

## ЛИТЕРАТУРА

1. Айсанов Я.Б., Егоров А.И. Геологическое строение и основные черты минералогии палеозойских образований гор Кульджукаут. — Ташкент: ФАН, 1978.
2. Глебашев С.Г., Игнатъев С.В., Ковязин А.Н. Формирование и размещение шунгитовых пород Кызыловской зоны (Восточный Казахстан) // Советская геология. — 1989. — № 1. — С. 33–42.
3. Голованов И.М., Хорват В.А., Шаякубов Т.Ш. и др. Золоторудное месторождение Мурунтау. — Ташкент: ФАН, 1998.
4. Гурская Л.И. Платинометальное оруденение черносланцевого типа и критерии его прогнозирования. — СПб: Изд-во ВСЕГЕИ., 2000.
5. Додин Д.А., Золоев К.К., Коротеев В.А., Чернышев Н.М. Углеродсодержащие формации — новый крупный источник платиновых металлов XXI века. М.: Геоинформмарк, 2007.
6. Савчук Ю.С., Мухин П.А. Эволюция рудных процессов в структуре аккреционной призмы Южного Тянь-Шаня (Кызылкумский геодинамический полигон) // Геотектоника. — 1993. — № 6. — С. 63–81.
7. Силаев В.И., Лютоев В.П., Петровский В.А., Хазов А.Ф. Опыт исследований природных углеродистых веществ и некоторых их синтетических аналогов методом рамановской спектроскопии // Минералогический журнал (Украина). — 2013. — Т. 35. — № 3. — С. 33–47.
8. Томсон И.Н., Полякова О.П., Алексеев В.Ю. Металлоносные углеродистые метасоматиты — новый тип концентрирования рения (Россия, Дальний Восток) // Докл. РАН. — 2005. — Т. 401. — № 6. — С. 799–801.

9. Томсон И.Н., Танаева Г.А. Взаимоотношения углеродистых метасоматитов, магматизма и гидротермальной минерализации Центрального Кызылкума / Этапы образования рудных формаций. — М.: Наука, 1989. — С. 48–57.
10. Ханчук А.И., Плюснина Л.П., Руслан А.В. и др. Природа графитизации и благороднометальной минерализации в метаморфитах северной части Ханкайского террейна, Приморье // Геология рудных месторождений. — 2013. — Т. 35. — № 4. — С. 261–281.
11. Цой В.Д., Королева И.В., Мундузова М.А., Захидов А.Р. Нетрадиционный апокарбонатный тип золотого оруденения Узбекистана. — Ташкент: НИИ минеральных ресурсов, 2011.
12. Чеботарев Г.М., Василевский Б.Б. К минералогии углерода золотых месторождений Западного Узбекистана // Узбекский геологический журнал. — 1979. — № 3. — С. 44–52.
13. Юдович Я.Э., Кетрис М.П. Геохимия черных сланцев. — Л.: Наука, 1988.
14. Ярославский Р.И. К познанию природы углеродистого вещества месторождений Западного Узбекистана // Зап. Узб. отд. ВМО. — 1985. — Вып. 38. — С. 155–159.

© Коллектив авторов, 2015

Силаев Валерий Иванович // silaev@geo.komisc.ru  
Цой Владимир Дениевич // vtzoi@inbox.ru  
Васильев Евгений Алексеевич // simphy12@mail.ru  
Котова Ольга Борисовна // kotova@geo.komisc.ru  
Алимов Шамсиддин Пахритдинович // alimov-Shamsiddin@yandex.ru  
Симакова Юлия Станиславовна // yulia 5-07@mail.ru

## ГЕОФИЗИКА

УДК 553.495:(550.835+550.84):519.6

Голомолзин В.Е., Высокоостровская Е.Б.,  
Краснов А.И., Мац Н.А. (ФГУНПП «Геологоразведка»)

### КАРТИРОВАНИЕ ЭНЕРГОАКТИВНЫХ ЗОН ПО ЦИФРОВЫМ ГЕОФИЗИЧЕСКИМ МОДЕЛЯМ — ОДИН ИЗ ПУТЕЙ ВЫЯВЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ УРАНОВОРУДНЫХ ОБЪЕКТОВ

*Отсутствие открытий новых урановых месторождений гидротермального типа на протяжении последних 30 лет свидетельствует о кризисе новых идей и подходов к прогнозно-поисковым работам на уран. Предлагаемая специализированная технология обработки геофизических и радиогеохимических данных с использованием цифровых геофизических моделей промышленных урановорудных объектов может способствовать решению этой проблемы. Приведенные примеры практического применения настоящей технологии убедительно свидетельствуют, что она позволяет получать принципиально новую геологическую информацию о перспективности исследуемых территорий. **Ключевые слова:** урановое месторождение, компьютерная технология, геофизическая модель, рудный объект.*

Golomolzin V.E., Vysokoostrovskaya E.B., Krasnov A.I., Mats N.A. (Geological survey)

### MAPPING ENERGY-ACTIVE ZONES ON THE DIGITAL GEOPHYSICAL MODELS — ONE OF THE WAYS OF THE DEVELOPMENT OF INDUSTRIAL URANIUM — ORE OBJECTS

*The absence of the discoveries of hydrothermal type new uranium layers during the last 30 years testifies about the crisis of new ideas and approaches to the forecast- search works on*

*uranium. Proposed to the attention of specialists specialized technology of working the geophysical and radio-geochemical given with the use digital geophysical models industrial uranium- ore objects in the case of its creative application in the practice of forecast- search works it can contribute to the solution of this problem. Given examples of the practical application of present technology convincingly attest about the possibility of obtaining with its use of fundamentally new geological information about the prospect of the territories being investigated. **Key words:** uranium layer, computer technology, geophysical model, ore object.*

За последние 30 лет в России не выявлено ни одного промышленно значимого месторождения урана, не считая ряда мелких и средних месторождений палеодолитного типа. Для решения проблемы прогноза и поисков наиболее экономически важных месторождений гидротермального типа не предложено каких-либо новых принципиальных подходов.

Именно в этом направлении специалисты ФГУНПП «Геологоразведка» в последние десятилетия проводили научно-исследовательские работы по созданию геофизической технологии прогнозирования промышленных месторождений урана. В результате этих работ создана специализированная на уран технология прогнозирования, включающая в себя программно-математическое обеспечение в виде пакета прикладных программ MetAn05 и банк прогнозных моделей. В последнем заложена геолого-геофизическая информация по урановорудным объектам (УРО) двух формационных типов: гидротермальных, в том числе «типа несогласия», и экзогенно-эпигенетических — ранга провинций, районов, рудных полей, узлов. Геолого-геофизическая ин-

формация содержит сведения о рудоконтролирующих структурах и радиогеохимических обстановках, развитых в широком возрастном диапазоне, начиная от протерозоя до эоцена включительно, а также цифровые характеристики этих структур и обстановок. Указанные геологические элементы изучались на примере объектов России, Канады, Австралии, Казахстана, Узбекистана, Германии, Украины, Китая, Южной Африки, Ирана. Масштаб прогнозных моделей варьирует от 1:5 000 000 до 1:25 000.

В основе прогнозирования перспективных площадей лежит представление о том, что рудоконтролирующие обстановки отражаются в аномальном поведении элементов тонкой структуры полей: гравитационного, магнитного, электрического и концентраций радиоэлементов. Основная задача прогнозирования — выявление участков с аномальным поведением трансформант полей в определенном (информативном) диапазоне, имеющих положительную корреляционную связь с эталонными рудоконтролирующими обстановками. Аномалии композиции информативных геофизических (КИГП) и радиогеохимических (КИРГП) признаков, выявленные на исследуемой площади с помощью эталона, могут быть свидетельством того, что здесь могли происходить рудные процессы, аналогичные по физико-геологическим характеристикам таковым в пределах эталонной площади.

Накопившийся за годы исследований опыт интерпретации результатов прогноза с использованием компьютерной технологии позволяет сделать ряд принципиально важных выводов:

1. Каждый информативный признак или их сочетание отражают один или несколько поисковых критериев эталонных УРО — степень гранитизации разреза, метаморфизма пород, образования даек, диапиров, разного рода разрывных нарушений, изменения первично-конституционального распределения радиоэлементов и т.п.

2. Для промышленных УРО характерна «раскорреляция» (снижение величины коэффициента корреляции до низких отрицательных значений: до  $-0,9$ ) между природными радиоэлементами; явление «раскорреляции» между полями радиоэлементов может быть объяснено разной степенью их подвижности в различных геохимических условиях, процессами привноса или выноса природных радиоэлементов.

3. Возможность выбора шага трансформаций при формировании цифровых геофизических моделей (ЦГМ) позволяет исследовать геологическую среду в широком интервале глубин.

4. Необходимо подчеркнуть важный момент, касающийся интерпретации выявленных аномалий композиции информативных геофизических и радиогеохимических признаков. Он заключается в том, что, исследуя геофизические поля и закономерности распределения радиоэлементов в пределах того или иного эталонного объекта, мы фиксируем их современное состояние, а не то, которое существовало в предрудную, рудную и раннюю пострудную стадии формирования объекта. Точно в такой же ситуации мы оказываемся, когда исследуем новую площадь. Несомненно одно: рудоконтролирую-

щая обстановка завершающей стадии формирования рудного объекта, неким образом трансформированная, дошла до наших дней и продолжает отражать перспективы данного участка земной коры. Из этого следует, что подобные обстановки, выявленные в процессе прогнозных построений на новых площадях, также могут свидетельствовать о перспективах данного участка земной коры, независимо от геологической эпохи или времени, когда этот процесс происходил.

5. Созданный банк прогнозных моделей — совокупность уникальных признаков, позволяющих выявлять разные стороны одного и того же геологического объекта. Это доказывается тем, что многие элементы одной цифровой геофизической модели повторяются в другой. Только абсолютные уровни этих элементов для разных ЦГМ различаются, но в нормированном виде они занимают одну и ту же позицию в ряду распределений.

Многолетние исследования в области прогнозирования контролирующих уран обстановок привели к необходимости введения ряда понятий, обозначающих суть получаемых результатов по структурным и радиогеохимическим данным. Опыт показывает: крупные и уникальные УРО тяготеют к локальным узлам, зонам, где максимально и концентрированно проявились процессы тектоно-магматической активизации — формирование гранитоидных куполов, развитие разноориентированных разломов, дайковых поясов, гидротермально-метасоматических преобразований пород, сопровождающихся выделением значительных объемов энергии, идущей на формирование рудных объектов. Поэтому такие структуры представляют собой энергоактивные зоны и узлы, а задача прогнозирования по геофизическим данным заключается, прежде всего, в картировании этих зон и узлов. При проявлении рудных процессов происходит перенос радиоактивных элементов, нарушение их нормального распределения, аномальное смещение информативных диапазонов трансформант полей, что позволяет выделять зоны аномального перераспределения радиоэлементов или зоны нарушения их первично-конституционального состояния. Установлено, что результаты обработки гравимагнитных и радиогеохимических данных несут в себе картировочную и поисковую нагрузку [1].

При определении очередности обработки выделяемых перспективных площадей или участков принимаются во внимание следующие факторы:

интенсивность и контрастность выявляемых аномалий КИГП и КИРГП;

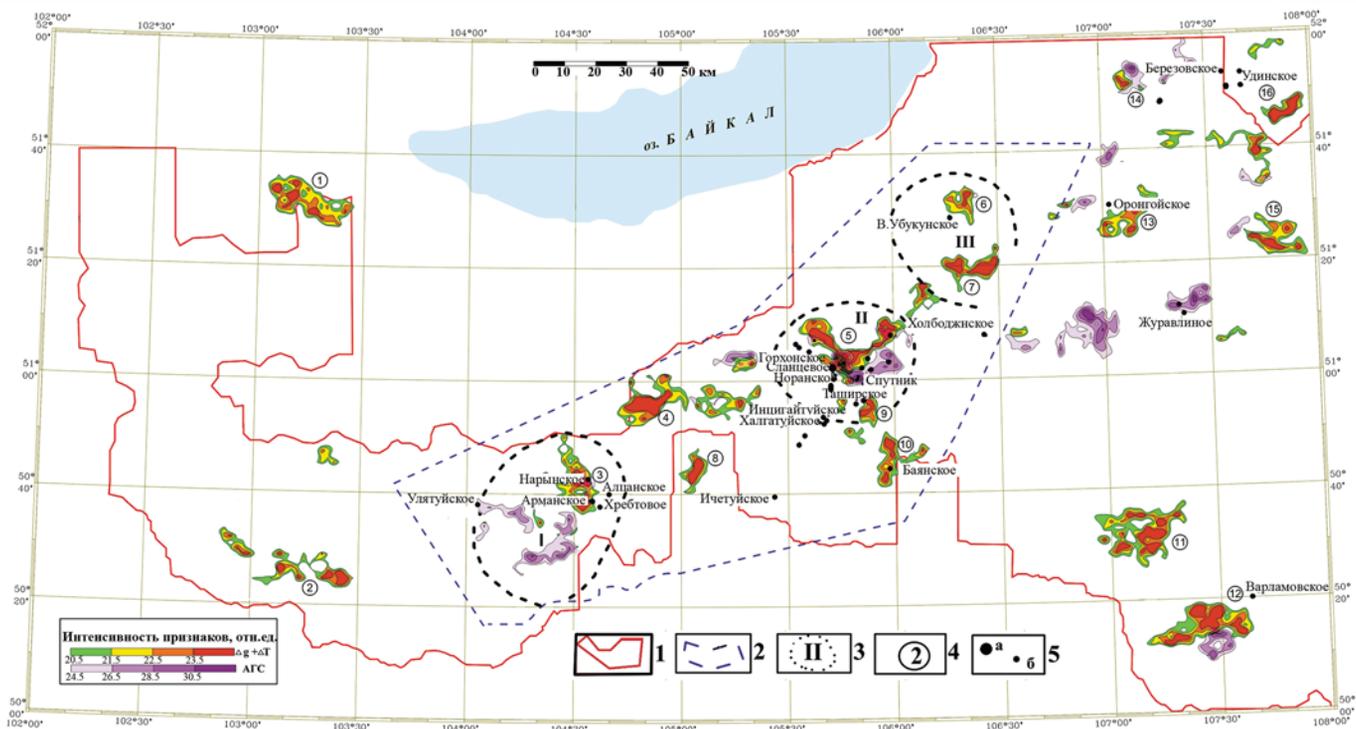
имеющиеся данные об особенностях геологического строения;

наличие месторождений, рудопроявлений, проявлений урановой минерализации и аномалий различного типа;

другая информация о перспективности исследуемого района.

Рассмотрим результаты прогнозных построений на примере ряда УРО Забайкалья.

**Таширская урановорудная зона.** Обработка материалов прошлых лет с использованием компьютерной технологии позволила получить принципиально новую информацию, которая могла быть использована еще на



**Рис. 1. Таширский урановорудный район. Карта признаков энергоактивных зон, узлов и участков аномального распределения радиоэлементов** (прогноз с использованием данных АГС (1:50 000), гравимагнитных данных (1:200 000) и «синтетических» эталонов). 1 — границы АГС-съемки масштаба 1:50 000; 2 — положение Таширской площади; 3 — очагово-купольные структуры (по геологическим данным); 4 — энергоактивные узлы, зоны; 5 — месторождения урана (а), рудопроявления (б)

опережающем этапе подготовки площадей под поиски. Практически все перспективные узлы, зоны (очагово-купольные структуры), выделенные по данным ранее проведенного геологического прогноза, нашли свое отражение на картах признаков энергоактивных зон (ЭАЗ) и узлов (ЭАУ) (рис. 1). Вне пределов Таширской площади выявлено еще восемь ЭАЗ — № 1, 2, 11–16. Наибольший интерес из них представляют ЭАЗ № 4, 11, 12, а также места нарушенного распределения радиоэлементов в районе месторождения Журавлиного. В качестве самостоятельного нового объекта ревизионно-поисковых работ можно рассматривать район месторождения Варламовского (ЭАЗ № 11, 12), который по своим геофизическим характеристикам и геологическому строению близок к Стрельцовскому урановорудному полю.

Следует отметить, что основная часть участков, выделенных геологами под поисково-оценочные работы, не проявляется как энергоактивные зоны. Вместе с тем в их районе признаки таких зон имеются, но оценочные работы на них не проводились. Такие участки требуют рекогносцировочной проверки с целью выявления поисковых признаков вероятных УРО.

В районе детальных поисково-оценочных работ Норанской площади (фрагмент Таширской зоны) по материалам ОАО «Сосновгео» проведена компьютерная обработка гравимагнитных и аэро-гаммаспектрометрических (АГС) данных в масштабе 1:50 000. По этим материалам выделяется Худогинский энергоактивный узел (ЭАУ), расположенный в зоне влияния разрывных структур двух основных направлений — северо-восточного и субширот-

но-северо-западного. Признаками перспективности рассматриваемого ЭАУ наряду с признаками структурных рудоконтролирующих обстановок являются:

- наложение зон нарушенного нормального распределения радиоэлементов;

- близость специализированных гранитов бичурского интрузивного комплекса как области вероятного питания ураном;

- наличие ряда рудопроявлений урана (Худога-I, -II, Жаргалантуйское, Инцигатуйское);

- наличие зон разуплотнения II порядка.

Площадь, вмещающая Худогинский ЭАУ, сложена образованиями трахириолитовой и трахиандезит-базальтовой формаций ичетуйской свиты ( $J_{1-2}$  и $\bar{c}$ ) на контакте с гранитами бичурского комплекса ( $\gamma_x Pz_3$  б). Наибольший поисковый интерес представляет центральная часть ЭАУ, располагающаяся в узле сочленения разноориентированных разломов.

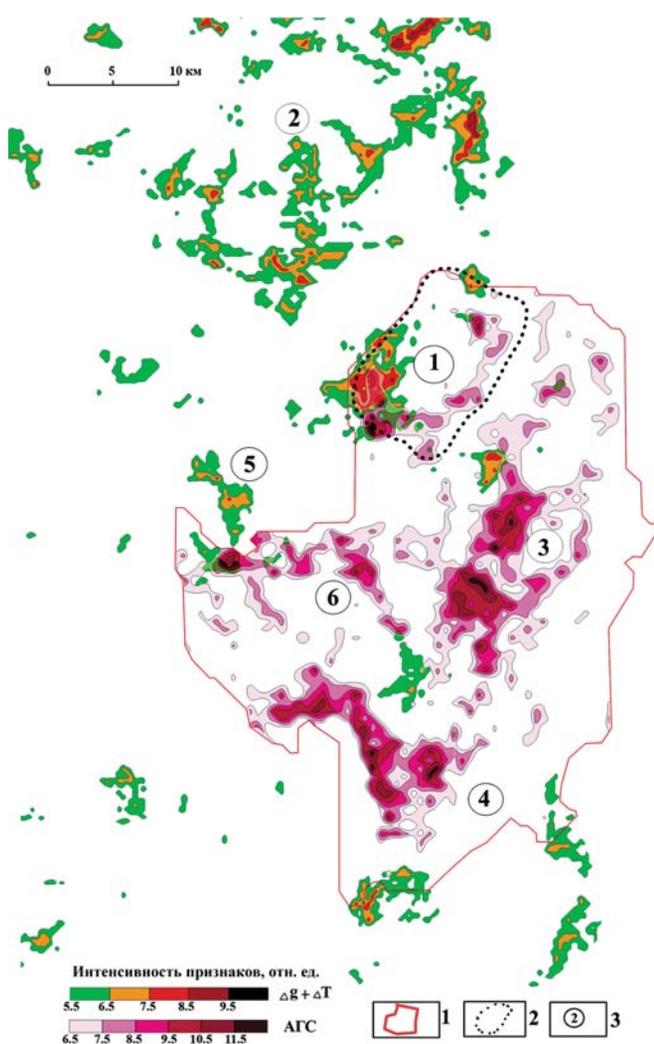
В пределах выделенного перспективного узла рекомендовано проведение следующих работ:

- зондирование методом переходных процессов (ЗМПП) с петлей 200×200 м, ориентированное в суб-меридиональном направлении, по профилям через 200–500 м,

- профильные съемки с шагом 20–50 м: глубинная уранометрическая съемка по поровым растворам горных пород (способ ИСК), радоновая — в модификации способа активного налета (САН), ртутная и углеводородная ( $CH_4$ ,  $CO_2$ ).

Худогинский ЭАУ в проектные задания производственных ГРП не включался.

**Даурский потенциально урановорудный район**, и в первую очередь Акуинская вулкано-тектоническая структура (ВТС) в его пределах, по особенностям своего геологического развития имеют много общих черт со Стрельцовским урановорудным полем. ФГУНПП «Геологоразведка» выполняла совместные работы с ОАО «Сосновгео» по Акуинской ВТС, которыми предусматривались интерпретация ретроматериалов (гравимагнитные и АГС-данные масштабов 1:200 000÷1:50 000), обработка полученных новых материалов масштаба 1:50 000 (гравиметрия, магнитометрия, электроразведка, САН), проведение уранометрической съемки по поровым растворам горных пород (способ ИСК), ртутометрии и углеводородной съемки. Компьютерная обработка геофизических полей выполнена на значительно большей площади (по сравнению с проектной) и охватывает листы М-49-ХVII, ХХIII. Результаты этой обработки нашли отражение на рис. 2 и 3.

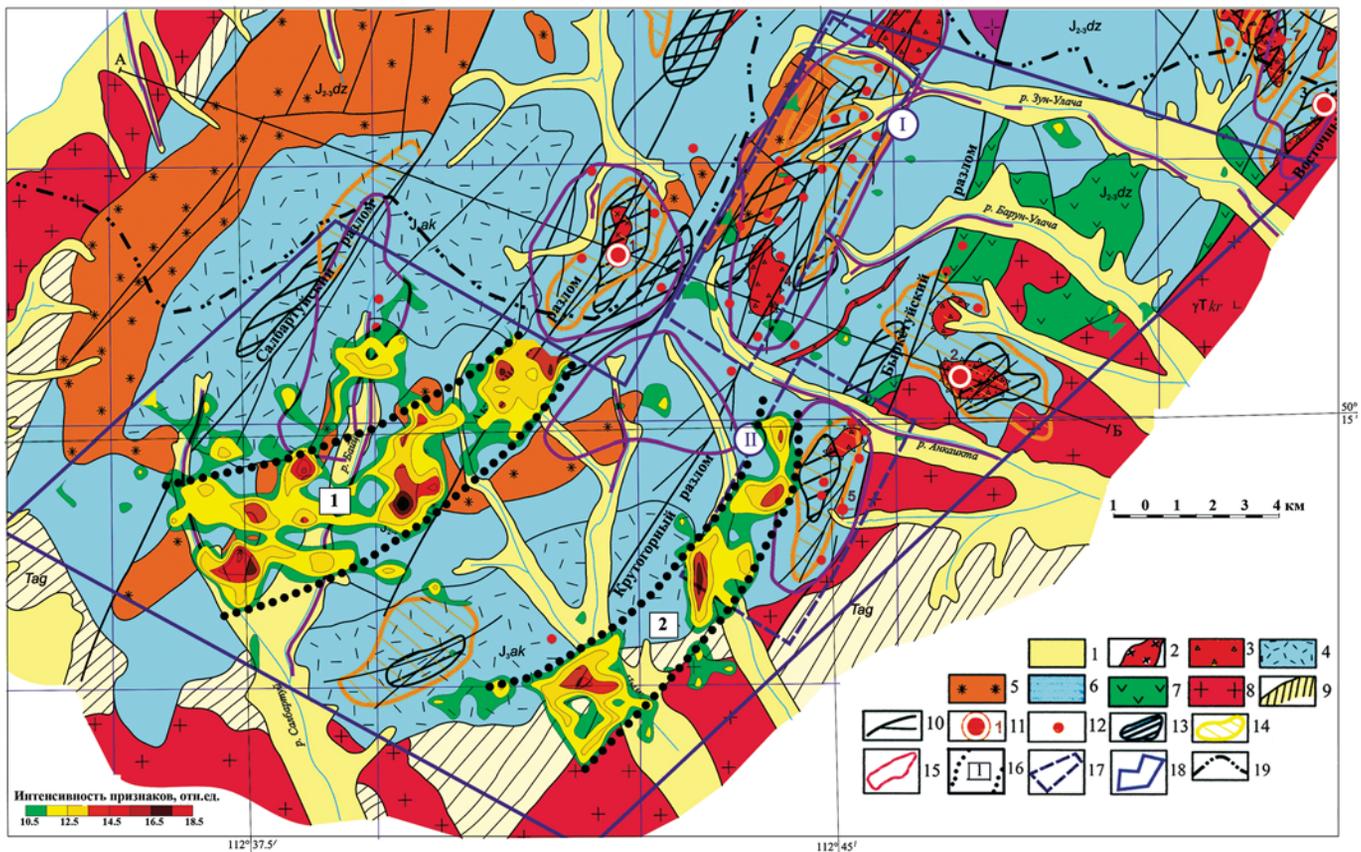


**Рис. 2. Даурский урановорудный район. Карта признаков энергоактивных зон, узлов и участков аномального перераспределения радиоэлементов** (прогноз с использованием данных АГС (1:50 000), гравимагнитных данных (1:200 000) и «синтетических» эталонов стрельцовского типа). 1 — границы АГС-съемки масштаба 1:50 000; 2 — контуры Акуинской ВТС; 3 — энергоактивные зоны, узлы, зоны нарушения нормального распределения радиоэлементов

По структурным признакам как перспективные выделяются юго-западное обрамление Акуинской ВТС (овалоподобная аномалия № 1), крупная кольцевая аномалия (№ 2) в северной части площади и ряд более мелких аномалий КИГП к югу от Акуинской ВТС.

Комплексная («структурно-радиогеохимическая») аномалия № 1 в целом очерчивает границы Акуинской ВТС; при этом аналоги структур стрельцовского типа проявляются только в юго-западном крыле ВТС, а радиогеохимические — в ее восточном и юго-западном обрамлении. В юго-западной части ВТС структурные и радиогеохимические признаки перспективных обстановок телескопированы, что позволяет выделить здесь перспективный Салбырсуйский участок, западнее которого локализовано рудопроявление урана Окуневское. Участок в контур работ масштаба 1:50 000 ОАО «Сосновгео» не входит. Содержания урана, тория, калия в пределах юго-западной зоны резко дифференцированы и составляют соответственно 2,8–10,6 г/т, 14,0–34,0 г/т и 2,0–8,5 %. В отличие от Стрельцовской кальдеры, которая характеризуется пониженным гравитационным полем, Акуинская ВТС располагается в переходной зоне регионального минимума гравитационного поля.

Аномалию №2 в целом можно рассматривать как Нарасунскую очагово-купольную структуру с Акшанским гранитным массивом в узле пересечения тектонических нарушений разных направлений — северо-западного, северо-восточного, меридионального; преобладают северо-западные и северо-восточные разломы. Последние, по-видимому, находят отражение в интенсивно проявленных аномалиях КИГП, секущих кольцевую структуру в центре и на ее северо-восточном продолжении. Одна из таких аномалий приурочена к Урейской приразломной впадине. В геологическом строении впадины принимают участие вулканические породы джаргалантуйской свиты ( $J_{2-3}$ ), представленные риолитами, дацитами, андезито-дацитами и андезито-базальтами. Для этих пород характерны изменчивые содержания радиоактивных элементов: в кислых породах для урана они варьируют в пределах 2,4–5,8 г/т, для тория — 16,0–23,0 г/т, в основных породах — соответственно 1,8–3,2 и 14,0–17,0 г/т. Терригенные породы (конгломераты, песчаники, алевролиты) относятся к нижнему мелу ( $K_1$ ). В пределах впадины известны единичные мелкие проявления урана и золота. Гранитоиды центральной части Акшанского массива представлены гранодиоритами второй фазы даурского комплекса ( $\gamma\delta_2 P_1 d$ ) и лейкократовыми гранитами повышенной щелочности третьей фазы ( $\gamma\delta_3 P_1 d$ ) этого же комплекса. Содержания урана, тория, калия возрастают от пород ранней фазы к поздней и составляют в гранодиоритах соответственно 1,4–1,8 г/т, 12,0–13,6 г/т и 1,2–2,0 %, а в щелочных лейкократовых гранитах — 4,5–6,0 г/т, 0–24,0 г/т и 3,5–4,5 %. На этом участке массива широко развиты дайки среднего состава мезозойского возраста, образующие здесь Харат-Урейский пояс северо-восточного простирания. Урановорудные проявления в пределах структуры не отмечены, но в полях повы-



**Рис. 3. Акуинская вулканно-тектоническая структура. Карта энергоактивных зон и узлов** (прогноз масштаба 1:50 000 с использованием моделей Антей-Стрельцовского и Краснокаменско-Аргунского урановорудных узлов). Геологическая основа и специализированная нагрузка — по данным ОАО «Сосновгео». 1 — аллювиальные отложения; 2 — экзрузии, дайки кварцевых порфиров, граносиенит-порфиров ( $\gamma\epsilon\pi J_3$ ); 3 — эксплозивные брекчи, экзрузии фельзитов ( $\lambda\epsilon J_3$ ); 4 — кварцевые порфиры, туфы, андезито-базальты акуинской свиты ( $J_3 ak$ ); 5 — сиенит-порфиры, трахитовые порфиры ( $\epsilon\pi\tau J_{2-3 dz}$ ); 6 — фельзиты, тархидациты, их туфы, туфобрекчи ( $J_{2-3 dz}$ ); 7 — андезитовые порфириты и их туфы ( $J_{2-3 dz}$ ); 8 — лейкократовые граниты, гранодиориты кыринского комплекса ( $\gamma T kr$ ); 9 — метаморфизованные песчаники, сланцы агинской свиты ( $T ag$ ); 10 — основные разломы и оперяющие их разрывы; 11 — урановые месторождения: (1 — Акутинское, 2 — Барун-Улачинское, 3 — Восточное); 12 — рудопроявления урана и проявления урановой минерализации; 13 — комплексные ореолы элементов-спутников урана; 14 — площади интенсивного проявления аргиллизации; 15 — перспективные площади по данным ВСЕГИНГЕО (1965–1968 гг.); 16 — энергоактивные зоны; 17 — участки детальных работ ОАО «Сосновгео» (I — Центральный, II — Листопадный); 18 — контур поисковых работ масштаба 1:50 000; 19 — граница территории Акуинского государственного зоологического заповедника

шенного содержания урана присутствуют локальные аномалии с низким торий-урановым отношением. В целом структура представляет поисковый интерес.

Весьма представительная группа аномалий КИГРП, выделенная под № 3, локализована вблизи Онон-Тургинской зоны глубинных разломов в Ононской впадине. Эти аномалии отображают радиогеохимические обстановки, характерные для Антей-Стрельцовского и Краснокаменско-Аргунского урановорудных узлов и могут служить признаками как гидротермального уранового оруденения в коренных породах, так и гидрогенного оруденения в породах осадочного чехла.

Кроме вышеуказанных аномалий КИГП и КИГРП, выделен еще ряд локальных, интенсивно проявленных аномалий, которые можно рассматривать в качестве признаков энергоактивных зон и зон аномального распределения радиоэлементов, требующих дальнейшего изучения. Они приурочены к обособленным выходам вулканогенных пород джаргалантувской свиты ( $J_{2-3}$ ), лейкократовым гранит-порфирам второй фазы харалгинского комплекса ( $i\gamma_2 J_3 h$ ) с флюоритовой минерализацией (аномалия № 5), лейкократовым гранитам и

гранит-порфирам того же комплекса (аномалия № 6). В целом отмечается повышенная радиоактивность пород в районе рассматриваемых аномалий.

Представляют интерес результаты компьютерной обработки гравиметровой и магнитной съемок масштаба 1:50 000 (материалы ОАО «Сосновгео») с использованием эталонов стрельцовского типа, представленные на рис. 3. В пределах площади работ определились как энергоактивные две зоны (№ 1 и 2) с отдельными локальными узлами. По своей форме эти зоны напоминают фрагменты более крупных разрывных кольцевых структур, по морфологическим особенностям коррелирующихся с переходной зоной регионального гравитационного минимума, о котором упоминалось выше. На продолжении зоны № 1 располагается Акутинское месторождение урана, контролируемое одноименным глубинным разломом, на продолжении зоны № 2 — Верхне-Улачинское рудопоявление. Опробованием по способу ИСК в пределах зоны № 1 выявлены контрастные аномалии урана интенсивностью  $(12 \div 133) \times 10^{-7}$  г/л на фоне  $n \cdot 10^{-7}$  г/л. Зона № 2 проходит по северо-западной границе Ли-

стопадного участка детальных поисково-оценочных работ. Отдельные узлы в пределах выделенных участков могут представить интерес для постановки поисковых работ масштаба 1:10 000.

**Урулюнгуевский район.** Стрельцовское урановородное поле является идеальной моделью как с точки зрения качества УРО, так и с позиции его изученности различными геолого-геофизическими методами. Этот объект неизменно привлекает к себе внимание, материалы по нему обрабатывались неоднократно. Каждый раз результаты геофизической обработки выглядели убедительнее благодаря использованию новых подходов к формированию моделей и последующей обработке получаемых дополнительных геофизических материалов. Если раньше предполагалось, что признаки структурных поисковых критериев можно выделять только по гравимагнитным данным, то в настоящее время устоялось мнение, что данные АГС-съемки также позволяют решать задачи картирования при использовании компьютерной технологии [1, 2]. При этом отчетливо проявляются два типа структур — кольцевые и линейные. Этот феномен находит подтверждение в том, что в связи с формированием сводовых элементов за счет поднятия земной коры в узлах трансформных тектонических нарушений образуются системы разломов кольцевого и радиального типа. К краевым частям (кольцевым разломам) и радиальным структурам приурочено множество рудных месторождений, в том числе урановых [1, 3, 4].

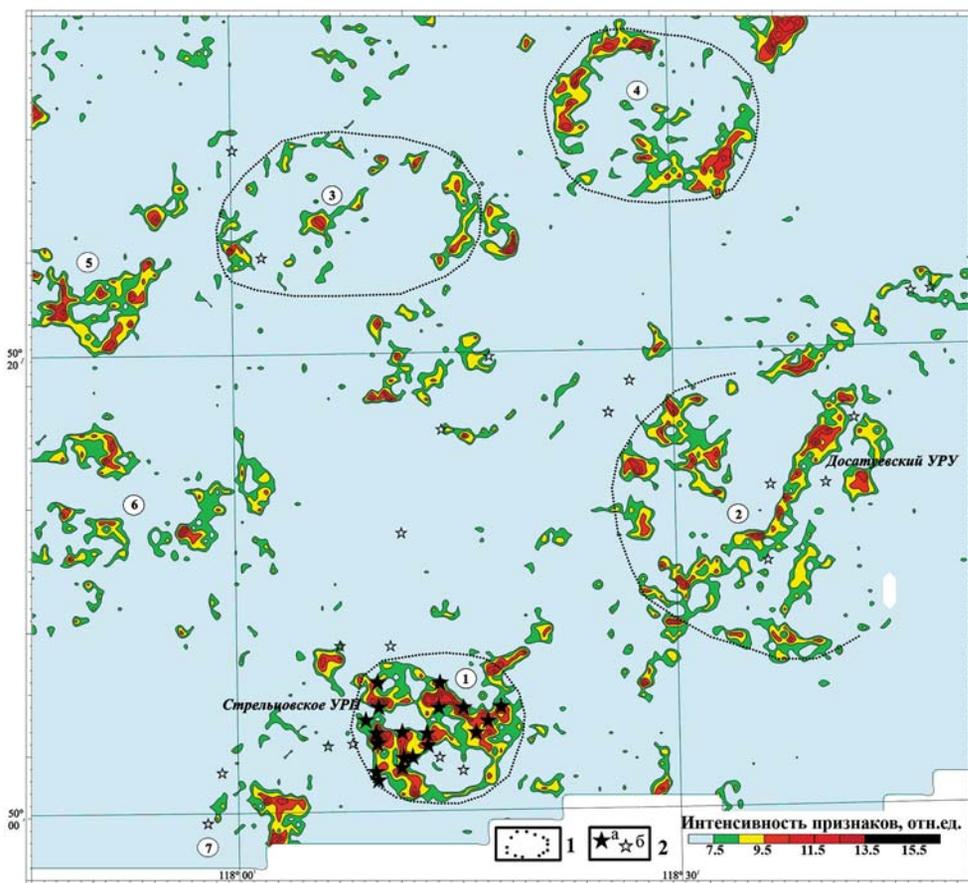
Поясним это на примере, приведенном на рис. 4. На карте четко виден ряд кольцевых структур и радиальных разломов северо-восточной ориентировки, обязанных крупным трансформным разломам этого направления. Кольцевая структура № 1 соответствует Стрельцовской кальдере, структура № 2 — Куйтунской и структура № 3 — Екатерининской.

На северо-востоке определена вероятная Северо-Урулюнгуевская кальдера (или очагово-купольная структура № 4). Если понизить уровень аномальности карты композиции радиогеохимических признаков, границы этих кальдер начинают проявляться более контрастно. Кальдеры пререзаются линейно-вытянутыми аномалиями КИГРП, которые являются признаками радиальных разрывных структур, сходных со структурами Стрельцовского поля, к ко-

торым тяготеют месторождения урана. В пределах Куйтунской кальдеры в краевой ее части располагаются рудопроявления Контактное, Зимнее, Южное, Досатуевское, Гребневое. В пределах Екатерининской кальдеры с одноименным рудопроявлением можно наблюдать северо-восточную радиальную структуру с локальной аномалией в центре кальдеры. Представляют поисковый интерес линейные аномалии КИГРП в экзоконтактной части Северо-Урулюнгуевской кальдеры (Погадаевская зона).

Если говорить о перспективах ураноносности выделенных структур, то следует обратить внимание, прежде всего, на аномалии в краевых частях и на линейно-вытянутые аномалии северо-восточной ориентировки. В районе Куйтунской кальдеры наибольшего интереса заслуживает такая аномалия, проходящая по ее центру. Признаками перспективности этой аномалии могут служить те рудопроявления, которые в настоящее время являются объектами поисково-оценочных работ.

Северо-западная и юго-восточная линейные аномалии района Северо-Урулюнгуевской структуры (№ 4) локализируются соответственно в эндоконтактной части массива гранитоидов кутомарского комплекса ( $\gamma_4$  Р-Т к) и в краевой тектонизированной части одноименной впадины, выполненной юрско-меловыми



**Рис. 4. Урулюнгуевский урановородный район. Карта признаков зон аномального перераспределения радиоэлементов** (прогноз по АГС-данным с использованием эталона стрельцовского типа). 1 — кольцевые аномалии — признаки структур типа кальдер и очагово-купольных (1 — Стрельцовская, 2 — Куйтунская, 3 — Екатерининская, 4 — Урулюнгуевская); 2 — месторождения урана: а — послужившие в качестве эталонов, б — прочие

вулканогенными образованиями трахиандезитового, риолитового состава и терригенно-карбонатными отложениями ( $J_3-K_1$ ). К северо-востоку от структуры № 4 может представлять поисковый интерес линейная аномальная зона (южнее п. Погадаево), приуроченная к динамометаморфическим образованиям нижнего протерозоя в зоне Досатугевских разломов, сопровождающихся радиометрическими и эманионными аномалиями.

В районе Екатерининской кальдеры перспективны локальные изометричные аномалии КИГРП в юго-западной и центральной частях — в области влияния Кличкинского массива гранитоидов.

Заслуживают внимания группы аномалий КИГРП № 5–7, геологическая позиция которых детально не оценивалась. Прежде всего это относится к аномалии № 7, расположенной к юго-западу в непосредственной близости от Стрельцовского урановорудного поля. Ее можно интерпретировать как фрагмент предполагаемой Талан-Газогорской кальдеры, в краевых частях которой размещаются рудопроявления Цаган-Тором, Чиндичинское и отмечается целая серия аэроаномалий (251, 252 и др.).

Аналогичные исследования выполнены по другим площадям, перспективным, по мнению геологов, на выявление объектов стрельцовского и аргунского типов. К ним относятся Родниковая, Урово-Урюмканская, Уртуйская урановорудные зоны.

Первая зона получила отрицательную оценку после анализа геофизических материалов масштаба 1:200 000–1:50 000, так как признаки структур стрельцовского и аргунского типов в ее пределах не были обнаружены. Последующие поисково-оценочные работы с бурением подтвердили этот вывод.

Аналогичный вывод получен по Урово-Урюмканской зоне, где новые УРО предполагались в районе месторождений Сивачи, Изеча, Антоновское. Кроме слабых аномалий с нарушенным распределением радиоэлементов здесь ничего существенного установлено не было. Однако анализ с использованием синтетической модели, учитывающей влияние на гравимагнитные поля флюидно-эксплозивных структур и структур, активизированных в мезозое, позволил выявить две контрастные аномалии КИГП в районе рудопроявлений Ямского и Серебрянского. Наибольший интерес представляет аномалия в районе рудопроявления Ямского, приходящаяся на породы фундамента, перекрытые породами чехла.

В пределах Уртуйской зоны известные рудопроявления Ботогогойское I, II и Уртуйское в структурных признаках не проявились. Однако по радиогеохимическим признакам обстановки стрельцовского типа здесь присутствуют. Впервые по данным геофизического прогноза в проект ревизионно-поисковых работ на 2012–2014 гг. ФГУГП «Читагеологоразведка» в районе Уртуйской зоны были включены две площади, охарактеризованные как объекты ревизионно-поисковых работ. Это — Иргатуйский участок и участок пади Черемушной. Информация об обоснованности методики исследований в их пределах и результатах у авторов статьи в настоящее время отсутствует.

## Выводы

1. К настоящему времени завершено создание компьютерной технологии обработки геофизических материалов, базирующейся на базе прогнозных цифровых геофизических моделей промышленных (в том числе крупных и уникальных) УРО. Эта технология может служить в качестве инновационного элемента при формировании новых проектных заданий ГРП на уран.

2. Приведенные примеры свидетельствуют о том, что созданная специализированная технология обработки геофизических данных позволяет не только выявлять признаки крупных рудоперспективных структур (кальдер, ОКС и т.п.), но и картировать локальные энергоактивные зоны, узлы, которые могут быть объектами детальных поисково-оценочных работ. Важно отметить, что выделяемые в настоящее время под поисково-ревизионные и поисково-оценочные работы площади и участки с известными мелкими по запасам месторождениями и рудопроявлениями в большинстве случаев в энергоактивных зонах и узлах не находят отражения. Это можно объяснить тем, что в базовых ЦГМ заложена информация о промышленных УРО. Вероятно, этим же объясняется тот факт, что дальнейшие попытки увеличить ресурсы урана за счет традиционно изучаемых сегодня объектов с привлечением значительных объемов бурения успехов пока не приносят.

3. Проведенные исследования показали несостоятельность существующей практики переоценки перспектив ураноносности территорий без учета прогнозной геофизической информации на стадии подготовки площадей под ревизионно-поисковые и поисково-оценочные работы. Для Забайкалья, где в настоящее время наиболее интенсивно ведутся эти работы, такой подход неприемлем и экономически нецелесообразен.

4. На наш взгляд, следует обратить особое внимание на организацию поискового процесса. Подход, когда всякий проект ГРП рассматривается как догма, от которой нельзя отступить ни на шаг, является порочным. Появляющаяся принципиально новая информация должна оперативно проверяться путем внесения необходимых поправок в проект. В связи с этим назрела необходимость изменить сложившиеся правила подготовки проектных заданий и проведения производственных ГРП.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Голомолзин В.Е., Высокоостровская Е.Б. Радиогеохимические аномалии кольцеобразной формы и их вероятная рудоконтролирующая роль // Материалы по геологии месторождений урана, редких и редкоземельных металлов: Информацион. сб. — 2006. — Вып. 150. — С. 116–122.
2. Голомолзин В.Е., Мац Н.А. Моделирование структурных рудоконтролирующих обстановок Стрельцовского урановорудного поля // Разведка и охрана недр. — 2010. — № 6. — С. 34–42.
3. Невский В.А., Котляр В.Н. Структуры эндогенных месторождений, связанных с кольцевыми разрывами // Геология рудных месторождений. — 1970. — № 5. — С. 3–15.
4. Свешникова Е.В. Магматические комплексы центрального типа. — М.: Недра, 1973.

© Коллектив авторов, 2015

Голомолзин Валентин Егорович // vegolo@mail.ru  
Высокоостровская Елена Борисовна  
Краснов Андрей Иванович  
Мац Николай Александрович // nmats51@mail.ru