

Уран-полиэлементные рудообразующие системы рифтогенных структур юга Дальнего Востока России

А.А.КОКОВКИН (Институт тектоники и геофизики ДВО РАН)

Регион юга Дальнего Востока России расположен в области сочленения структур Центрально-Азиатского и Тихоокеанского подвижных поясов (рис. 1), характеризующейся весьма сложным строением и напряженной геодинамикой. В кайнозой здесь активно проявлялся эндогенный рудогенез. В континентальных рифтогенных структурах, занимающих до 30% территории региона, в этот период формировалось комплексное (полиэлементное) оруденение. Помимо относительно хорошо изученных германиевых объектов [3], здесь были образованы значительно менее исследованные месторождения и проявления урана и флюорита, редких земель, индия и рения, способные в перспективе существенным образом повысить минеральный потенциал юга Дальнего Востока России.

Ранее (1974—2001 гг.) автором во ФГУП «Таежгеология» был выполнен ряд прогнозно-поисковых работ, ориентированных на уран и завершившихся региональной сводкой с реконструкцией основных этапов эволюции геологической структуры данного региона и составлением акцентированной на уран прогнозно-металлогенической модели кайнозойского этапа. На части выделенных рудоперспективных площадей упомянутая модель была заверена комплексом геолого-геофизических работ (маршруты и поисковое бурение, методы структурной и «рудной» геофизики). В статье представлены результаты исследований, касающиеся изучения уран-полиэлементных рудообразующих систем, локализованных в рифтогенных структурах с рыхлым осадочным выполнением позднемелового—кайнозойского возраста. При моделировании процессов структурирования континентальной коры и развитого в ней рудообразования автор использовал принципы и подходы синергетики, разработанные И.Р.Пригожиным и Г.Хакеном и представленные в отечественной геологии в работах Г.Л.Поспелова, Д.В.Рундквиста, Ф.А.Летникова, П.М.Горяинова и др.

Под рудообразующей системой в данной статье понимается природная система открытого типа — часть иерархически организованной саморазвивающейся системы земной коры, способная сформировать концентрации полезных компонентов промышленного или потенциально промышленного уровня. В общем виде такая система включает шесть основных элементов: 1) источник энергии, 2) источник вещества, 3) зону транзита (импорта) энергии и вещества, 4) рудовмещающую среду, 5) барьер-осадитель полезного компонента, 6) зону стока (диссипации или экспорта) энергии и вещества.

В соответствии с закономерностями самоорганизации открытых, необратимо и нелинейно развивающихся систем [4], каковыми являются и все геологические системы планеты, условия устойчивого функционирования любой рудообразующей системы обеспечивают флуктуации ее регулирующих параметров (концентрация, температура, давление) с

положительным диссипативным балансом, определяющимся соотношением первого и последнего элементов системы. На фоне относительно малого изменения регулирующих параметров, характерного для зон импорта и стока рассматриваемых систем, диапазон их флуктуаций резко увеличивается в барьерной зоне, в наибольшей степени ответственной за количественную и качественную характеристику формируемого оруденения. По представлению автора, функционирование барьеров-осадителей устанавливается резонансными эффектами, возникающими в рудообразующей системе под влиянием обратной связи между отдельными составляющими барьерной зоны, а также в целом между барьерной зоной и внешней средой. Подобные эффекты являются частным проявлением режимов «с обострением», весьма характерных для открытых, саморазвивающихся систем [4, 7]. Действие барьеров носит, как правило, совмещенный (комплексный) характер. За счет этого повышается контрастность барьерной зоны и гасится негативный диссипативный эффект системы. В результате и состав оруденения, продуцируемого каждой конкретной рудообразующей системой, становится, с одной стороны, комплексным, а с другой, — во многом индивидуальным. По-видимому, именно эта закономерность — объективная предпосылка, способствующая тенденции расширения спектра рудных элементов в указанной системе различной природы и возраста, особенно ярко проявившейся в два последних десятилетия [1, 3].

Особенности эндогенного рудогенеза в рифтогенах юга Дальнего Востока России. Рассматриваемые рудообразующие системы связаны с действием «разбавленных» гидротерм, функционирующих в специфических условиях активизированного на новейшем этапе, рыхлого, обводненного, хорошо проницаемого осадочного чехла рифтогенов и в близких по степени обводненности и проницаемости условиях активизированных структур их фундамента. При неоднозначности определения нижней возрастной границы новейшего этапа в работах различных авторов [12] в данной публикации с учетом специфики развития региональной структуры под новейшим понимается неоген-четвертичный этап продолжительностью в 23 млн. лет. В описываемом регионе новейшая активизация проходила в рамках кайнозойской (неоген-четвертичная) эпохи планетарного траппообразования [6, 10], когда была активизирована и вся система глубинных разломов Центрально-Азиатского и Тихоокеанского подвижных поясов (см. рис. 1).

Эндогенные уран-полиметаллные рудообразующие системы функционируют в рифтогенах в очагах восстановительного эпигенеза, развивающихся, как правило, на активизированных в новейшее время фрагментах глубинных разломов (преимущественно в узлах их пересечения). В силу особенностей вмещающей среды эти системы несут как признаки эндогенных систем, формирующих типично

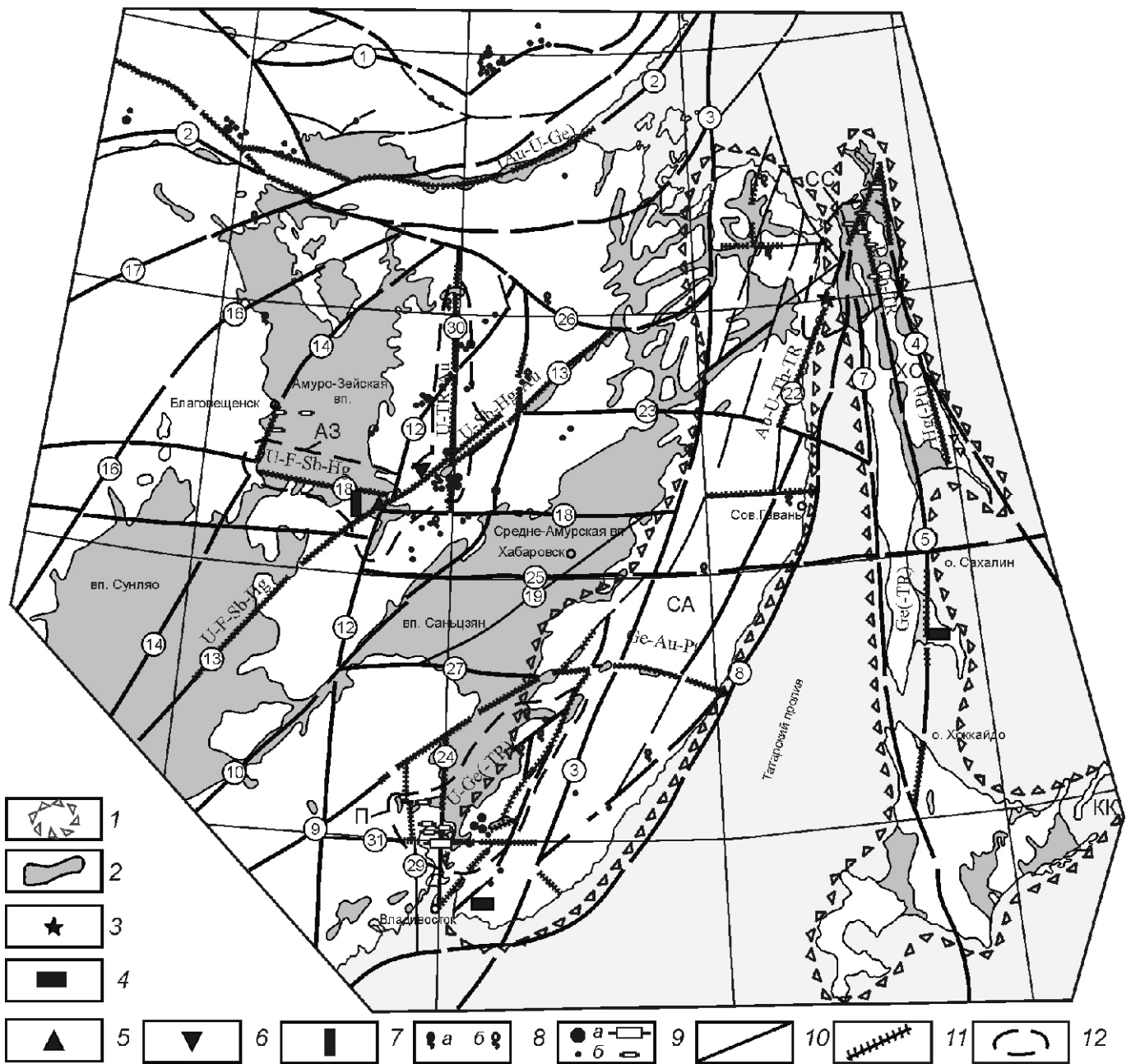


Рис. 1. Ареалы кайнозойских уран-полиэлементных рудообразующих систем в рифтогенных впадинах юга Дальнего Востока России:

контуры: 1 — кайнозойских орогенов с магматогенным режимом развития (СА — Сихотэ-Алинский, ХС — Хоккайдо-Сахалинский, КК — Курило-Камчатский), 2 — кайнозойских рифтогенов с рыхлым осадочным и вулканогенно-осадочным выполнением, 3 — Лазаревской рудно-магматической системы; рудные объекты кайнозойских рудообразующих систем «неурановой» специализации: 4 — германий, 5 — фтор, сурьма (Богучанское месторождение); 6 — ртуть, сурьма; 7 — проявление битумов; 8 — радиогидрохимические аномалии: а — в термальных источниках, б — в трещинных и грунтовых водах; ураново-рудные объекты докайнозойского возраста: 9 — ранг рудных объектов: а — месторождения, б — рудопроявления и аномалии; 10 — основные глубинные разломы, активизированные на новейшем этапе (цифры в кружках): 1 — Становой, 2 — Монголо-Охотский, 3 — Центральный Сихотэ-Алинский, 4 — Восточно-Сахалинский, 5 — Центрально-Сахалинский, 7 — Западно-Сахалинский, 8 — Татарского пролива, 9 — Фушунь-Мишань-Алчанский, 10 — Танлу-Курский, 12 — Муданьцзян-Мельгинский, 13 — Инкоу-Хинганский, 14 — Шанси-Селемджинский, 16 — Большого Хингана, 17 — Дербурский, 18 — Намурхэ-Бирский, 19 — Хехцирский, 22 — Восточный Сихотэ-Алинский, 23 — Гур-Комсомольский, 24 — Западно-Ханкайский, 25 — Намурхэ-Амурский, 26 — Пауканский, 27 — Наолихэ-Бикинский, 29 — Тунманганский, 30 — Эхилканский, 31 — Южно-Приморский; 11 — фрагменты разломов с признаками кайнозойских рудообразующих систем и их металлогеническая специализация — установленная (предполагаемая); 12 — основные ареалы уран-полиэлементных рудообразующих систем: П — Приханкайский, АЗ — Амурсо-Зейский, СС — Северо-Сахалинский

гидротермальное оруденение, так и признаки экзогенных, продуцирующих оруденение так называемого «гидрогенного» типа. С эндогенными системами их объединяет довольно хорошо выраженный контроль оруденения разрывной тектоникой и гидротермально-метасоматическими изменениями; с экзогенными — такие отличительные признаки гидрогенных процессов как объемный характер рудоконтролирующей зональности, контроль этой зональности проницаемостью сильно обводненной рудовмещающей среды и вкрапленный характер оруденения с высокой степенью диспергированности минеральных выделений.

Проницаемость вмещающей среды, в значительной степени определившая ход уран-полиэлементного рудообразования, связана с особенностями *литификации* пород рифтогенов и структур их фундамента. Литификация развивается в них прежде всего под влиянием процессов регионального метаморфизма — под действием теплового потока, интенсивность которого коррелируется с уровнем проницаемости земной коры [7, 13]. На этапах активизации, сопровождающихся резким усилением дислокационных процессов с нарушением сплошности внутренней части зон разломов (до их полной дезинтеграции), которые превращаются в обводненные, хорошо проницаемые структуры, благоприятные для функционирования в них эндогенных рудообразующих систем. В периоды относительного тектонического покоя дезинтегрированный, обводненный субстрат зон разломов в ходе регионального метаморфизма подвергается минерализации и постепенно литифицируется, теряя проницаемость. Обозначенная системность этой «медленной» литификации неравномерно усиливается в очагах «импульсного» восстановительного эпигенеза, развивающегося на участках активизации глубинных разломов.

Источниками энергии и вещества для этих рудообразующих систем служат верхняя мантия и специализированные на уран породы фундамента рифтогенов. О действии мантийного источника свидетельствует, в частности, высокая специализация на уран кайнозойских базальтоидов и содержащихся в них мантийных ксенолитов, что установлено в ряде районов юга Дальнего Востока России [5]. Максимальные концентрации U до 7,3 г/т отмечены в миоцен-плиоценовых субинтрузиях андезитобазальтов на северо-востоке Сихотэ-Алиня, в пределах выделенной автором настоящей статьи Лазаревской рудно-магматической системы (см. рис. 1). Признаки мантийной активизации разломов, контролирующей рудоносные впадины, выражены в водно-газовых аномалиях фтора, гелия, водорода, углеводородов, оксидов азота и CO₂, также в наличии минеральных (в т.ч. термальных) источников.

Вещества транспортируются в данных рудообразующих системах водно-газовыми флюидами, формирующими очаги восстановительного эпигенеза. Состав флюидной фазы достаточно разнообразен (CO₂, F, H, CH, NO, Ne и др.), и соответствует составу отмеченных водно-газовых аномалий, а также охарактеризованным ниже низкотемпературным изменениям. Наблюдаемые в современных флюидо-динамических системах востока Азии устойчиво высокие концентрации углерода и азота указывают на вероятность присутствия в них цианидных комплексов, роль которых в процессе транспортировки вещества также может быть достаточно весомой. Принципиальная возможность этого иллюстрирует, в частности, присутствие цианидов в газовой составляющей современных щелоч-

ных гидротерм на Камчатке, в кальдере Узон [9]. Сложившийся же дефицит информации по цианидам связан, по-видимому, с крайней неустойчивостью их соединений в окислительных условиях земной поверхности.

Уран-полиэлементные эндогенные рудообразующие системы в регионе юга Дальнего Востока России весьма широко распространены и формируют в нем три основных ареала — Приханкайский, Амуро-Зейский и Северо-Сахалинский (см. рис. 1). Эталонный объект для них — *Раковское месторождение урана* (рисунки 2, 3), расположенное на юге Ханкайского массива в пределах одноименной впадины, также многочисленны более мелкие проявления южного Приморья [5]. Раковская впадина локализована в узле пересечения активизированных на новейшем этапе глубинных разломов (Западно-Ханкайский и Южно-Приморский). Осадочный чехол впадины мощностью до 600 м представлен нелитифицированными угленосными осадками кайнозоя. В его основании, как и в других рифтогенах региона, развит скользящий во времени, хорошо проницаемый базальный слой мощностью до 50 м и более. Граниты фундамента отличает высокая (до 15—20 г/т) специализация на уран, с весьма значительной (до 80—90%) долей его подвижной формы. Повышенной специализацией на U 4—5 г/т характеризуются также и риолиты девон-карбона. Фундамент разбит мозаичной системой активизированных нарушений диагональной и ортогональной ориентировки. Эти нарушения представляют собой хорошо проницаемые структуры — интенсивно дезинтегрированные (до дресвянистого состояния) и обводненные. Вместе с базальным слоем, другими проницаемыми горизонтами осадочного чехла и корой выветривания фундамента они сформировали единую гидродинамическую систему, благоприятную для функционирования «разбавленных» гидротерм и связанных с ними рудообразующих систем.

Урановое оруденение локализовано преимущественно в северном борту Раковской впадины, где ее фундамент в максимальной степени проработан новейшей разрывной тектоникой. Рудные залежи с содержанием U около 0,1% и мощностью первые метры имеют субпластовую морфологию и локализованы в основном на границе осадочного чехла и фундамента, в проницаемых осадках базального слоя и коре выветривания пород фундамента, а также в подошве перекрывающей их углисто-глинистой пачки. Значительная часть этих руд пригодна для извлечения способом подземного выщелачивания. Величина коэффициента фильтрации в осадках базального слоя Раковской впадины по данным гидрогеологического бурения (А.К.Мигута, 1963) и результатам лабораторных испытаний монолитов характеризуется значениями 1—5 м/сут и более. Единичными скважинами оруденение прослежено в активизированные обводненные структуры фундамента впадины на 100 м и более от подошвы осадочного чехла (см. рис. 3). Здесь оно формирует компактные линзы с параметрами промышленного уровня, способные существенно увеличить ресурсы месторождения, а также пригодные для добычи методом подземного выщелачивания.

Оруденение контролируется низкотемпературной восстановительной зональностью с изменениями аргиллизитового ряда. Оно связано с сульфидно-карбонатно-гидрослюдистой ассоциацией поздней стадии гидротермально-метасоматического процесса, развитой в его передовой зоне. Среди карбонатов преобладает сидерит, реже встречается кальцит. Рудные тела осадочного чехла и структур

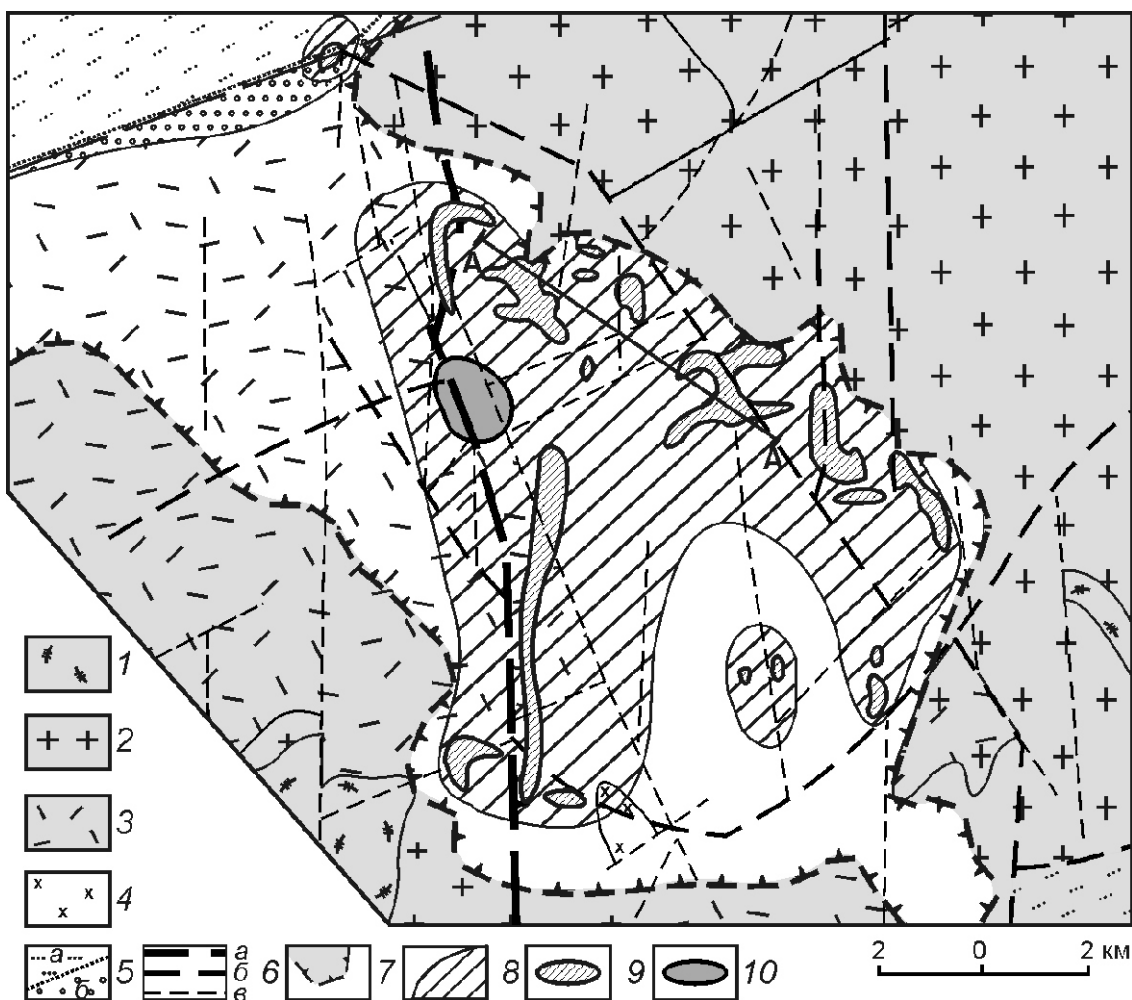


Рис. 2. Карта докайнозойского фундамента Раковской впадины с данными по ураноносности:

образования докайнозойского возраста (в контуре впадины не закрашены): 1 — ксенолиты протерозой-нижнекембрийских сланцев; 2 — граниты гродековского комплекса; 3 — кислые вулканиты девон-карбона (светлоярская свита); 4 — диориты кленовского комплекса; 5 — песчаники (а) и конгломераты (б) позднего мезозоя; 6 — разломы: а — первого порядка (Западно-Приморский), б — второго порядка, в — прочие; контур: 7 — впадины, 8 — зоны аргиллизации (поздняя стадия); 9 — ураново-рудные залежи, 10 — германиевое оруденение; линия разреза по профилю А—А см. рис. 3.

фундамента впадины локализованы в едином ореоле рассеяния урана (см. рис. 3), что указывает на их пространственно-временную и генетическую общность. Оруденение комплексное, помимо урана оно содержит ряд других элементов: Мо до 0,2%, Се до 0,1%, Sc до 15 г/т, Ga до 50 г/т, W до 0,1%, Cu до 0,3%, Pb и Zn до 0,1%, F до 0,15%, Ge до n 100 г/т и др.

Урановая минерализация представлена коффинитом и оксидами урана, иногда нингиоитом, с характерными для гидрогенных процессов вкрапленными, диспергированными формами выделений. В бурых углях развиты также сорбционные и, возможно, металлоорганические формы урановых концентраций. В тесной ассоциации с урановыми минералами находится тонковкрапленный пирит — глобулярный и реже кубический. В контуре рудных залежей встречается также флюорит — кристаллический в породах фундамента и метамиктный (ратовкит) в осадочном чехле. Абсолютный возраст уранового оруденения Раковского месторождения определен по данным уран-свинцового метода 18—20 млн. лет [6], что соответствует времени новейшей активизации.

Близкое по характеру уран-полиэлементное оруденение было изучено автором в небольшой *Реттиховской впадине*. Впадина локализована на юге Ханкайского массива — на сочленении Амуро-Ханкайской рифтогенной системы с Сихотэ-Алинским орогеном, в зоне Синегорского разлома. Она представляет собой реликтовый тектонический блок площадью около 4 км², поднятый в плиоцен-четвертичное время с амплитудой около 200 м. Осадочный чехол впадины, сложенный рыхлыми угленосными отложениями миоцена, был вскрыт буроугольным карьером. Как видно из рис. 4, локальный блок фундамента впадины, сложенный восстановленными красноцветными алевролитами раннего палеозоя (реттиховская свита), внедрился в угленосную толщу миоценовых осадков, которые при этом были деформированы с образованием штамповой складки, осложненной разрывными нарушениями и послонными срывами.

В подошве буроугольного прослоя над послонным срывом (см. рис. 4) локализована 10-см зона, насыщенная тонкозернистым глобулярным пиритом. Выше, непосредственно примыкая к ней, расположена небольшая залежь

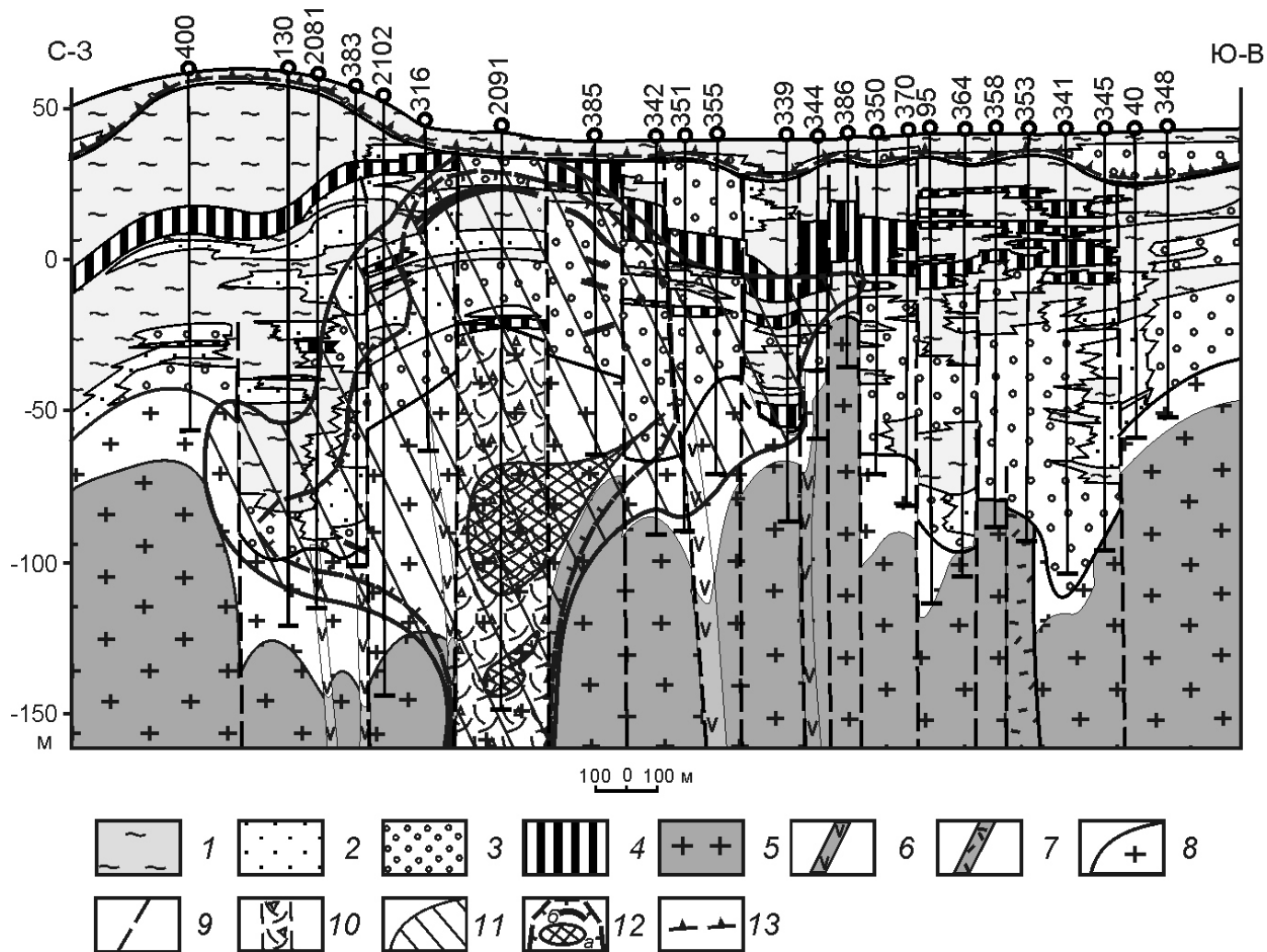


Рис. 3. Разрез Раковской впадины (северный борт) по профилю А—А:

образования кайнозойского чехла: 1 — глины, 2 — пески, 3 — песчано-гравийно-галечные и валунные отложения, 4 — бурые угли; образования фундамента впадины: 5 — граниты палеозоя; позднепалеозойские дайки: 6 — андезитовых порфиров, 7 — риолитов; 8 — кора выветривания пород фундамента; 9 — линии предполагаемых разломов; 10 — зона дробления; 11 — зона аргиллизации поздней щелочной стадии; 12 — контур ореола рассеяния с ураново-рудными телами разреза: а — в масштабе, б — вне масштаба; 13 — зона поверхностного окисления

с уран-полиэлементным оруденением, аналогичным по составу рудам Раковского месторождения. В более позднем сечении (см. рис. 4, Б), расположенном примерно в 30 м севернее первого, оруденение представлено двумя залежами, локализованными уже в кровле угольного пласта — в нарушениях, смещающих его с вертикальной амплитудой около 10 м.

Особо следует остановиться на характере связи в рассматриваемых рудообразующих системах германия и урана, поскольку это представляет важным для понимания региональных закономерностей кайнозойской металлогении. Так, во впадинах Ханкайского массива (Раковская, Реттиховская, Павловская и др.), в фундаменте которых широко распространены специализированные на уран породы, германиевое оруденение тесно ассоциирует с урановым. В то же время в рудах германиевых месторождений рифтогенных структур, расположенных в мобильных зонах за пределами жестких блоков коры (Шкотовская,

Нижнебикинская, впадины южного Сахалина), где фундамент не специализирован на уран, отсутствуют и сколько-нибудь повышенные концентрации этого металла. Значительная часть рудных элементов, сопровождающих урановое оруденение, при этом сохраняется. В последние годы этот набор активно пополняется редкими землями, платиноидами и золотом, рением и индием [1, 2, 11].

Амуро-Зейский ареал уран-полиэлементных рудообразующих систем расположен на юго-востоке одноименной впадины, по всему северному фасу зоны сочленения этой структуры с впадиной Сунляо (рис. 5). Здесь автор откартировал широкий ареал восстановительного эпигенеза с изменениями, близкими по составу к изменениям Раковского месторождения. Представлены они каолинитом, гидрослюдами, карбонатами (кальцит, сидерит), сульфидами. С этим ареалом совмещен ряд групповых радиогидрохимических аномалий, водно-газовые аномалии гелия, углеводородов, ряд аномалий урановой природы. В

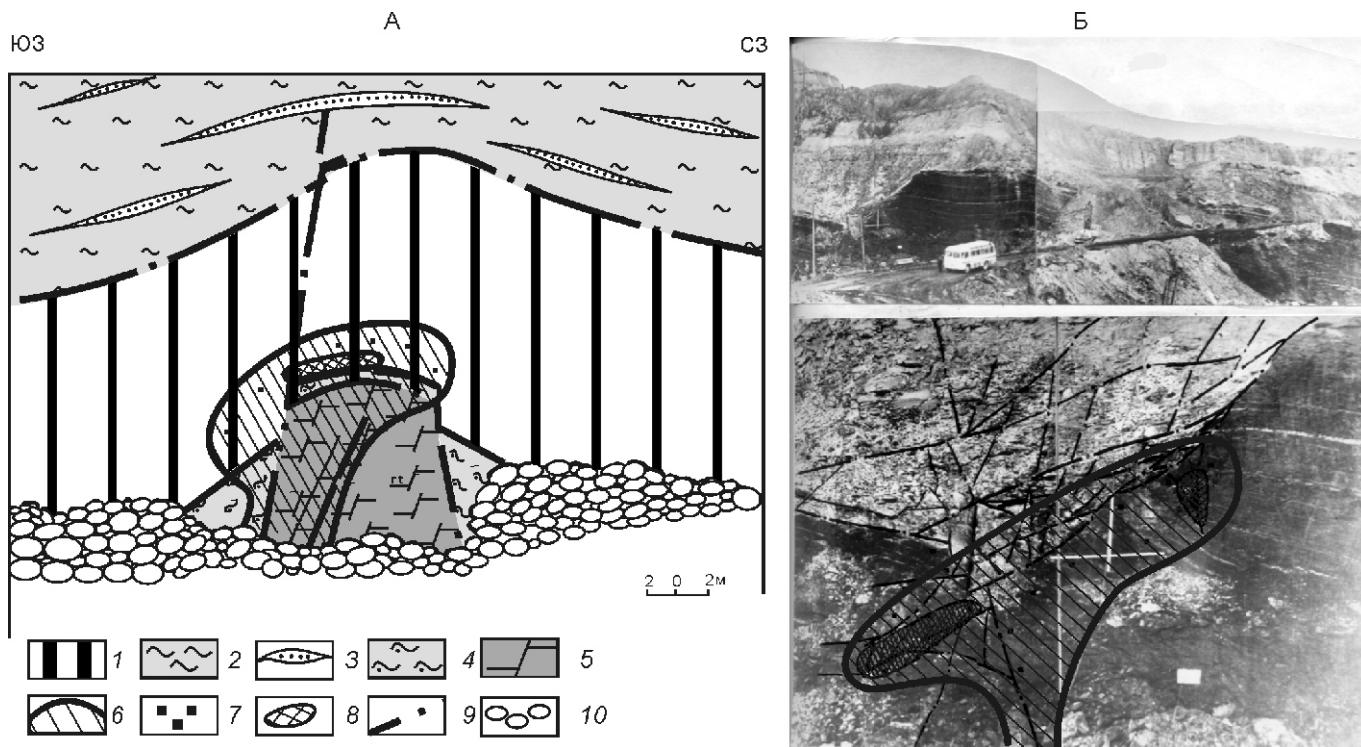


Рис. 4. Урановое оруденение дислоцированного пласта миоценовых буровых углей Реттиховского разреза:

А — в подошве пласта (1978), Б — в кровле пласта (1980): сверху — общий вид дислоцированного пласта, внизу — детализация верхней части пласта; 1 — уголь бурый; надугольная толща; 2 — глины, 3 — пески; 4 — песчаные глины базального слоя; 5 — восстановленные красноцветные алевролиты реттиховской свиты кембрия-орловика; 6 — зона изменений гидрослюдисто-сульфидно-карбонатного состава, 7 — вкрапленность глобулярного пирита; 8 — ураново-рудные тела; 9 — разрывные нарушения; 10 — осыпь

частности, выявленная автором статьи аномалия Орлецкая с содержанием U до 0,1% локализована на глубине 270 м в каолинизированных и сульфидизированных песках цаганской свиты (палеоцен).

На востоке данного ареала автор выявил первое на данной территории приповерхностное проявление твердых битумов нефтяного ряда, локализованное в песках завитинской свиты позднего мела. Диагностика битумов подтверждена лабораторными исследованиями (аналитик В.И.Раппопорт, ИТиГ ДВО РАН). В узле пересечения Инкоу-Хинганского глубинного разлома с зонами Намурхэ-Бирского и Мельгинского разломов расположено Богучанское месторождение флюорита, по данным А.А.Черепанова (1993), кайнозойского возраста. На юго-западном продолжении Инкоу-Хинганского разлома, уже в пределах Сунляо, в поле развития осадков позднего мела находятся проявления урановой минерализации и жильного флюорита [14]. В формировании новейших глубинных флюидопотоков зоны Хинганского разлома участвует фтор, на что указывает и его высокая (до 800 г/т) концентрация в неогеновых базальтах Хинганского плато, известная по данным геолого-съёмочных работ (А.И.Бурдэ, 1962).

Само положение Амуро-Зейского ареала на границе с впадиной Сунляо, вмещающей крупнейшие нефтегазовые месторождения Китая, обнаруживает вполне определенные черты сходства с Минеральным полем Грантс (США, северо-запад, шт.Нью-Мексико), с его известными уран-битумными проявлениями и весьма солидными (600 тыс.т) запасами урана [8]. По данным В.С.Килли [2],

именно третичное оруденение характеризуется здесь признаками гидротермальной природы.

Северо-Сахалинский ареал уран-полиэлементных рудообразующих систем приурочен к новейшей Хоккайдо-Сахалинской орогенной системе, насыщенной активными глубинными разломами, характеризующейся, по данным И.К.Туезова [14], аномально высоким теплотокком и в целом хорошо проницаемой для мантийных флюидов. На севере орогена расположена группа многочисленных, но крайне слабо изученных радиоактивных аномалий, локализованных в рыхлых плиоценовых осадках нутовской свиты. На относительно более изученном Моховском участке оруденение представлено черными рыхлыми песками, имеет торий-уран-редкоземельный состав. Цемент этих песков, по данным минералогического и рентгено-структурного анализов, выполненных в ФГУП «Таежгеология», представлен пылеватым агрегатом цералита (метамиктная разность монацита). Содержание урана и тория в пробах достигает 0,07% (данные РСА), редких земель цериевой группы — до 2% и более (полуколичественный спектральный анализ). Возраст этого оруденения можно с определенной долей уверенности датировать плейстоценом. На западе Северо-Сахалинский ареал включает упомянутую торий-урановую Лазаревскую рудномагматическую систему с серией локализованных в ней небольших неогеновых впадин. Появление урана и тория в металлогеническом спектре кайнозойских эндогенных рудообразующих систем за пределами жестких блоков континентальной коры несколько нарушает обозначенную выше закономерность. Возможно, это связано со специфи-

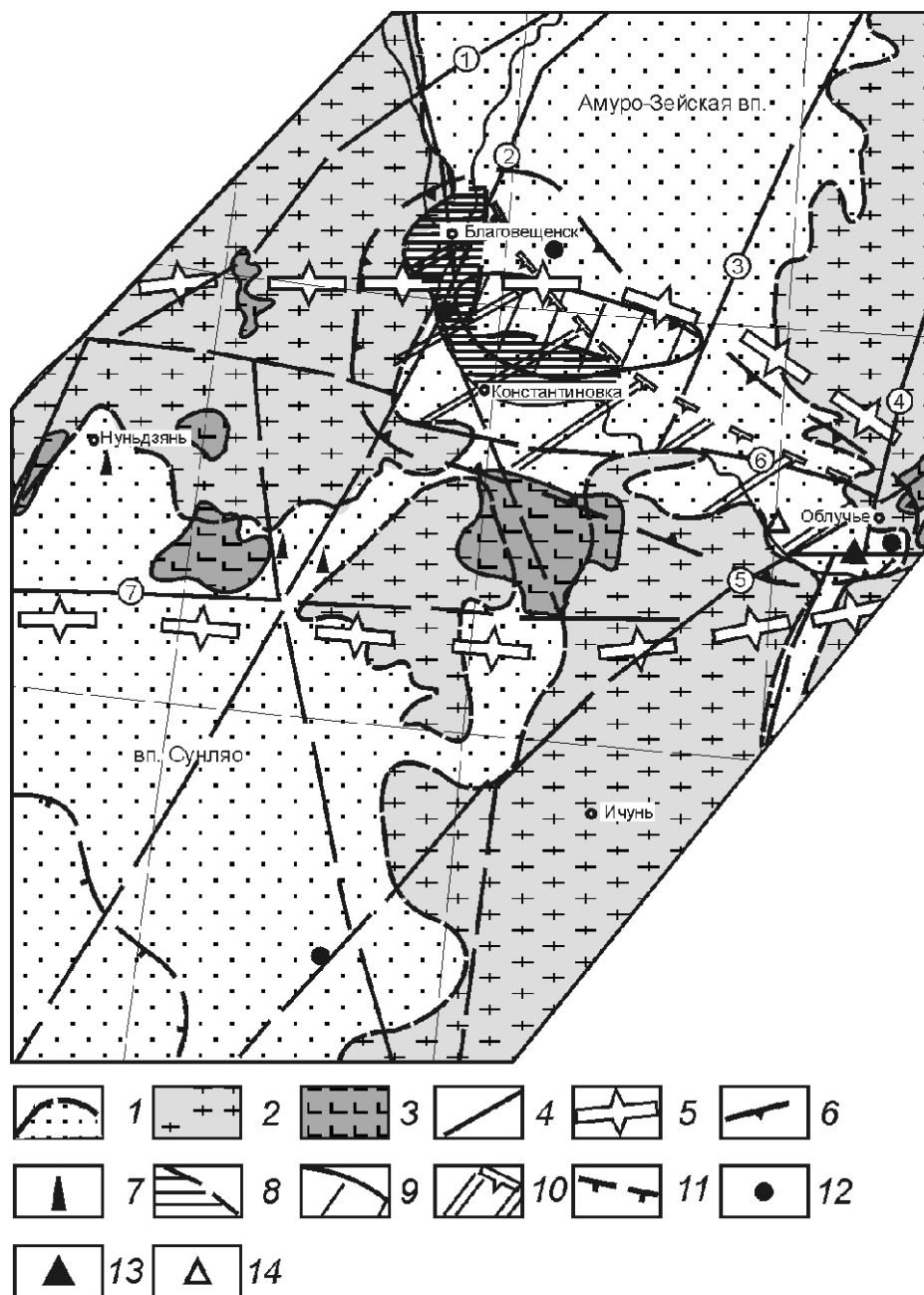


Рис. 5. Схема зоны сочленения впадин Амуро-Зейской и Сунляо:

1 — контуры впадин; 2 — образования фундамента впадин; 3 — поля неогеновых платобазальтов; 4 — основные глубинные разломы (цифры в кружках): 1 — Нуньдзянь-Селемджинский, 2 — Шанси-Селемджинский, 3 — Западно-Туранский, 4 — Муданьдзянь-Мельгинский, 5 — Инкоу-Хинганский, 6 — Намурхэ-Бирский, 7 — Намурхэ-Амурский; 5 — границы зоны сочленения; 6 — контур основной части нефтегазоносной провинции Сунляо; 7 — отдельные проявления углеводородов; 8 — обобщенный контур гелиевых аномалий; 9 — контур групповой радио-гидрохимической аномалии; 10 — ареал низкотемпературных изменений аргиллизитового ряда; 11 — ареал развития кайнозойских уран-полиэлементных рудообразующих систем эндогенного класса; 12 — проявления урановой минерализации в рыхлом осадочном чехле впадин; 13 — Богучанское месторождение флюорита; 14 — проявление твердых битумов

кой взаимодействия имеющихся здесь очагов кайнозойского гранитообразования с мантийными флюидопотоками, действующими в системах Сихотэ-Алинских и Сахалинских глубинных разломов.

Из представленных материалов можно сделать следующие выводы:

1. Эндогенные уран-полиэлементные рудообразующие системы, локализованные в рифтогенных структурах юга Дальнего Востока России, здесь достаточно широко рас-

пространены. Со временем они могут (при условии их системного изучения) существенным образом пополнить минерально-сырьевой потенциал этого региона.

2. Значительное влияние на развитие рудообразующих систем оказывают условия обводненной, хорошо пронизываемой вмещающей среды — нелигифицированного осадочного чехла рифтогенов и активизированных в новейшее время, не менее обводненных и пронизываемых структур их фундамента. Они определяют «разбавленный» характер

действующих в них гидротерм и в целом «гидрогенный» облик формируемого ими оруденения.

3. Высокая проницаемость рудных зон с вкрапленным, нередко диспергированным характером слагающих их минеральных агрегатов указывает на потенциальную пригодность уран-полиэлементного оруденения для извлечения экономически эффективными способами подземного и кучного выщелачивания.

4. Металлогения рассмотренных рудообразующих систем меняется в рассматриваемом регионе в соответствии с системностью наращивания континентальной коры, в зависимости от специализации вмещающей среды и в связи с особенностями новейшей активизации региональной системы глубинных разломов. В глубине континента рудообразующие системы впадин, заложенных в пределах жестких блоков коры, насыщенных специализированными на уран породами, формируют оруденение уран-полиэлементного состава (U, Ge, F, Mo, W, Cu, Pb, Zn, Sb, Ce, Hg, Ga, Au, Pt и др.). В то же время на востоке региона за пределами жестких блоков в молодых подвижных зонах с хорошо проницаемой корой, где фундамент не специализирован на уран, он постепенно исчезает из металлогенического спектра этих систем.

5. В последние годы металлогенический спектр уран-полиэлементных рудообразующих систем закономерно пополняется новыми членами. Данная тенденция создает возможность выявления в регионе юга Дальнего Востока России новых типов комплексных руд, что необходимо учитывать при формировании современных прогнозно-поисковых моделей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Данченко В.Я. Редкие металлы в рудах Курильских островов. — Южно-Сахалинск, 1999.
2. Килли В.С., Киттен Д.Ф., Меланкон Р.И. Урановые месторождения района Грантс // Рудные месторождения США. Т. 2. — М.: Мир, 1973. С. 231—253.
3. Клер В.Р., Ненахов В.Ф., Сапрыкин Ф.Я. и др. Металлогения и геохимия угленосных и сланцосодержащих толщ СССР. — М.: Недра, 1988.
4. Князева Е.Н., Курдюмов С.П. Законы эволюции и самоорганизации сложных систем. — М.: Наука, 1994.
5. Коковкин А.А. История геологического развития и перспективы ураноносности Синегорской рудно-магматической системы в Южном Приморье. Автореф. дисс. ... канд. геол.-минер. наук. — Хабаровск, 1988.
6. Коковкин А.А., Бормотов В.А., Литвиненко Н.Д. Новейшая геодинамика и сейсмоструктура региона юга Дальнего Востока России: нелинейная модель и результаты ее проверки / Мат-лы IV Международного симпозиума «Закономерности строения и эволюции геосфер». — Хабаровск, 2004. С. 113—126.
7. Коковкин А.А. О волновой природе сейсмодислокаций: резонансная модель // Взаимосвязь между тектоникой, сейсмичностью, магмообразованием и извержениями в вулканических дугах / Мат-лы IV международного совещания по процессам в зонах субдукции Японской, Курило-Камчатской и Алеутской островных дуг. — Петропавловск-Камчатский, 2004. С. 230—232.
8. Лавров Н.П., Смилкстын А.О., Шумилин М.В. Зарубежные месторождения урана. — М.: Недра, 1983.
9. Павлов А.Л. Термодинамический анализ одной из генетических моделей формирования колчеданных месторождений / Физическое и физико-химическое моделирование рудообразующих систем // Тр. ИГТ СО АН СССР. Вып. 35. — Новосибирск: Наука, 1972. С. 81—105.
10. Рассказов С.В., Логачев Н.А., Брандт И.С. и др. Геохронология и геодинамика позднего кайнозоя (Южная Сибирь—Южная и Восточная Азия). — Новосибирск: Наука, 2000.
11. Середин В.В., Поваренных М.Ю. Первая находка минералов платины в углях // Докл. РАН. 1995. Т. 342. № 6. С. 801—803.
12. Трифонов В.Г., Востриков Г.А., Кожурин А.И. и др. Неотектоника и современная геодинамика подвижных поясов // Тр. ГИН. Вып. 427. — М.: Наука, 1986.
13. Туезов И.К. Пояснительная записка к карте теплового потока Тихого океана и прилегающих континентов. — Хабаровск, 1988.
14. Шатков Г.А., Шор Г.М. Прогнозная оценка ураноносности Амурского геоблока (сопредельные территории России и Китая) на основе составления прогнозно-металлогенической карты масштаба 1: 2 500 000. — С-Пб., 1999.