих авторов. Более того, в цитируемой парадигме отсутствуют даже намеки на необходимость корректного контроля исследований. Однако, если нет ни эталонов, ни корректных методов реконструкций, ни корректных методов контроля результатов реконструкций, то как убедиться в том, что выделяемые П.М.Горяиновым и Г.Ю.Иванюком структуры, автоволны, фракталы и другие в природе действительно существовали в раннем докембрии и что они их правильно выделяют?

С точки зрения П.М.Горяинова и Г.Ю.Иванюка [7] в рамках современной парадигмы, по существу, все без исключения геологические гипотезы и динами-

ческие модели в основе являются геологическими производными классической линейно-детерминистской механики Декарта-Ньютона. Как видим, и в этом случае разом все геологические гипотезы и модели, иначе говоря, вся геология вплоть до новой парадигмы, оказались непригодны. Впрочем, удивляться здесь нечему, ведь так требует новая парадигма! В этих детерминированных системах прошлое однозначно определяет будущее, как и прошлое однозначно определяется настоящим. Таким образом, господствующая линейно-актуалистическая парадигма современной геологии ориентирует на то, что существует процедура, с помощью которой можно устранить последствия хаотизирующей эволюции, влияние наложенных событий и сил. Однако не вообще, а только в приложении к исключительно природному феномену, частному случаю природной феноменологии: на объект минеральной природы, возникший или в условиях термодинамического равновесия, или в среде, передавшей свои свойства объекту пропорционально в соответствии с линейным соотношением параметров среды и свойств объекта. Суть практикуемого подхода к исследованию сложных явлений и систем — редукционизма состоит в выводимости свойств системы из свойств отдельных элементов, составляющих систему, и особенностей их взаимодействия (выводимости не как предположение, а как аксиома). Однако накопленный огромный фактический материал, продолжают П.М.Горяинов и Г.Ю.Иванюк [7], ставит под сомнение классические представления и практические возможности геологического редукционизма. Как правило, мы имеем дело с процессами и их результатами, где целое обладает свойствами, которых нет ни у одной из частей, т.е. мы имеем дело с системами. Геологическая среда, как и все в окружающем мире, нелинейна. Именно нелинейность обеспечивает нам доступ к производным процессов миллиардной давности. Среду адекватно может описать только нелинейная (гео-)динамика. Проблема в том, что к нелинейной природе до сих пор применялись исключительно линейные аналитические процедуры, в значительной степени себя исчерпавшие, что во многом и определило кризисное состояние нашей науки. (*От автора статьи:* во всем виновата линейность, а об историзме геологии опять ни слова!). Стержневым моментом нового подхода становится представление о неравновесности, ведущей не только к порядку и беспорядку, но и открывающей возможность возникновения уникальных событий, т.к. спектр возможных способов существования объектов в этом случае значительно расширяется. Важнейшую роль в общей эволюционной схеме играет бифуркационный механизм (или механизм катастроф). По существу, именно этот механизм является источником роста разнообразия различных форм организации материи, а, следовательно, и непрерывно возрастающей сложности ее организации.

Итак, главный недостаток реконструкций объектов прошлого П.М.Горяинов и Г.Ю.Иванюк [7] видят в абсолютизации принципа детерминизма, а в рамках его логики — в использовании наиболее простых и однозначных линейных зависимостей. В специальном разделе «*Линейная геология в нелинейном мире*» читаем (с. 78): «Как справедливо отмечает В.А.Николаев, очарование простоты решения линейных уравнений выводит из рассмотрения сильные, а иногда и любые флуктуации, свобода обращения с которыми (хочу — возмю, хочу — выброшу) создавала ложное ощущение свободы ученого, его превосходство над объектом исследования. Годами складывающийся стереотип успешного геологического исследования опирался на процедуру навязывания природе версии, удобной ученому, например, путем введения малореальных допущений». Здесь П.М.Горяинов словами В.А.Николаева очень точно передает те приемы, которыми он сам пользовался в своих ранних работах (1964—1976). Цитируемые авторы демонстрируют еще один характерный «научный» прием, суть которого в том, что геологическое моделирование в рамках классической парадигмы они наделяют несуществующей линейностью, а затем, заявляя, что мир нелинеен, превращают разом все геологическое моделирование прошлого в заблуждение. Однако не только надуманная линейность мешает П.М.Горяинову и Г.Ю.Иванюку. Отказаться нужно и от историзма, по крайней мере, от его определяющей роли в реконструкциях. «Альтернативой традиционной методологии становится синергетический подход, при котором внимание переносится с причин, сил и механизмов на отношения, связи и время» (с. 76). Как видим, время в ряду параметров отодвинуто на последнее место. «Соблюдение принципа суперпозиции, — продолжают П.М.Горяинов и Г.Ю.Иванюк, — позволяет рассматривать линейные модели как обладающие практически неограниченной памятью. Может быть, поэтому геология с ее историзмом и предпочла указанный тип (линейного, автор данной статьи) моделирования». Поскольку с точки зрения цитируемых авторов место линейного моделирования в мусорной корзине и поскольку историзм и линейность «две стороны одной медали», туда же следует отправить и историзм. Более того, в реконструкциях прошлого следует потеснить и практическую геологию, освободив место для физики с синергетикой и математики. Место практической геологии (только неясно в каком смысле — узком или широким?), т.е. действенность прямого, точнее «линейного» синтеза, ограничено *первоначальным осмыслением и систематизацией* в пределах до точки бифуркации, а за этой точкой, когда происходит ветвление в системе, место синергетике и естественно-научным теориям, базирующимся на принципах А.Эйнштейна. Дело в том, что с точки зрения цитируемых авторов геологические системы почти всегда и особенно в интересующие нас переломные моменты развития проявляют неоднозначное линейное поведение. Такими переломны-

ми моментами являются катастрофы (бифуркации). Их значение недооценено, и виноват в этом Ф.Энгельс, который считал, что теория катастроф Ж.Кюве была «революционной на словах и реакционной на деле», так как «делала из чуда существенный рычаг природы». В отличие от Ф.Энгельса, П.М.Горяинов и Г.Ю.Иванюк считают, что именно механизм катастроф или бифуркационный механизм играет важнейшую роль в общей эволюционной схеме. По существу, именно этот механизм является источником роста разнообразия различных форм организации материи, а, следовательно, и непрерывно возрастающей сложности ее организации. При этом выбор системой пути развития при устойчивом состоянии в точке катастрофы (бифуркации), где происходит ветвление эволюционных путей, определяется случаем или, что тоже, «чуждом».

Утверждая новую парадигму, ее авторы сразу же оглушают читателя набором математических, физических и других терминов — линейность, нелинейность, суперпозиция, автоволны, фракталы, бифуркации, синергетика и т.д., причем все это выдается за реальность, т.е. как будто это доказано и сомнению не подлежит. Цель авторов — увести читателя от существа геологии с ее проблемами. Дело в том, что в природе нет ни линейности, ни нелинейности, ни суперпозиции, ни автоволн и других, а есть объективность и субъективность, и объективность сразу же «тянет» за собой природные эталоны, на которых (вместе с лабораторными) основаны наши знания, неравноценность признаков, необходимость их классификации на внешние несущественные и внутренние существенные, субординацию признаков, (взаимо)контроль результатов и т.д., т.е. все то, что несовместимо с новой парадигмой. Дело еще и в том, что в области реальной (нематематизированной и неофициальной) геологии одного из авторов новой парадигмы, П.М.Горяинова, постигла неудача — оказалась ошибочной разрабатывавшаяся этим автором вулканогенно-осадочная гипотеза образования железисто-кремнистой формации Приимандровского железорудного района на Кольском полуострове [6], и, чтобы не оказаться в изоляции, он вместе со своей вулканогенно-осадочной гипотезой опустил в мусорную корзину и все другие нематематизированные и неофициальные геологические гипотезы. В то же время ряд претензий к реконструкциям в рамках старой парадигмы со стороны П.М.Горяинова и Г.Ю.Иванюка вполне объективны. Это и злоупотребление геологами принципа детерминированности, и увлечение упрощенческим подходом к решению геологических задач прошлого, и др. Однако главное в методологии исследований оказалось проигнорированным. В качестве предварительных замечаний следует подчеркнуть: 1) цитируемые авторы сосредоточили внимание на заведомо слабом, хотя и типичном в геологических реконструкциях, затем вместе со

слабым объединили и то, что было и является неслабым, и все это опустили на уровень первичного осмысления и систематизации; 2) поскольку в точке катастрофы (бифуркации) происходит ветвление с последующим непредсказуемым [7] развитием системы, то глубина практического геологического (опять неясно, в каком смысле — широком или узком?) проникновения в секреты природы ограничена точкой катастрофы (бифуркации), а за ней — сфера «логических», теоретических построений. За их базу взяты разрабатываемые А.Эйнштейном принципы построения естественно-научных теорий, авторитет которого, с точки зрения П.М.Горяинова и Г.Ю.Иванюка, почти абсолютен. Итак, со слов цитируемых авторов, теоретик, по А.Эйнштейну, в качестве фундамента нуждается в некоторых *общих предположениях*, так называемых принципах, исходя из которых, он может вывести следствия. *Здесь не существует метода*, который можно было бы выучить и систематически применять для достижения цели. Исследователь должен *вывести* у природы, четко формулируемые *общие принципы*, отражающие *определенные общие* черты совокупности *множества* экспериментально установленных фактов, из которых были получены принципы. *До тех пор, пока принципы, могущие служить основой для дедукции, не найдены, отдельные опытные факты теоретику бесполезны.* Это объясняет причину того, что современная парадигма геологии (здесь нам придется повторить упомянутое выше) не только не в состоянии предсказать появление ряда свойств изучаемых объектов (например, фрактальность, автоволны и др.), но даже оставляет многие установленные факты неустраиваемыми (например, вихревые структуры в литосфере, горных породах). Таким образом, переход к новой парадигме предопределен.

Возможно, для решения тех задач, которые ставил перед собой А.Эйнштейн, другого пути не существовало. Именно поэтому в рекомендациях по построению естественно-научных теорий изобилуют термины неопределенного содержания — такие, как *общие предположения, общие принципы, определенные общие черты, множества...фактов*, и др. Однако геология — не физика А.Эйнштейна. Соответственно в приводимых П.М.Горяиновым и Г.Ю.Иванюком рекомендациях А.Эйнштейна отсутствуют такие важные для геологии понятия как природные эталоны, как их зависимость от геологического времени, как градация признаков по достоинству на внутренние или существенные (генетические) и внешние или несущественные и зависимость достоинства признаков от системы, как субординация признаков (в единстве внешних и внутренних признаков определяющими являются внутренние признаки, а не наоборот), как корректность методов и соответствующих им критериев, как необходимость контроля результатов исследований независимыми корректными методами, и др. М.Коэн и Э.Нагель в

1936 г. писали: «В общем можно сказать, что безопасность науки связана с людьми, которые заботятся больше о корректности используемых ими методов, чем о корректности результатов, получаемых с их помощью». Цитируемые исследователи пропагандируют рекомендации А.Эйнштейна в вопросах построения естественно-научных теорий как прием, с помощью которого они, с одной стороны, дискредитируют возможности практической геологии, а, с другой, смещают «ключ» к реконструкции осадочной геологии докембрия в область абстрактного теоретизирования. А в качестве причины, которая «заставляет» цитируемых авторов сместить «ключ» к решению проблем осадочного докембрия в область абстрактного теоретизирования, выбираются катастрофы или бифуркации, после которых якобы происходит ветвление эволюции по непредсказуемому сценарию. Указанная причина — отвлекающий маневр цитируемых авторов. Реальная причина в другом, в том, что они, во-первых, не хотят признавать достижения других исследователей в этой области, а, во-вторых, со своим научным потенциалом не видят реальной возможности корректного решения проблем в сфере практической геологии раннего докембрия. И, вместо того, чтобы в этом честно признаться, они обвиняют в научном бессилии практическую геологию (под практической геологией автор понимает геологию в широком смысле слова, как комплекс наук геологического профиля, включая элементную геохимию, и др.) и с помощью геологически вневременных физических экспериментов И.Пригожина создают миф о том, что «собака зарыта» в области абстрактного теоретизирования.

Так это или не так, рассмотрим на нескольких примерах:

1. **Современный вулкан.** Его история состоит из относительно длительных периодов покоя и кратковременных извержений (катастроф, бифуркаций). В момент извержения он «выдает» то, что в нем накопилось за время покоя (эволюции). Разрядка может происходить как унаследованно через главное жерло, а может через побочные, вновь образуемые. Извержение обычно сопровождается излиянием лавы, выбросом вулканических бомб и бурным отделением газов с их последующим разносом атмосферными потоками. К этому непринципиальному изменению и сводится ветвление системы в момент бифуркации. Ничего непредсказуемо важного в истории, по крайней мере, большинства вулканов нет. Если продукты вулканизма подвергнуть средне-высокотемпературному метаморфизму, решение обратной задачи осложняется, и мы должны честно признать, что ее корректного решения на сегодняшний день нет.

2. **Железистые кварциты раннего докембрия.** Если стадию осадконакопления железисто-кремнистых формаций рассматривать как стадию эволюции, а последующие воздымание бассейна седиментации, складкообразование, деструктивную тектонику, метаморфизм и

магматизм как проявление катастрофизма (бифуркации), то тогда ветвление можно свести к: 1) складкообразованию; 2) наложению разломной тектоники: в зависимости от плотности сети разломов, их ориентации и интенсивности железисто-кремнистые формации образуют ряд от локально нарушенных, но сохраняющих единство толщ в пределах десятков, реже первых сотен километров, и не утративших связь с подстилающими и кроющими формациями, до системы разобщенных линз и даже отдельных линз протяженностью в десятки-сотни метров и менее и оказывающихся в контакте с чужеродными породами, например амфиболитами, мигматитами и др.; 3) метаморфизму; в частности, в этой области геологической науки П.М.Горяинов и Г.Ю.Иванюк могли бы найти наиболее веские аргументы для материализации идеи ветвления: во-первых, метаморфизм неравноценен по интенсивности, во-вторых, метаморфизм, как показывает реконструкция железисто-кремнистой формации Кривого Рога (Украинский щит), во времени пространственно мигрирует с выпадением отдельных стадий минералообразования вплоть до полного выпадения прогрессивного—регрессивного процессов, в-третьих, метаморфизм принимает различные морфологические формы — объемный, трещинный, в-четвертых, существуют большие трудности с установлением временных соотношений минералов и т.д. И все же, несмотря на все вышесказанное, включая и унижение возможностей практической геологии до уровня *первоначального осмысления*, природа их рудного и нерудного вещества и механизма слоистого сложения поддаются корректной реконструкции, по крайней мере, в случае наиболее хорошо сохранившихся формаций. В их числе и железисто-кремнистые формации Приимандровского железорудного района, изучавшиеся, П.М.Горяиновым и Г.Ю.Иванюком. Самым главным вопросом в проблеме генезиса докембрийских железисто-кремнистых формаций является выяснение природы их рудного вещества. Рассмотрим осадочный вариант их образования, поскольку он на всех уровнях подтвержден практикой (ниже автор публикации ограничится реконструкцией только дометаморфической формы рудного вещества железистых кварцитов). С точки зрения того, что мы знаем о природе потенциальных промышленных осадочных концентраций железа, его геохимии, химии и других, отложение железа могло происходить в следующих формах: сидерита-сидероплезита, гидроксидов, силикатов и сульфидов железа. А в железистых кварцитах рудное железо заключено в магнетите, в меньшей степени в сидерите-сидероплезите и гематите. Доля железа в силикатной и сульфидной формах, особенно в сульфидной, незначительна, и их можно исключить из последующего рассмотрения (минеральный состав железистых кварцитов в объемных долях % примерно следующий: рудные минералы железа 35—45, кварц 45—55, силикаты железа 5—15, сульфиды железа 0,2). Итак, наиболее реальными формами

могли быть железистые карбонаты и гидроксиды железа. Какие методы нужно привлечь, чтобы разбракать природу рудного вещества железистых кварцитов и установить форму его отложения? Проведем следующий эксперимент. Возьмем, например, болотные сидериты и озерные гидроксиды железа. Проанализируем их на супергруппу элементов-сорбатов (As, V, Mo, TR, P, B, Sb, U, Th и др.), Li и Mg и изотопный состав кислорода. Результаты анализов покажут: содержание элементов-сорбатов и величину 1000Li/Mg в железистых карбонатах на уровне и ниже кларка, в гидроксидах железа — на порядок выше (по крайней мере 3—5 элементов-сорбатов из числа всей супергруппы; особенно характерны V, As, P и др.). Изотопный состав кислорода ^{18}O железистых карбонатов тяжелый, гидроксидов железа — легкий. Теперь нагреем эти формы таким образом, чтобы железистые карбонаты превратились в магнетит, а гидроксиды железа — в гематит. Повторим те же анализы, и установим: 1) содержание элементов-сорбатов и величина Li/Mg в магнетите окажутся примерно на том же низком уровне, что и в железистых карбонатах; 2) содержание элементов-сорбатов (по крайней мере 3—5 элементов из числа супергруппы) и величина Li/Mg в гематите сохраняют на порядок более высокие значения, унаследованные от гидроксидов железа; 3) изотопный состав кислорода гематита сохранится легким, а, вот, изотопный состав кислорода магнетита будет зависеть от того, как протекал процесс — быстро или медленно, т.е. в какой степени проявит себя кинетический изотопный эффект. Если к сказанному добавить, что процесс метаморфизма железистых кварцитов протекал с участием флюидной фазы, изотопный состав кислорода которой неизвестен, что железистые кварциты в той или иной степени подверглись перекристаллизации, сопровождавшейся обменом изотопами кислорода с флюидом, то конечный результат может выразиться в широких вариациях изотопного состава кислорода от значений, близких к изотопному составу кислорода сидерита до составов, близких к нулевому значению — такому, как в гидроксидах железа. Поэтому изотопно-кислородный метод не может внести в реконструкцию природы железистых кварцитов ничего кроме путаницы. Изготовим шлифы из продуктов термического разложения сидерита и гидроксидов железа. И сколько бы мы ни смотрели в шлифах под микроскопом на магнетит и гематит, если там не сохранились реликты сидерита и гидроксидов железа и корректные признаки их замещения соответственно магнетитом и гематитом, установить, а тем более доказать, за счет чего они образовались, мы не сможем. Этим примером мы, в частности, хотим лишь раз напомнить, что петрографические методы не обладают способностью восстанавливать исчезнувшие в процессе метаморфизма фазы. И поскольку железистые кварциты мира примерно на 75% представлены магнетитовыми и гематит-магнетитовыми разновидностями, т.е. теми самыми, природу которых установить петрогра-

фическими методами нельзя, из этого следует, что до создания эталонных докембрийских железисто-кремнистых формаций (и не только таких формаций!) опираться в реконструкциях геологических объектов раннего докембрия на петрографические критерии некорректно. Теперь перейдем к содержанию элементов-сорбатов и величине Li/Mg . Здесь уместно подчеркнуть, что соответствующие им критерии — сорбционная емкость и величина Li/Mg — параметры, обладающие одним удивительным качеством: будучи неотъемлемым свойством, с одной стороны, железистых карбонатов, а, с другой, гидроксидов железа, они не зависят от геологического времени и могут быть применены к железным рудам любого абсолютного возраста. Разница в абсолютном содержании по крайней мере 3—5 элементов-сорбатов и величине Li/Mg примерно в порядок между продуктами, образующимися за счет железистых карбонатов и гидроксидов железа, достаточна, чтобы надежно идентифицировать природу рудного вещества железистых кварцитов. Оба параметра — сорбционная емкость и величина Li/Mg — показывают (с взаимоконтролем!), что к моменту метаморфизма рудное вещество железистых кварцитов докембрия находилось исключительно в карбонатной форме. В этой реконструкции нам не понадобились ни линейность, ни нелинейность, ни суперпозиция линейных уравнений и т.д., да и синергетика оказалась ненужной. Нужными оказались другие признаки, такие как обладающие независимостью от геологического времени, как принадлежащие к категории внутренних, существенных, как устойчивые к метаморфизму и количественно обеспечивающие (взаимо)контроль результатов моделирования. С более полным вариантом реконструкции природы рудного и нерудного вещества докембрийских железисто-кремнистых формаций читатель может ознакомиться в работах [1, 3, 4, 5 и др.].

С точки зрения П.М.Горяинова и Г.Ю.Иванюка любой кризис начинается с сомнения в парадигме и последующей дискредитации нормального исследования. О кризисе говорят *аномалии*, но особенно вески они тогда, когда возникает возможность их объяснения *в контурах новой парадигмы*. Заметим, геологам, не нужны объяснения, нужны факты и их интерпретация на основе законов логики познания. По цитируемым авторам приведены некоторые тектонические аномалии, представленные в форме риторических вопросов, на которые, с точки зрения все тех же авторов [7], в рамках существующей парадигмы ответа нет. Итак, почему: 1) существуют морфологически выраженные надвиги без признаков транспорта; 2) возникают самоподобные иерархически организованные структуры; 3) складки знаменуют собой переход в более упорядоченное состояние; 4) линзы, как традиционные компоненты хаотических комплексов, формируют высокоупорядоченные самоподобные ансамбли в самых разных тектонических обстановках различного возраста и др.

Здесь читателю важно обратить внимание на следующие особенности изложения материала: 1) эти и другие опущенные аномалии носят морфологический характер; поскольку морфологические особенности систем с точки зрения диалектической логики относятся к категории внешних, несущественных признаков и поскольку у нас нет соответствующих природных эталонов, из этого следует, что о существовании, о внутренних причинах кризиса П.М.Горяинов и Г.Ю.Иванюк судят на основании внешних признаков, что противоречит логике познания; 2) П.М.Горяинов и Г.Ю.Иванюк преподносят аномалии таким образом, будто они реально существуют в природе и имеют отношение к возникновению кризиса; на самом деле все это надо доказывать корректно и с контролем!; 3) нет просто абстрактного упорядоченного состояния: упорядоченность должна соотноситься с условиями, в которых находится система; то, что упорядочено в одних условиях, становится неупорядоченным в других, поэтому складки не более упорядоченное состояние, а состояние, упорядоченное (приведенное в соответствие) с условиями воздымания, сжатия и др.; 4) то, что необходимы изменения в методологии исследований (парадигме, по П.М.Горяинову и Г.Ю.Иванюку), дело очевидное, а, вот необходимость в новой парадигме появится тогда, когда указанные авторы, с одной стороны, покажут несостоятельность миропонимания исторически сложившимися философиями, прежде всего диалектической логикой, и, с другой, в чем преимущества миропонимания в рамках новой парадигмы по сравнению с диалектикой? Хотелось бы, чтобы, дискредитируя диалектику, цитируемые авторы не забыли рассмотреть проблему геологического времени, проблему природных эталонов, как основы научного знания, проблему достоинства признаков — все ли они одинаковы, а, если неодинаковы, то, как это реализуется в рамках новой парадигмы, нужен ли контроль результатов исследований? и др.

А теперь обратимся к «новому диалогу с природой» в исполнении П.М.Горяинова и Г.Ю.Иванюка. Прежде всего, эти исследователи предупреждают: «Применение концепции самоорганизации... как современной методологической основы научных исследований, может быть эффективным лишь при условии соответствующего мировоззрения исследователя», иначе говоря, абсолютной веры в то, что Вам предложат цитируемые авторы. Так, принципы синергетики П.М.Горяинов и Г.Ю.Иванюк [7] иллюстрируют на примере возникновения лазерного луча в изложении Г.Хакена, и предлагают верить в то, что явления на внутриатомном уровне ничем принципиально не отличаются от явлений геологического уровня. Физики на протяжении десятков лет боролись за отделение физики микромира, или квантовой механики, от классической физики, а теперь оказывается, что зря боролись — все законы едины, независимо от размерности явлений. Кстати, физики в своих «претензиях» опирались на физические, а не на

геологические примеры, а у цитируемых авторов все наоборот. А что если, в самом деле, накачать энергией не атомы, а конгломерат? Может быть и он выстрелит лучом, состоящим из галек? Синергетика, продолжают П.М.Горяинов и Г.Ю.Иванюк, открывает принципы сборки эволюционного целого из частей, формирования сложных структур из относительно простых, устойчивого совместного развития, коэволюции систем. Однако прежде чем приступить к сборке целого из частей, важно убедиться, что самоорганизующиеся системы действительно существуют в природе, что та или иная воссоздаваемая система, начиная с момента своего возникновения, ничего не потеряла, что в эту систему не попали части другой системы и что мы правильно собираем искомую систему. Руководствоваться в этой работе нужно следующими принципами: 1) отрешиться от специфической природы систем, поскольку синергетика обретает способность описывать их эволюцию на языке математики и физики, устанавливая *изоморфизм* явлений (итак, главное — все та же морфология, она же и «ключ» к генезису, т.е. воссозданию самоорганизующейся системы); 2) вместо большого числа факторов ограничиться немногочисленными параметрами порядка — теми, от которых зависит состояние системы и которые влияют на параметры порядка (какими? каким количеством? как убедиться, что выбранные параметры — те, от которых зависит состояние системы и что их достаточное количество?); 3) в этом случае на помощь следует привлечь «жесткий» отбор, в результате которого и произойдет выход на относительно простые и устойчивые структуры (только непонятно, что это такое; то, что для одних отбор окажется жестким, для других — мягким и т.д.). Вообще в статье [7] много терминов неопределенного содержания. Например, факты. Приходится опять напоминать, что просто абстрактных фактов не существует, а есть факты, относящиеся к категории внешних несущественных, и есть факты существенные внутренние.

Наконец, самое главное: как установить, что в данном месте мы имеем дело с объектом синергетики? Согласно П.М.Горяинову и Г.Ю.Иванюку об этом могут свидетельствовать: 1) негауссовый (логнормальный, q-нормальный, бимодальный) характер кривых распределения макросвойств; 2) наличие низкосимметричных структурных узоров — ячеистого, чешуйчато-линзового, «паркетовидного» и др.; 3) переходы от простых к сложным типам узоров, сопровождающиеся не понижением, а увеличением упорядоченности состояния; 4) широко проявленная симметрия подобия как признак системной иерархии; 5) когерентное поведение подсистем; 6) признаки длительного («многоактного») развития, наличия нескольких последовательно-дискретных эпизодов, ожидаемый интегральный эффект которых *также не приводил к разупорядочению, дегградации*. Например,

серия последовательных событий: образование слоистой серии—образование складок—пегматиты—диабазы—разрывы *никак не искажила характерного иерархически-линзового ансамбля на архейских месторождениях джеспилитов* и др.

И этих примеров достаточно, чтобы понять, что новая парадигма, ориентирующая геологов на выделение диссипативных структур, рекомендует им руководствоваться в их поисках морфологическими свойствами объектов и судить об их принадлежности к объектам синергетики, идя вспять логике познания, т.е. логически мыслить от формы к содержанию. П.М.Горяинов и Г.Ю.Иванюк никак не могут или не хотят (по причине противоречия отстаиваемой ими *идее*) взять в толк, что использование в качестве генетических критериев морфологических свойств объектов — в отсутствие эталонов — не может привести ни к чему другому, кроме как к бесконечным бесплодным дискуссиям. Действительно, одну и ту же форму могут иметь мяч и арбуз, соляные купола и диабазовые штоки, с образованием октаэдров кристаллизуются магнетит и другие минералы группы шпинелидов, пироклор, золото, алмаз и другие, но и в раздробленном виде вне зависимости от формы обломков они продолжают оставаться теми же самыми минералами вплоть до размеров элементарной ячейки. В частности, в последнем примере речь идет о месторождениях железистых кварцитов Приимандровского железорудного района (Кольский полуостров, Балтийский щит). Автор данной публикации проводил исследования на четырех из них — Оленегорском, Кировогорском, им. XV-летия Октября и им. проф. Баумана. Итоговые результаты исследований автора статьи, с одной стороны, и П.М.Горяинова и Г.Ю.Иванюка, с другой, диаметрально противоположны. По цитируемым авторам [7], на этих объектах якобы господствуют сквозные устойчивые ансамбли, линзово-иерархическая конструкция которых успешно противостояла не только образованию слоистой толщи, складкообразованию, но и размещению пегматитов, диабазов и других, а также деструктивной тектонике (разрывам и т.п.). По И.А.Бергману, линзовые «ансамбли» железистых кварцитов упомянутых месторождений — реликты некогда обширной железисто-кремнистой формации, сформировавшейся в позднеархейском бассейне седиментации и позднее подвергшейся складкообразованию, метаморфизму, деструктивной тектонике, сопровождавшейся внедрением габброноритов, гранитов, пегматитов, и др. Железистые кварциты указанных месторождений идентичны, идентичны они и железистым кварцитам Кривого Рога (Украинский щит), КМА (ВКМ), Корпангского и Костомукшского месторождений (Балтийский щит), и т.д. Все они — продукт метаморфизма гетерослоистых сидерит-силицитовых хемогенных осадков, а их слоистое сложение следствие трансгрессивно-регрессивной миграции двух смежных фаций — более прибрежной сидеритовой и более пелагической силицитовой — в

условиях квазистационарного режима эпейрогенических движений [1, 3—5 и др.]. Разумеется, многое можно не видеть, если это «многое» противоречит *идее*. Главное все же в другом: дискуссия только тогда принесет успех, если она сместится в область методологии (философии). Начинать надо с эталонов, с классификации признаков по степени их достоинства, так как от этого зависит методология обоснования (доказательств), и не забывать о том, что критерием объективности знаний является практика, в данном случае — контроль независимыми корректными методами. В парадигме П.М.Горяинова и Г.Ю.Иванюка ничего этого нет. Поэтому, о какой объективности исследований в рамках новой парадигмы может идти речь?

Сказанное позволяет сделать следующий главный вывод: реальный кризис геологической науки не в том, в чем его видят П.М.Горяинов и Г.Ю.Иванюк, и рецепты по выходу из кризиса не в том, что предлагают эти авторы. Что явилось причиной дезориентации цитируемых геологов в решении действительно ключевых вопросов геологии? С точки зрения автора настоящей статьи ее можно свести к следующим положениям:

1. Нежелание (?) осознать, что нет просто признаков (фактов), нет просто жесткого отбора (гипотез, моделей и др.), нет просто детализации исследований, не приносящей успеха, а есть признаки и формы связи внешние, несущественные, и признаки и формы связи внутренние, существенные (генетические), и в их единстве определяющими являются внутренние, а не внешние; жесткий отбор будет только тогда жестким, когда он будет отвечать требованиям логики познания (диалектической логике); это же требование должно соблюдаться и в отношении детальности исследований, и только в этом случае им будет сопутствовать успех.

2. То, что наши знания основаны на системе эталонов, П.М.Горяинов и Г.Ю.Иванюк [7], по-видимому, понимают; а то, что для каждой геологической эпохи должны быть созданы свои эталоны — как это следует из необратимого развития Земли — опущено; между тем от того, есть эталоны или их нет, зависит методология обоснования (доказательств): при наличии эталонов можно оперировать внешними признаками, включая морфологические, а в их отсутствие (что имеет место) — использование внешних признаков ведет, как правило, к некорректным результатам. Не случайно, что ненадежность в использовании внешних признаков в реконструкциях закреплена народной мудростью в таких выражениях как «кошачье золото», «дураково золото», «не все то золото, что блестит» и т.д. К таким признакам в приложении к геологии относятся, в частности, результаты экспериментальных исследований И.Пригожина, автоволны, фракталы и др.

3. Все признаки и формы связи, которыми геологи оперируют в реконструкциях объектов раннего докембрия, прежде всего докембрийские железисто-кремнистые формации, относятся к категории внеш-

них, несущественных, и поскольку древних эталонов нет, конечный результат не может выйти за рамки самого обычного и к тому же маловероятного предположения. Поэтому объективный контроль исследований должен по возможности сопровождать все стадии исследований.

4. Приверженность историзму на словах и игнорирование историзма на деле. Это выражается, с одной стороны, в игнорировании временных характеристик на всех уровнях организации вещества, а, с другой, в стремлении решать геологические задачи антиисторическими математическими и физическими методами.

5. Реальная причина кризиса не в перечисленных морфологических аномалиях, а в игнорировании историзма и порочной логике мышления — в отсутствие эталонов — от признаков и форм связей внешних к признакам и связям внутренним, существенным (генетическим).

6. Поэтому и рецепт по выходу из кризиса состоит не в признании синергетики как универсальной науки будущего, а переходе «на рельсы» исторического, диалектического мышления. Новая парадигма П.М.Горяинова и Г.Ю.Иванюка — новая на словах, а по сути все та же механистическая методология (философия), уходящая своими корнями в додиалектическую историю человечества.

7. Новая парадигма в исполнении указанных авторов не только не приближает нас к разгадке геологического прошлого Земли, а, наоборот, еще больше дезориентирует в поисках объективных путей решения задач, стоящих перед геологами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бергман И.А. Принципы и методы реконструкции первичной природы докембрийских железистых формаций в связи с проблемой их генезиса и прогнозом месторождений. Автореф. дис... д-ра геол.-минер. наук. —М., 1991.
2. Бергман И.А. Проблема генезиса докембрийских железистых формаций // Геология, методы поисков, разведки и оценки месторождений твердых полезных ископаемых. Обзорная информация. —М.: АОЗТ «Геоинформмарк», 1996.
3. Бергман И.А. Особенности химизма атмосферы и осадочного минералообразования на Земле в докембрии // Минеральное сырье. 1997. № 1. С. 34—49.
4. Бергман И.А. Петрография и проблема генезиса железисто-кремнистых формаций докембрия // Петрография на рубеже XXI века: итоги и перспективы. Т. 2. —Сыктывкар, 2000. С. 156—159.
5. Бергман И.А. Еще раз о литий-магниевом отношении как критерии карбонатной природы рудного вещества докембрийских железистых формаций // Отечественная геология. 2002. № 5—6. С. 55—61.
6. Горяинов П.М. Геология и генезис железисто-кремнистых формаций Кольского полуострова. —Л.: Наука, 1976.
7. Горяинов П.М., Иванюк Г.Ю. Геология на пороге новой парадигмы // Отечественная геология. 2006. № 3. С. 76—85.
8. Cohen M.R., Nagel E. Introduction to Logic and Scientific Method. New York: Harcourt, Brace and Company, 1934.

Плейт-тектоника или геосинклинали?

И.Г.ЯРКИН

Недавно вышла из печати монография С.Я.Сергина «Системная организация процессов геологического развития Земли» (Белгород, 2008). Рецензия Г.В.Ручкина на эту книгу опубликована в «Отечественной геологии» №4 за 2008 г. Автор рецензии считает полезным провести широкое обсуждение предложенных в монографии идей о процессах геологического развития нашей планеты.

Главная мысль, которая развивается в монографии — это эволюция верхних оболочек Земли, включающих астеносферу, литосферу, гидросферу, атмосферу и биосферу, в основном за счет усвоения энергии солнечного излучения горными породами путем их гипергенной переработки, в т.ч. и с помощью биохимических процессов. Запасенная таким образом энергия используется затем в циклах геосинклинального развития, т.е. при орогенезе и образовании путей для магматической стадии процесса. Теплу земных недр, поступающих от мантии и земного ядра, С.Я.Сергин отводит подчиненную роль, имеющую наибольшее значение лишь в самом начале эволюции верхних оболочек Земли. Автор монографии отрицает механизм плитной тектоники, а в качестве основного механизма развития геологических процессов принимает геосинклинальный тип развития. Даже зоны рифтовых разломов он рассматривает, как будущие геосинклинали, которые после заполнения их осадками и последующего орогенеза за счет высвобождения поглощенной при гипергенезе энергии, должны спаять между собой существующие в настоящее время континенты, превратив их в Пангею, ничего однако общего, не имеющего с Пангеей А.Вегенера и его последователей в плейт-тектонике. Интересно, что с цикличностью развития геосинклиналей автор связывает цикличность великих оледенений Земли и катастрофические вымирания флоры и фауны. Причину земного магнетизма он тоже увязывает с процессами в верхних оболочках Земли.

Автору же настоящей публикации кажется, что сделанный в монографии подробный анализ возможных процессов гипергенного преобразования горных пород и использование запасенной таким образом энергии для развития различных стадий геосинкли-

нального процесса представляет безусловный интерес. Во всяком случае, такой механизм геологической эволюции кажется гораздо более обоснованным, чем предлагаемые в последнее время идеи роста Земли за счет поглощения гипотетического эфира, превращения его в земных недрах в протоны и атомы водорода, в результате реакции которого с другими компонентами горных пород будто бы там образуется в неограниченных количествах нефть абиогенным путем. Ну, а мы за счет дармового эфира получаем неограниченное количество нефти, на все времена, решая, подобным образом, проблему энергетического кризиса.

Однако предложенную автором монографии саморазвивающуюся систему из одних верхних оболочек Земли вряд ли можно принять целиком без всяких оговорок. Все-таки мантия и ядро Земли составляют большую часть массы планеты и ее энергетических запасов и уже, поэтому не могут не влиять на геологическую эволюцию достаточно тонкого верхнего слоя Земли. Вряд ли стоит полностью игнорировать и достижения плейт-тектоники, и данные сейсмографии. У современной геологической науки аргументов, свидетельствующих в пользу этой формы геологической эволюции не меньше, чем в пользу геосинклинальных механизмов. По-видимому, оба этих механизма — и плейт-тектоника и геосинклинальный механизм могут иметь место в эволюции планеты, ее геологического развития. А вот роль их и места конкретных проявлений могут изменяться в ходе геологической истории. Задача геологов-исследователей — разобраться в соотношении действия этих механизмов и предложить такую модель геологической эволюции Земли, которая смогла бы положить конец бесконечным спорам между фиксистами и мобилистами и указать — на каких этапах эволюции Земли могли иметь место или преобладать как те, так и другие механизмы геологического развития планеты. Программа глубокого бурения океанического дна, предлагаемая С.Я.Сергиным, могла бы помочь в решении тех спорных вопросов, которые не дают возможности найти общие точки соприкосновения фиксистам и мобилистам.

Выдающийся геолог современности — к 110-летию со дня рождения Каныша Имантаевича Сатпаева*

Г.Р.БЕКЖАНОВ (Академия минеральных ресурсов Республики Казахстан)

Прошло 10 лет с тех пор как, в Казахстане широко и торжественно отметили 100-летие со дня рождения К.И.Сатпаева. Это были первые широкомасштабные мероприятия за прошедшие 35 лет после кончины нашего выдающегося соотечественника, посвященные его памяти и инициированные государством и лично Президентом Н.А.Назарбаевым.

Юбилейные торжества были организованы во многих уголках Казахстана — городах и селах, трудовых коллективах, научных организациях и школах. Прошли они с участием казахстанской делегации также и в Москве — в Российской академии наук, и Париже — в штаб-квартире ЮНЕСКО.

По решению Правительства Республики Казахстан здания Национального технического университета был установлен величественный памятник Канышу Имантаевичу Сатпаеву, а университету присвоено его имя. В ряде городов и поселков Казахстана центральные улицы названы в честь К.И.Сатпаева, а в городах Атырау, Кокшетау, Павлодар, Джезказган и других установлены бюсты юбиляра. Вышло большое число публикаций, посвященных 100-летию К.И.Сатпаева.

В истории Казахстана К.И.Сатпаев оставил глубокий и неизгладимый след как ученый и организатор науки, как общественный и государственный деятель. Вместе с тем мировое признание он получил как выдающийся геолог прошлого столетия. В 2000 г., в дни празднования 300-летия геологической службы России, учрежденной императором Петром I в 1700 г., выдающимися геологами России были названы гениальный В.И.Вернадский, первый президент советской академии А.П.Карпинский, академики В.А.Обручев, Д.В.Наликин и др. Несколько раньше выдающимся геологом был назван наш Каныш Имантаевич, причем эти признания принадлежали академикам Д.В.Наликину, Д.И.Щербакову и ряду других известных геологов России, геологическая служба и наука которой была одной из лучших в мире еще в дореволюционное время. Такая высокая оценка личности К.И.Сатпаева как ученого-геолога, несомненно, возвышает не только нашу науку, но и нашу страну.

Крупный советский геолог, профессор Московского государственного университета В.С.Коптев-Дворников в 1965 г. в статье, посвященной памяти

К.И.Сатпаева, отмечал: «Сатпаев это Джезказган, это Институт геологии и Академия наук Казахстана». Эти слова стали крылатыми, их подхватили многие авторы, упуская при этом, что К.И.Сатпаев это не только Джезказган, институт, академия, но и черная металлургия, большая нефть Казахстана и многое другое. Влияние его мощного интеллекта ощущалось во многих других отраслях народного хозяйства, сферах культуры и образования. Однако нужно в основном согласиться с В.С.Коптевым-Дворниковым, поскольку Джезказган, институт и академия занимают особое место в жизни К.И.Сатпаева. Они являются базовыми и фундаментальными в его инженерной и научно-производственной деятельности, играя в то же время судьбоносную роль в индустриализации и научно-технологическом развитии Казахстана, впервые обретшего самостоятельность в рамках Советского Союза. Организация каждого из них начиналась Канышем Имантаевичем с чистого листа, с нуля, в чем особая значимость трех этих начинаний в его биографии и истории страны.

Первый очаг государственной геологической службы, созданной К.И.Сатпаевым в сердце Сарыарки, стал началом Большого Джезказгана. Институт геологии дал старт большой науке Казахстана — национальной академии, основателем которой явился также Каныш Имантаевич Сатпаев. В создании их отчетливо просматривается могучий интеллект и прозорливость К.И.Сатпаева, видение путей развития своих детищ на далекую перспективу, а также поразительная системность организации — методология, широко развитая лишь в последнее время.

В середине 1920-х годов, приехав в малообжитые степи Джезказгана, он сумел за короткое время, в условиях острой нехватки кадров и слабой материальной базы, сформировать коллектив геологоразведчиков из буровиков, горнорабочих, механиков, техников и инженеров. Примечательно при этом, что всевозрастающие объемы геологоразведочных работ обеспечивались научным сопровождением своими силами под руководством К.И.Сатпаева, организовавшим в глухой степи небольшую научную ячейку, по своим результатам сопоставимую с целой сложившейся научной структурой. Подтверждением высокого научного уровня созданной им ячейки является присвоение инженеру-геологу К.И.Сатпаеву ученой степени доктора наук без защиты диссертации — прецедент, не имеющий аналога тогда, да и, пожалуй, и в настоящее время.

Образцом системной организации научного учреждения на перспективу является Институт гео-

*Доклад на Международной научно-практической конференции «Геология, минералогия и перспективы развития минерально-сырьевых ресурсов», посвященной 110-летию со дня рождения К.И.Сатпаева. Алматы, 16—17 апреля 2009 г.



Каныш Имантаевич Сатпаев —
академик АН СССР
(1899—1964 гг.)

логии, основанный К.И.Сатпаевым в 1941 г. Известно, что на базе этого института в последующем выросли институты гидрогеологии, сейсмологии, горного дела и металлургии. Что же касается Академии наук Казахстана, основанной им, то она уже в 1960-е годы (еще до кончины К.И.Сатпаева) прочно занимала ведущее положение среди национальных академий союзных республик. Системность организации академии была также высокой — в ней на современном уровне получили развитие все основные направления науки (с учетом приоритетов в науке тогдашнего Казахстана) с параллельным развитием региональных научных центров в городах Гурьев, Караганда, Усть-Каменогорск и др.

Академия стала вершиной созидательной деятельности К.И.Сатпаева, она была на пике своего развития и ожидалось, что Национальный центр науки Казахстана стоит перед очередным, качественно новым этапом роста. Известность и авторитет ее основателя К.И.Сатпаева, также как самой академии, в республике и за ее пределами был очень высок, чему в огромной степени способствовал и сильный состав членов академии и ведущих ученых того времени. Имена А.Б.Бектурова и М.И.Усановича, Н.Г.Кассина и М.П.Русакова, Х.Жуматова, К.Мынбаева и А.П.Полосухина, О.А.Жаутыкова и К.П.Персидского, Е.Б.Бекмаханова и А.Х.Маргулана могли бы

украсить науку любого развитого государства. В основе такой огромной популярности науки в народе и признания в верхах были реально ощутимые результаты, высокая степень востребованности ее в народном хозяйстве, тесная связь науки с конкретными запросами производства — принцип, соблюдаемый К.И.Сатпаевым строго и последовательно на всех этапах развития академии при решении народнохозяйственных задач любого уровня.

В огромной степени успехи казахстанской науки объяснялись тесным взаимодействием академической науки с другими ее ветвями, прежде всего отраслевой, в т.ч. союзного подчинения, объем которой значительно превышал объемы научных исследований институтов национальной академии. В условиях ведомственных барьеров взаимодействие и объединительную роль в науке мог обеспечить только такой лидер, как К.И.Сатпаев, обладавший огромным научным авторитетом в стране и достаточно большим весом и влиянием в союзных органах. При этом он никогда не использовал только личный авторитет, а отношения с другими ветвями науки строил на взаимном уважении и доверительности. Тесная связь науки с отраслями промышленности, оперативное внедрение научно-технических достижений на производстве в сжатые сроки — принципы, которых неукоснительно придерживался К.И.Сатпаев и другие научные коллективы всех ветвей науки. К сожалению, они, как и неопределимая роль науки в народном хозяйстве, после кончины Каныша Имантаевича были преданы забвению.

Наряду с Алматы наука Казахстана развивалась и в регионах на базе отделений академии, отраслевых научно-исследовательских институтов и вузов в городах Караганда, Гурьев, Усть-Каменогорск, Чимкент. Наиболее крупный центр, обладавший высоким научным потенциалом, сформировался в Караганде, где признанным лидером науки стал один из лучших учеников и соратников К.И.Сатпаева Евней Арстанович Букетов. Созданный им Химико-металлургический институт (ХМИ) являлся зародышем большой науки Караганды, на базе этого института возник ряд других, успешно функционирующих и в нынешних непростых условиях. Карагандинская школа горной науки, созданная А.С.Сагиновым, была и остается одной из ведущих в республике.

В Рудном Алтае — центре цветной металлургии республики на базе Всесоюзного научно-исследовательского горно-металлургического института цветных металлов (ВНИИЦветмет) хорошо развилась металлургическая наука под руководством члена-корреспондента АН КазССР Л.С.Гецкина, сохранившая свой потенциал и в настоящее время. Известным геологом, ближайшим соратником К.И.Сатпаева, членом-корреспондентом АН КазССР Ж.Айтиевым в Усть-Каменогорске был организован Алтайский горно-металлургический институт Казахской академии, ставший базой горно-геологической науки Рудного Алтая.

Очень крупная и влиятельная школа ученых по химии силикатов выросла в г.Шымкент при Химико-технологическом институте под руководством академика С.Т.Сулейменова. Почти во всех уголках Казахстана можно встретить инженеров и ученых в области строительства и стройматериалов, выходцев из этого славного центра образования и науки.

В Западном Казахстане в г.Гурьев, в Институте химии нефти и природных солей, организованном по инициативе К.И.Сатпаева, зародилась нефтехимическая наука под руководством академика В.Г.Беньковского. В настоящее время этого института нет, но данное направление развивается вместе с бурным ростом нефтедобычи и нефтепереработки в регионе. В г.Гурьев был создан Научно-исследовательский институт по проблемам геологии и разведки нефти, которым длительное время руководил ветеран Т.Н.Джумагалиев.

Каныш Имантаевич Сатпаев — ученый-энциклопедист, обладавший широкими знаниями в области смежных естественных и гуманитарных наук. Однако, как мы уже отмечали, он известен мировой науке прежде всего как крупный ученый-геолог, внесший в мировую геологию выдающийся вклад.

Широкую известность К.И.Сатпаеву как ученому-геологу принесли металлогенические исследования, получившие в геологических кругах название: «Металлогения Сатпаева». Основу его металлогенических обобщений составляют фундаментальные данные по ведущим геологическим дисциплинам: тектонике, магматизму, геологии рудных месторождений, рудогенезу и др. В геологических кругах бытует определение: «Металлогения Сатпаева — это большая геология». Действительно, даже при беглом ознакомлении с научным наследием Каныша Имантаевича видно, какой заметный вклад он внес в развитие всех основных направлений геологической науки. Многие его выводы 1950—1960-х годов по тектонике, магматизму и другим дисциплинам предвосхищали современные концепции и представления. В металлогении поражают его прозорливость, широта и смелость прогноза, максимальная аргументированность и корректность выводов, что видно даже из первого обзора работ К.И.Сатпаева.

Металлогения, как новое направление геологии, наиболее широко развита в России. Первые работы по металлогении принадлежали В.А.Обручеву и были продолжены М.А.Усовым. Крупным центром металлогенических исследований стал ВСЕГЕИ, где родилась металлогеническая карта Казахстана, составленная по методическим основам и на теоретической базе металлогении С.С.Смирнова—Ю.А.Билибина. За рубежом (в Европе) металлогению развивал Г.Шнейдерхен, но значительно позднее, чем упомянутые исследователи. Своим путем пришел в металлогению и К.И.Сатпаев. При этом он явился продолжателем научного направления, начатого

М.А.Усовым значительно раньше Г.Шнейдерхена в Германии и С.С.Смирнова в России.

Металлогенические представления большинства исследователей прошлого и настоящего исходят из того, что на разных этапах истории геологического развития земной коры в ее крупных структурных подразделениях со свойственными им процессами осадконакопления, тектоники и магматизма закономерно возникают определенные группы рудных месторождений. Взгляды С.С.Смирнова—Ю.А.Билибина отличались тем, что они канонизировали этапность развития «чистых» геосинклиналей и связанных с ними металлогенических эпох.

Основные идеи М.А.Усова, имеющие непосредственное отношение к металлогеническому анализу и развитые впоследствии К.И.Сатпаевым, содержат представления о саморазвитии планеты Земля, циклах, фазах и этапах эндогенных процессов, в частности процессов тектогенеза, об основных формах тектонических движений, полифилетичности магмы, о геологических и рудных формациях.

Следуя М.А.Усову и развивая его идеи, «Каныш Имантаевич разработал комплексный метод формационного анализа» (И.И.Бок, Г.Б.Жилинский). Он впервые обосновал необходимость внедрения во все металлогенические исследования четкие представления о времени, месте и геологическом возрасте оруденения. Согласно его представлениям, металлогеническая формация не является синонимом генетического типа месторождений; это понятие, прежде всего геологическое. Формация имеет свой возраст, структурно-геологические особенности, минерало-геохимический состав.

Идеи М.А.Усова оказали большое влияние на всю казахстанскую металлогеническую школу и в первую очередь на ее лидера К.И.Сатпаева. Вместе с тем К.И.Сатпаев существенно развил металлогению М.А.Усова в связи, с чем сибирский академик Ф.Н.Шахов писал: «*Метод структурно-региональной металлогении К.И.Сатпаева является гораздо более совершенной, чем схема М.А.Усова, но по направлению он с ней созвучен*».

Металлогения Сатпаева внесла огромный вклад в развитие ее как фундаментальной науки, использование которой на практике открывало новые пути для составления прогнозных карт, что и было реализовано К.И.Сатпаевым на примере Центрального Казахстана. Его металлогенические взгляды оказали огромное влияние на современников и прежде всего в Казахстане, где ученики и последователи К.И.Сатпаева (Р.А.Борукаев, Г.Б.Жилинский, А.К.Каюпов, Г.Н.Щерба и др.) предопределили развитие металлогении и ее лицо на долгие годы вперед.

Венцом 30-летней (1926—1956 гг.) научно-производственной деятельности Каныша Имантаевича является создание первой прогнозной металлогенической карты Сарыарки — крупного палеозойского мас-

сива в центре Азии площадью, превышающей территорию Франции.

Первопроходцу всегда нелегко. Проблемы, которые возникают перед ним и порой кажутся непреодолимыми, по прошествии десятилетий перестают быть таковыми. Найденные когда-то варианты решения становятся настолько привычными и очевидными в геологическом обиходе, что перестают быть предметом внимания последующих исследователей. По прошествии более полувека, эта карта все еще не утратила своей ценности, поскольку идеи и принципы, заложенные в ней, остаются до сих пор привлекательными.

Вот как оценивал сам Каныш Имантаевич значение прогнозной металлогенической карты Центрального Казахстана: «Металлогенические прогнозные карты Центрального Казахстана представляют собой плод творческого труда огромного коллектива геологов республики, кропотливого комплексного анализа и обобщения всех имеющихся на сегодня обширных фактических геолого-геофизических и металлогенических материалов, дали много важного также в деле раскрытия объективных закономерностей пространственного размещения проявлений богатого эндогенного рудообразования в этом обширном регионе...» (Советская геология. 1957. 58. С. 93—100).

Созданная коллективом ученых под руководством К.И.Сатпаева карта родилась в борьбе идей, рождение ее было нелегким, прежде всего из-за новизны проблемы. Нелегкой оказалась и задача по отставанию методологических основ и методики составления, по защите ее теоретической базы и др.

Родилась она в результате острой критики металлогении К.И.Сатпаева со стороны других школ, особенно очень влиятельной школы С.С.Смирнова—Ю.А.Билибина. В те годы борьба за свои идеи была задачей нелегкой и рискованной: могли обвинить в местничестве, национализме и во многих других грехах, как в случае Т.Д.Лысенко—Н.И.Вавилов. Поэтому такую борьбу мог позволить себе только сильный духом, высоко подготовленный профессионально и имевший перед собой ясную цель лидер. Именно таким лидером и проявил себя Каныш Имантаевич. Как известно, борьбу он выиграл с триумфом, свидетельством этому является присуждение К.И.Сатпаеву и его соратникам *Ленинской премии за эту пионерную работу*. Металлогения Сатпаева и прогнозная карта получили полное одобрение участников крупного представительного форума геологов — Первого Всесоюзного металлогенического совещания, состоявшегося в Алма-Ате в декабре 1958 г.

Для геологов Казахстана 1950-е годы прошлого столетия оказались непростыми. В 1949 г. по сигналу журналистки центральной газеты было заведено «Красноярское дело геологов», по которому многих ведущих геологов Советского Союза, среди которых были академики, известные доктора наук и профес-

сора, обвинили в вредительстве и подвергли различным наказаниям — от ссылки на 25 лет до высылки из Москвы, Ленинграда в отдаленные регионы СССР. «Дело геологов» предшествовало нашумевшему тогда «Делу врачей», но его не разглашали по соображениям секретности. По делу был обвинен и сослан в Красноярские лагеря на 25 лет казахстанский геолог М.П.Русаков, который вместе с Н.Г.Кассиным являлся одним из самых близких соратников К.И.Сатпаева. Он их называл своими наставниками и учителями, будучи намного выше их по служебному положению в науке и общественной жизни, сделав тем самым признание, достойное только великого человека. Он тяжело переживал трагедию М.П.Русакова и сильно опасался за судьбу Н.Г.Кассина. Как известно, Николай Григорьевич Кассин в том году скончался, а в борьбе за М.П.Русакова с НКВД он оказался бессильным.

Все это сильно его угнетало, а спустя два года после тех трагических событий был незаслуженно обвинен и сам Каныш Имантаевич, отстраненный от должности президента академии республики.

Именно на тот тревожный период жизни К.И.Сатпаева пришлось годы завершающего этапа работы над прогнозной картой, когда наиболее ярко проявились его незаурядные личностные качества — высочайший интеллект, глубокие знания и талант организатора, смелость и мужество. Благодаря им он выстоял и выиграл нелегкую борьбу за свои научные взгляды, за признание созданной им казахстанской школы геологов. Трудности, возникшие на его пути и связанные с общественно-политической обстановкой того времени, он преодолел силой личности, своими делами и необычайно высоким авторитетом в обществе. Обвинения вскоре рассыпались, как возникшие «на ровном месте», и он в 1955 г. вернулся снова в родную академию сильным и окрепшим и вел ее к новым достижениям до последних дней своей жизни.

Наряду с Джезказган-Улутауским регионом, где он изучал весь комплекс полезных ископаемых (нерудное сырье, включая стройматериалы, уголь и металлы, подземные воды), научные взоры К.И.Сатпаева простирались далеко за пределы своего региона. В первую очередь на Атасуйский район, обладавший крупными запасами железа и полиметаллов, огромным потенциалом марганцевого оруденения. В настоящее время, как известно, Атасуйский район является железорудной базой Карметкомбината — первенца черной металлургии Казахстана, родившегося в основном благодаря настойчивым инициативам К.И.Сатпаева. Для обоснования идеи создания центра черной металлургии он тщательно изучал марганцевые и железорудные месторождения Атасуйского и других районов еще в довоенные годы. Итоги их легли в основу проекта Карметкомбината, построенного, как известно, в г.Темиртау, являющегося сейчас одним из крупных металлургических комбинатов по производству чугуна и стали в мире.

Стала достоянием истории судьбоносная роль небольшого месторождения марганца Джезды, замеченное в критический период войны оккупированные Германией Никопольские месторождения марганца на Украине. Сейчас Атаусуйский район занимает одно из первых мест в мире по запасам марганца.

Работы К.И.Сатпаева по геологии и сырьевой базе черных металлов (железо и марганец) как основы создания отечественной черной металлургии можно отнести к одному из феноменов в его научной биографии. Еще в 1942 г. им была подготовлена обстоятельная монография «Месторождения железных и марганцевых руд в Казахстане». По неизвестным причинам она в то время не была опубликована, хотя академик В.Я.Обручев рекомендовал ее издать. Книга вышла из печати только в конце 1998 г., т.е. полвека спустя. Даже беглое ознакомление с нею и усилиями К.И.Сатпаева по созданию Центра черной металлургии дает основание еще раз убедиться не только в многогранности его научных интересов, но и в высокой гражданской позиции, которая характеризует К.И.Сатпаева как истинного государственника, озабоченного интересами страны. В 1931 г., когда К.И.Сатпаев выдвигал проблему черной металлургии, он был начальником геологического отдела Карсакпайского медного завода, и вопросы черной металлургии в масштабе республики были очень далеки от круга его служебных обязанностей. Этот феномен в биографии К.И.Сатпаева можно объяснить только высочайшей гражданственностью и истинным патриотизмом Каныша Имантаевича, для которого будущее Казахстана было на первом плане.

Монография по железу и марганцу раскрывает еще одну грань личности К.И.Сатпаева. Глубокое проникновение в сущность предмета при решении научной или народнохозяйственной задачи было в его стиле. Именно для обоснования надежности сырьевой базы железа и марганца он прибегает к столь тщательному изучению проблемы и заканчивает его монографией, а не служебной запиской. В результате такого углубленного подхода к научному познанию в любых областях науки, с которыми он соприкасался, К.И.Сатпаев приобретал прочные и глубокие знания, в них он черпал силу и уверенность.

Широкие интересы К.И.Сатпаева охватывали и вопросы нефтегазоносности Казахстана. На всестороннее развитие нефтегазового комплекса он обращал постоянное внимание. Неслучайно вновь избранный президент Казахской академии первое выездное заседание провел в г.Гурьев сразу же после учреждения Казахской академии в 1946 г., посвятив сессию вопросу развития нефтегазового комплекса.

Научные публикации К.И.Сатпаева по вопросам геологии нефти и газа почти неизвестны, но известны его публичные выступления по этой проблеме, свидетельствующие о прочных знаниях в этой области и неослабевающим внимании к вопросам нефтегазо-

носности Казахстана. Одним из ярких подтверждений сказанного является научная сессия Академии наук, прошедшая весной 1961 г. в Джезказгане и ставшая, к сожалению, последней при его жизни. Тогда на сессии развернулась достаточно оживленная дискуссия о перспективах нефтегазоносности Джезказган-Сарысуйской депрессии, простирающейся и на другие впадины Восточного Казахстана — Чу-Сарысуйскую, Южно-Торгайскую и др. Заключая дискуссию, Каныш Имантаевич выделил как наиболее перспективную Южно-Торгайскую впадину. Примечательно, что он во время выступления, как бы усиливая свои доводы, решительно указывал рукой в сторону Южного Торгая, твердо произнося: «Нужно в первую очередь идти туда». В настоящее время, как мы знаем, Южный Торгай — второй после Прикаспийской впадины и первый в Восточном Казахстане нефтеносный бассейн, открытый спустя два десятилетия после прогнозов, высказанных К.И.Сатпаевым в далеком 1961 г. в Джезказгане.

Приведенный пример, как и другие неупомянутые здесь, свидетельствует о многогранности научных интересов К.И.Сатпаева, заслуживающих глубокого исследования. В то же время они говорят и о недостаточной изученности его научного наследия. Один из ближайших соратников К.И.Сатпаева академик Ш.Ч.Чокин вскоре после кончины Каныша Имантаевича, обращаясь к его ученикам и соратникам, настоятельно рекомендовал создать достойную научную биографию учителя. При этом он отмечал, что имеющиеся публикации о жизни и деятельности К.И.Сатпаева в виде воспоминаний, безусловно, нужны и ценны, их следует поощрять и впредь. Научная биография такой личности и ученого как К.И.Сатпаев еще более актуальна для истории, для грядущего поколения — уникальный пример служения науке.

Первая работа «К.И.Сатпаев — выдающийся геолог современности», опубликованная в г.Алматы в 1998 г., посвященная научному наследию К.И.Сатпаева — краткая научная его биография появилась лишь к 100-летию академика, в которой автор, предлагая ее читателю как первый опыт выполнения рекомендаций Ш.Ч.Чокина, выразил надежду, что она будет продолжена более углубленно, считая свою работу лишь тезисами для их дальнейшего развития учениками и последователями К.И.Сатпаева. К сожалению, последовавшие за этим инициативы часто напоминают углубленное переписывание биографии К.И.Сатпаева. Это особенно нужно учесть тем, кто пропагандирует имя К.И.Сатпаева в вузах среди подрастающего поколения. Между тем есть фундаментальные вопросы, на которые следует ответить при освещении этой проблемы — философия и методология научного познания, методология металлогении К.И.Сатпаева, геологические основы его металлогении — геодинамика, магматизм, рудогенез и др., взгляды на роль и место науки в общественной жизни

и общественном производстве, гражданственность в науке, вклад в смежные науки и др.

Возвращаясь еще раз к личности Каныша Имантаевича, было бы справедливым отметить две ее грани: отношение к труду и отношение к нелегкой профессии геолога. Так, Г.Н.Щерба, будучи сам очень большим тружеником, подчеркивал необычайную трудоспособность К.И.Сатпаева, подкрепляя ее примерами. В период напряженной работы над прогнозной картой в 1950-е годы участники творческой группы передавали К.И.Сатпаеву законченные части рукописей для просмотра. Забирая их, он говорил: «Давайте я над ней дома попашу». И буквально на другой день (а не через неделю) возвращал основательно «перепаканную» рукопись, поражая всех меткими и ценными замечаниями, правками. Такая высокая «рабочая скорость» и высокая самодисциплина руководителя проекта поражали сотрудников института, подталкивая их к собранности в работе над прогнозной картой, которая велась в ускоренном режиме.

К.И.Сатпаев трепетно относился к своей профессии, был истинным геологом-полевиком. Этим отличались крупные геологи прошлого столетия — В.А.Обручев, А.Е.Ферсман и др. В то же время, пожалуй, никто из геологов его уровня не проработал непрерывно 15 лет в полевой круглогодичной партии. Потребность в полевых наблюдениях, горячее стремление ознакомиться с новыми открытиями на месте — в поле осталась у него на всю жизнь, несмотря на огромную занятость на нелегкой организаторской и руководящей работе. Так, в трудные для него 1950-е годы, летом 1954 г. он посетил месторождение Алайгыр, а в следующем 1955 г. — Карагайлы. Тогда в Центральном Казахстане наметилась вторая после Алтая крупная полиметаллическая провинция. Первенцем ее были Алайгыр и Карагайлы, не посетить которые по свежим следам как истинный геолог он не мог. Позже с большой группой геологов К.И.Сатпаев совершил поездку на Рудный Алтай, где ознакомился с уникальным Тишинским месторождением, открытым также в 1950-е годы. К сожалению, это посещение было последним в его жизни выездом в поле.

К.И.Сатпаев был крупным общественным и государственным деятелем, избирался в высшие выборные партийные и государственные органы, являлся заместителем председателя Совета Союза Верховного Совета СССР и членом ряда ведущих общественных организаций. И в этой сфере деятельности Каныша Имантаевича отличали широта и масштабность, его инициативы по вопросам общественного и государственного строительства были глубоко содержательными, деловыми и конкретными, направленными на интересы человека и общества.

Будучи крупным инженером и организатором производства, К.И.Сатпаев на протяжении всей своей жизни, наряду с наукой, не ослаблял внимания к развитию

геологической службы Советского Союза и родной республики. У него были тесные связи и личная дружба со всеми руководителями геологической отрасли — министрами СССР, особенно с одним из самых ярких среди них — П.Я.Антроповым. Двум этим замечательным геологам ушедшего века К.И.Сатпаеву и П.Я.Антропову, двум неординарным личностям принадлежит инициатива в принятии Правительством СССР ряда крупных и кардинальных решений по геологии, два из которых оказались судьбоносными в истории развития геологической службы СССР и союзных республик, особенно Казахстана.

В 1956 г. геологические службы, разрозненные в различных министерствах и ведомствах сырьевого профиля (Миннефтепром, Минчермет, Минцветмет и др.), были объединены в едином государственном органе — Министерстве геологии и охраны недр СССР, а в Казахстане создано первое в Советском Союзе Министерство геологии республики. Вскоре при организации совнархозов это министерство едва не распалось по решению верхов о передаче геологоразведки в ведение регионов — совнархозов, что было бы для отрасли губительным. Вновь в результате энергичных действий двух соратников — П.Я.Антропова и К.И.Сатпаева, сумевших убедить руководство страны в крайней опасности такого решения, министерство было сохранено.

В настоящее время мы знаем, что после этих судьбоносных решений наступил почти полувековой период бурного развития геологической отрасли, совпавший с общим расцветом геологии в мире, названным золотым веком геологии. Известно также, что именно на этот период, когда геология была объединена в одном министерстве, пришлось наиболее крупные открытия, в том числе такие открытия века, как нефть Тюмени, а в Казахстане выдающиеся открытия нефти Мангышлака, железа Торгая, редких металлов Центрального Казахстана и др.

За сравнительно непродолжительную жизнь К.И.Сатпаев создал сильную и влиятельную науку Казахстана, что является фундаментальным и базовым итогом его многогранной деятельности. На современном этапе геологическая наука Казахстана находится в непростых условиях. В этот сложный переходный период, который несколько затянулся, идут поиски новых путей развития науки. Сегодня научное сообщество живет в надежде, что в образованном и просвещенном Казахстане будет найден разумный вариант организации науки, сохранив при этом опыт и традиции, заложенные нашим выдающимся соотечественником К.И.Сатпаевым.

Имя Каныша Имантаевича Сатпаева стало одним из символов казахстанцев, его знают в самых отдаленных уголках Республики Казахстан, за рубежом. Пусть его светлый образ сохранится в умах и сердцах народов на долгие времена.

70-летие Сиезбека Аманбековича Акылбекова

10 марта 2009 года отметил свое 70-летие Акылбеков Сиезбек Аманбекович — доктор геолого-минералогических наук, академик Народной академии «Экология», Академии минеральных ресурсов Республики Казахстан, Международной Академии минеральных ресурсов и Российской академии естественных наук.

После окончания в 1962 г. Казахского горно-металлургического института С.А.Акылбеков 31 год проработал в Агадырской комплексной геолого-геофизической полевой экспедиции, в должностях от старшего техника-геофизика до главного геолога экспедиции.

В 1985—1989 гг. Сиезбек Аманбекович работал в Республике Куба главным геофизиком экспедиции СЭВ, с 1993 г. он начальник управления науки и научных учреждений Министерства геологии и охраны недр Республики Казахстан, с 1994 г. — начальник управления анализа и прогнозирования геологического изучения и освоения недр по твердым полезным ископаемым, с июля 1998 г. — начальник Главного управления, а с 1999 г. — директор департамента анализа и планирования Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Казахстан. В 2001—2007 гг. С.А.Акылбеков — руководитель Республиканского центра геологической информации «Казгеоинформ».

Сиезбек Аманбекович внес значительный вклад в развитие минерально-сырьевой базы СССР и Республики Казахстан. Под его руководством проводились поиски и разведка месторождений черных, цветных и редких металлов. Коллективом казахстанских и российских ученых с участием С.А.Акылбекова выполнялись научно-исследовательские работы по количественному прогнозированию месторождений полезных ископаемых в Казахстане. При его непосредственном участии открыты месторождения железа — Акшагат, Бапы, Баир, полиметаллических и железо-марганцевых руд — Керегетас, свинца — Жунды, вольфрам-молибденовых руд — Северный Катпар, подземных вод — Жамши, Ушбулак-Атасай. Сиезбек Аманбекович является первооткрывателем редкометалльного месторождения Северный Катпар и ильменитовых россыпей Сатпаевское (Бектемир). С.А.Акылбеков — один из авторов ряда программ геологического изучения недр и развития ресурсной базы минерально-сырьевого комплекса Республики Казахстан. При его непосредственном участии разрабатывался Государственный компьютерный банк данных о недрах и недропользовании Республики Казахстан.

Производственная деятельность Сиезбека Аманбековича тесно связана с его научными интересами.



В 1974 году С.А.Акылбеков защищает кандидатскую диссертацию на тему «Поиски и прогнозирование железорудных месторождений геофизическими методами в Атасуйском рудном районе (Центральный Казахстан)», а в 1997 г. — докторскую на тему «Глубинное строение, металлогенические особенности и прогноз эндогенного оруденения в Атасу-Агадырском районе». Сиезбек Аманбекович — автор и соавтор 149 научных трудов, в т.ч. 18 книг, 88 научных статей и изданных карт и других научных трудов.

За успехи в трудовой деятельности занесен в книгу Трудовой Славы Жезказганской области и Министерства Геологии, на Всесоюзную Доску Почета Министерства Геологии СССР и ЦК Профсоюза геологоразведочных работников, награжден государственными наградами СССР и Республики Казахстан, отмечен почетными званиями «Отличник разведки недр», «Почетный разведчик недр Республики Казахстан», присуждена Первая премия им.К.И.Сатпаева за лучшие научные исследования по естественным наукам.

Сердечно поздравляем Сиезбека Аманбековича со славным юбилеем, желаем ему крепкого здоровья, долгих лет жизни, новых идей и успехов.

*Друзья и коллеги,
Редколлегия журнала*

70-летие Бориса Александровича Хрынина

23 марта 2009 г. отметил свой 70-летний юбилей Борис Александрович Хрынин — ведущий научный сотрудник Государственного научного центра Российской Федерации (ГНЦ РФ) Всероссийского научно-исследовательского института геологических, геофизических и геохимических систем (ВНИИгеосистем), кандидат технических наук, почетный разведчик недр.

В геологию Б.А.Хрынин пришел после окончания в 1962 г. геологоразведочного факультета Московского института цветных металлов и золота. Во ВНИИЯГТ Мингео СССР (в настоящее время ВНИИгеосистем) его направили по распределению, где он работал сначала в должности инженера, младшего научного сотрудника, старшего научного сотрудника, заведующего лабораторией, ведущего научного сотрудника. Без отрыва от производства в 1968 г. окончил Московский ордена Трудового Красного Знамени инженерно-физический институт, получив квалификацию инженера-физика. В 1972—1973 гг. Борис Александрович проводит полевые исследования в Раменском филиале ВНИИЯГТ как старший геофизик и начальник отряда. В этот период он занимается ядерно-геофизическими методами исследования, участвует в поисках и разведке месторождений стратегического сырья — редких и радиоактивных металлов; совершенствует и разрабатывает новые поисковые методы и технологии радиоактивного каротажа на твердые полезные ископаемые, их полевой отработке и опробованию в различных геолого-технологических и природно-климатических условиях. С 1973 г. работает в отделе научно-технической информации. В это время им подготовлен и опубликован ряд аналитических обзоров, посвященных ядерно-геофизическим методам поисков и разведки месторождений твердых полезных ископаемых. Успешно совмещая полевые работы и научные исследования, Б.А.Хрынин оканчивает аспирантуру ВНИИЯГТ и защищает кандидатскую диссертацию. В 1973 г. ему присвоена ученая степень кандидата технических наук, а в 1979 г. — ученое звание старшего научного сотрудника.

В 1980—1989 гг. Борис Александрович работал в НПО «Нефтегеофизика» Мингео СССР — Всесоюзный научно-исследовательский институт геофизических методов разведки (ВНИИгеофизика) в должности заведующего отделом стандартизации и метрологии. Под его руководством и при непосредственном участии разработан ряд государственных отраслевых стандартов и стандартов СЭВ, а также другой нормативно-технической документации в области разведочной геофизики. Одновременно он продолжает совершенствовать ядерно-геофизические методы поисков и разведки месторождений твердых полезных ископаемых.

С 1989 г. и по настоящее время Б.А.Хрынин трудится во ВНИИгеосистем в различных должностях — заведующий лабораторией, а затем ведущий научный сотрудник. Он успешно занимается научно-исследовательской, научно-информационной и рекламно-выставочной деятельностью. При его непосредственном участии создавалась одна из первых в отрасли Автоматизированная информационно-поисковая система КИПС-Гео, разрабатывались ключевые элементы комплексной системы управления качеством геофизической продукции в системе геологии, нормативно-правовые документы по оптимизации научно-исследовательской и функциональной деятельности в нефтегазовой отрасли,



способствуя росту объемов разведанных запасов минерального и топливно-энергетического сырья, укреплению минерально-сырьевой базы страны.

За плечами Б.А.Хрынина годы плодотворного труда высококвалифицированного специалиста в области ядерно-геофизических методов исследования, метрологии и стандартизации геологоразведочных работ, научно-организационной работы в природопользовании и охраны окружающей среды. Борис Александрович — автор более 70 научных работ, включая аналитические обзоры, стандарты и изобретения. Он неоднократно организовывал и принимал участие во Всероссийских и международных выставках и конференциях.

Свой юбилей Борис Александрович Хрынин встречает полным творческих сил, отдающим весь свой опыт и потенциал развитию геологоразведочной отрасли. Он всегда щедро делится знаниями с молодыми специалистами и коллегами, всегда готов дать совет, оказать помощь и поддержку, является примером преданного служения избранному делу — геологии и разведке богатств земных недр.

Коллектив института от имени геологической общности сердечно поздравляет Бориса Александровича с юбилеем, желает ему крепкого здоровья, долгих лет жизни и дальнейших творческих успехов в развитии и укреплении минерально-сырьевой базы страны.

*Ученый совет ВНИИгеосистем,
Друзья и коллеги,
Редколлегия журнала*

80-летие Евгения Александровича Козловского

В период Великой Отечественной войны Евгений Александрович Козловский участвовал в партизанском движении в Белоруссии. После окончания в 1948 г. Минского артиллерийского училища, а в 1953 г. Московского геологоразведочного института Е.А.Козловский начал трудовую деятельность в геологических организациях Дальнего Востока. При его непосредственном участии в Хабаровском крае был открыт и в рекордные сроки подготовлен к промышленному освоению Комсомольский оловорудный район. За большой вклад в решение этой проблемы в числе других геологов Евгению Александровичу было присвоено звание лауреата Ленинской премии. За время работы на производстве он сформировался как профессионал-геологоразведчик, руководитель, способный в сложных условиях успешно управлять геолого-производственным процессом. На материалах собственных исследований подготовил и защитил в МГРИ кандидатскую диссертацию.

В 1965 г. Е.А.Козловский был назначен на должность начальника Технического управления Министерства геологии РСФСР, а в 1970 г. утвержден членом коллегии Министерства. С его приходом в Министерстве разрабатывается и осуществляется обширная программа научно-технического прогресса при проведении геологоразведочных работ, освоении новой техники и технологии, организации работ. По результатам собственных исследований в 1973 г. он успешно защитил докторскую диссертацию.

В этом же году Е.А.Козловский становится директором Всесоюзного института экономики минерального сырья и геологоразведочных работ (ВИЭМС). Он сделал все возможное, чтобы поднять роль института в отрасли, оживить его научную деятельность и укрепить организационные начала.

В 1974 г. Е.А.Козловский назначается заместителем Министра геологии СССР, а в декабре 1975 г. — Министром геологии СССР. На этом посту он работает около 15 лет. Данный этап его трудовой деятельности оказался весьма плодотворным. Особенно высоко проявились гражданская позиция Евгения Александровича, государственный подход к решению проблем геологии, минерально-сырьевой базы страны, творческая разноплановость в осуществлении научных, технических, производственных и социальных проблем. С присущей ему принципиаль-



ностью и прямоотой Е.А.Козловский всегда отстаивал интересы геологии.

Благодаря настойчивости Министерства, Правительство оказывало постоянную поддержку отрасли, что высоко подняло престиж геологии и роль геолога в стране. Неслучайно в этот период состоялись крупнейшие геологические открытия месторождений нефти и газа в Западной и Восточной Сибири, алмазов в Архангельской области, цветных, редких, благородных металлов, уранового сырья и других полезных ископаемых на территории СССР. Эти открытия позволили укрепить и расширить минерально-сырьевую базу, которая и в настоящее время является одним из главных факторов, определяющих социально-экономическую обстановку в стране.

Е.А.Козловский придавал большое значение развитию геологоразведочных работ, созданию и укреплению минерально-сырьевого потенциала республик Советского Союза для развития производительных сил в них. В значительной степени благодаря ему именно в этот период геология стала одной из важнейших отраслей народного хозяйства, государства.

Научная деятельность Е.А.Козловского характеризуется широким диапазоном исследований. В его ра-

7 мая 2009 года исполняется 80 лет доктору технических наук, профессору, академику РАЕН, Министру геологии СССР (1975—1989 гг.), заведующему кафедрой Российского государственного геологоразведочного университета, вице-президенту РАЕН **Козловскому Евгению Александровичу**

Поздравления и пожелания могут быть присланы по адресу:

117873, Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 23, РГГРУ

Контактные телефоны: (495) 433-44-77, (495) 434-08-35

Факсы: (495) 438-48-01, (495) 434-08-35

E-mail: magco@mail.ru

ботах сформулированы принципы развития и использования минерально-сырьевой базы. К кардинальным геологическим проблемам Евгений Александрович относит изучение строения, состава и эволюции Земли, комплексное изучение земной коры. Он успешно осуществлял руководство Межведомственным научным советом по проблемам изучения недр Земли и сверхглубокого бурения Государственного комитета СССР по науке и технике (ГКНТ). Проходка уникальной Кольской сверхглубокой скважины оказалась возможной в результате применения принципиально новой отечественной технологии, научных методов управления и организации работ, чему способствовал и личный вклад Е.А.Козловского. Судя по всему, мировой рекорд глубины этой скважины не будет превзойден в ближайшие 20—30 лет! На правительственном уровне утверждается новая научно-практическая система исследования недр «Космос—воздух—земля—скважина», которая должна была поднять исследование недр на новый уровень. Евгением Александровичем создана научная школа, положившая начало новым подходам к системе управления, в том числе технологическими процессами и разведкой месторождений на основе геолого-экономического моделирования. Этим вопросам посвящены его монографии: «Кибернетические системы в разведочном бурении» (1985), «Геолого-экономическая модель: новые принципы разведки и организации работ» (1989), «Управление геологоразведочным производством. Кибернетический аспект» (1990) и др.

Профессор Е.А.Козловский, являясь президентом XXVII сессии международного геологического конгресса (МГК), провел огромную работу по подготовке и проведению этого крупнейшего форума геологов мира. Организация и проведение конгресса получили высочайшую оценку советских и зарубежных участников, и, по их мнению, ни один последующий конгресс не смог достичь уровня XXVII МГК.

Е.А.Козловский осуществляет большую научно-редакторскую деятельность. Он являлся главным редактором многотомного издания «Геология СССР», «Горная энциклопедия» (5 томов), монографии «Кольская сверхглубокая», «Геологическое строение СССР и закономерности размещения полезных ископаемых» (10 томов), «Справочника инженера по разведочному бурению» (2 томов) и др.

Значительное внимание обращает Е.А.Козловский на подготовку научных кадров. Под его руководством защищено 30 кандидатских и 5 докторских диссертаций. Он — первооткрыватель ряда месторождений, автор ряда открытий и свыше 40 изобретений.

В последние годы Е.А.Козловским организована и успешно работает кафедра оптимизации геологоразведочных процессов Российского государственного геологоразведочного университета (РГГРУ). Им опубликован ряд фундаментальных изданий, среди

которых широко известны монографии «Минерально-сырьевые проблемы России накануне XXI века» (1999), «Россия: минерально-сырьевая политика и национальная безопасность» (2002), «Минерально-сырьевая база топливно-энергетического комплекса России» (2004), «Геология. Уроки Великой войны» (2005), «Российская угольная энциклопедия» в трех томах (2005—2006), «Страны СНГ: исследование недр — стратегическая проблема» (2007).

Е.А.Козловский — авторитетнейший геолог-исследователь, избран академиком Российской Академии естественных наук, Международной академии минеральных ресурсов, Международной академии наук информатизационных процессов и технологий, почетным доктором ряда отечественных и зарубежных университетов.

Е.А.Козловский — автор почти 600 научных работ, в т.ч. 45 монографий. За большой вклад в развитие минерально-сырьевой базы Е.А.Козловский награжден орденами и медалями СССР, России и зарубежных стран, удостоен Ленинской (1964) и Государственных премий (1998, 2002). Ему присвоены звания «Заслуженный деятель науки и техники РСФСР», «Заслуженный геолог России», а также «Почетный разведчик недр», «Почетный нефтяник», «Почетный работник газовой промышленности», «Почетный работник угольной промышленности». Награжден знаком «Шахтерская слава» трех степеней.

Е.А.Козловский являлся депутатом Верховного Совета СССР ряда созывов (1976—1989), членом Центрального Комитета профсоюза рабочих геологоразведочных работ и с высочайшей ответственностью выполнял возложенные на него обязанности.

В настоящее время Е.А.Козловский — заведующий кафедрой оптимизации геологоразведочных процессов Российского государственного геологоразведочного университета, Президент Ассоциации геологических организаций, генеральный директор Института геолого-экономических проблем, вице-президент РАЕН, член Высшего горного совета России.

Е.А.Козловский полон творческих сил, как всегда устремлен на защиту геологии и системы исследования недр, сохраняет глубокое уважение к труду разведчика недр. Искключительная душевность, серьезность восприятия и понимание коллег — это отличительная черта выдающегося Ученого и Человека!

Его жизненная позиция — яркий пример служения Делу и Отечеству!

*Российская академия естественных наук
Российский государственный
геологоразведочный университет
Санкт-Петербургский горный институт
(технический университет)
Институт геолого-экономических проблем (ИГЭП)
Российское геологическое общество
Редколлегия журнала*

Уважаемые коллеги!

Посвятив свою жизнь прекрасной науке и жизненной стезе — геологии, вы не только привнесли в нее свои силы, знания, богатый жизненный и производственный опыт, но и многое почерпнули от общения с природой родной страны, друзьями, товарищами и коллегами.

В составе экспедиций, партий и отрядов вы выполняли труднейшие горные и геофизические работы, многокилометровые геологические маршруты во всех регионах нашей великой Родины, испытали жару и холод, снежные бураны и пыльные бури, половодья и пожары. И всегда в полевых буднях и экстремальных ситуациях вы оставались здравомыслящими, работающими, глубоко думающими, полноценными людьми.

А человек, как правило, для плодотворной работы должен употреблять полноценную пищу и желательно три раза в день! В полевых условиях выполнение этого пожелания зачастую требует высокого таланта, изобретательности, смелости и смекалки.

Коллеги! Российское геологическое общество обращается к вам с убедительной просьбой — вспомнить свои полевые денечки, вспомнить те кулинарные рецепты и приемы, которые позволили вам быть здоровыми, веселыми, находчивыми, работающими людьми.

Сборник кулинарных рецептов «Геологическая кулинария» РосГео планирует издать отдельной книгой, которая, безусловно, будет интересна и ветеранам, передающим свой опыт молодежи, и молодым геологам и студентам геологических вузов и техникумов, а действующим полевикам позволит разнообразить ассортимент своего питания. Ждем ваших рецептов и воспоминаний по их реализации.

Наш адрес: 115191, Россия, Москва, 2-ая Рощинская ул., д. 10, РосГео

Контактное лицо: Голиков Станислав Иванович

Тел./факс: +7(495) 952-57-72

E-mail: rosgeo@geosys.ru, rosgeo@yandex.ru

ВНИМАНИЮ АВТОРОВ!

Требования к статьям, представляемым в редакцию журнала
«Отечественная геология»

При оформлении статей необходимо руководствоваться следующими правилами:

1. Рукопись представляется с установленными сопровождающими документами руководством организации или лично автором (авторами).

2. Статья подписывается автором (авторами), в конце ее необходимо написать фамилию, имя и отчество автора полностью, место работы, занимаемую должность, ученую степень, адрес и телефоны (домашний и служебный), e-mail.

3. Объем статьи не должен превышать 15 страниц, включая таблицы и список литературы. Оставляются поля: сверху (2 см), снизу (2 см), справа (1 см) и слева (3 см). Все страницы рукописи нумеруются. В редакцию представляются два экземпляра статьи — распечатка с принтера, а также текст на дискете в Text format (*.rtf), (*.doc) с использованием шрифта Times New Roman (размер 12, полуторный межстрочный интервал). В отдельные файлы помещаются статья, таблицы. По окончании работ дискеты по желанию автора возвращаются. Возможна передача статей по электронной почте: tsnigri@tsnigri.ru.

4. Точность приведенных цитат должна быть заверена подписью автора на полях рукописи, обязательно указывается источник по списку литературы.

5. Для набора математических формул и химических символов рекомендуется использовать Microsoft Equation 2.0

6. Список литературы дается сквозной нумерацией в алфавитном порядке. Иностранная литература помещается после отечественной. Ссылки в тексте на источник из списка литературы приводятся соответствующим порядковым номером в квадратных скобках. В список не следует включать неопубликованные работы.

7. Рисунки и другие графические материалы (не более 4) прилагаются к статье в двух экземплярах в отдельном конверте. На обратной стороне каждого рисунка карандашом указываются его порядковый номер, фамилия автора и название статьи. Размер оригиналов рисунков не должен превышать формата страницы журнала. Рисунки принимаются в виде фотокопии (на глянцевой бумаге), на дискетах с распечаткой на бумаге. Цифры и буквы в условных обозначениях, вынесенных за пределы рисунка, даются курсивным шрифтом. Текстовые и цифровые надписи на рисунках набираются на компьютере. Размер букв и цифр должен быть не менее 2 мм, толщина линий рисунка — не менее 0,2 мм. Каждый рисунок помещается в отдельный файл в одном из следующих форматов: TIFF — только для фото (*.tif), Encapsulated Post Script (*.eps), Corel Draw (*.cdr), Диаграмма Microsoft Excel (*.xls). Графика должна быть прямо связана с текстом и способствовать его сокращению. Оформление и содержание иллюстративного материала должны обеспечивать его читаемость после возможного уменьшения. Ксерокопии и сканированные ксерокопии не принимаются.

8. Подрисуночные подписи печатаются на отдельной странице (текстовый файл, после списка литературы). Рисунки, не удовлетворяющие требованиям редакции, возвращаются автору.

С целью облегчения редактирования статей редколлегия просит авторов использовать термины и понятия в значениях, отраженных в следующих изданиях:

1. Толковый словарь английских геологических терминов. Перевод с английского / Под ред. Н.В.Межеловского. —М.: Геокарт, 2002.

2. Российский металлогенический словарь / Под. ред. А.И.Кривцова. —С-Пб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2003.

3. Термины и понятия, используемые при прогнозно-металлогенических исследованиях. —С-Пб., 1991.