

# ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ МНОГОЦЕЛЕВОГО ГЕОХИМИЧЕСКОГО КАРТИРОВАНИЯ: результаты изучения приграничной с Монголией территории России

**А. А. Головин,**

заместитель директора по научной работе,  
д-р геол.-минерал. наук

**Г. С. Гусев,**

главный научный сотрудник,  
д-р геол.-минерал. наук

**Н. Г. Гуляева,**

старший научный сотрудник

**В. А. Киликко,**

зав. отделом,  
канд. геол.-минерал. наук

**Л. А. Криночкин,**

зав. отделом,  
канд. геол.-минерал. наук

Россия, ИМГРЭ

**А. Готовсүрэн,**

Exploration Director of Erdenejas LLC

Монголия, МГА

Традиционный подход к геохимическим поискам и прогнозированию рудных объектов с опробованием и изучением только одного какого-либо, даже эффективного в конкретных условиях компонента ПГС, с использованием показателей, основанных на концентрации химических элементов-индикаторов, составе геохимических аномалий и размерах их площадей, для регионов интенсивной хозяйственной деятельности мало эффективен. Вместе с тем комплексное изучение сопряженных компонентов ПГС, исследование в них закономерностей трансформации, дифференциации и взаимодействия потоков вещества различного генезиса позволяет не только выявлять источники геохимических аномалий (рудогенных, техногенных), но и получать геохимические характеристики этих компонентов ПГС.

Эффективность геохимических методов значительно возрастает в результате применения инновационной технологии многоцелевого геохимического картирования, разработанной в ИМГРЭ и уже испытанной во многих регионах России с привлечением ведущих специалистов-геохимиков ряда научно-исследовательских организаций и производственных предприятий. Технология отличается относительной дешевизной, так как в едином процессе позволяет решить широкий комплекс хозяйственных и научных задач: прогнозных, геологических, экологических и агрохимических, тем самым создавая основы рационального природопользования.

**М**ногоцелевое геохимическое картирование (МГХК) является относительно новым, не имеющим аналогов в мире, видом региональных работ [1–5]. Цель МГХК – комплексная оценка минерально-сырьевого потенциала и эколого-геохимического состояния регионов, повышение информативности и прогностических свойств государственных геологических карт новых поколений.

Объектами многоцелевого геохимического картирования являются экогеосистемы, под которыми понимаются функциональные системы, включающие сообщество живых организмов и природно-геологическую среду (ПГС), взаимодействующие между собой в обмене веществом, энергией и информацией. Именно под воздействием информационно-энергетического поля, обусловлен

ного внешними и внутренними факторами, происходит круговорот веществ внутри экогеосистемы, т. е. обмен между биотической и абиотической составляющими ПГС.

Объемы современного извлечения и использования минерального сырья, а следовательно, и масштабы техногенного загрязнения всех компонентов ПГС (атмосферы, растений, вод, почв, донных отложений) таковы, что рудогенные и техногенные аномальные геохимические поля вполне сопоставимы между собой как по размерам и составу, так и по концентрации химических элементов [1]. Поэтому традиционный подход к геохимическим поискам и прогнозированию рудных объектов с опробованием и изучением только одного какого-либо, даже эффективно-

та ПГС, с использованием показателей, основанных на концентрации химических элементов-индикаторов, составе геохимических аномалий и размерах их площадей, для регионов интенсивной хозяйственной деятельности мало эффективен. Вместе с тем комплексное изучение сопряженных компонентов ПГС, исследование в них закономерностей трансформации, дифференциации и взаимодействия потоков вещества различного генезиса позволяет не только выявлять источники геохимических аномалий (рудогенных, техногенных), но и получать геохимические характеристики этих компонентов ПГС.

Существенные отличия технологии многоцелевого геохимического картирования от традиционных технологий заключаются в следующем:

◆ случайное геохимическое опробование по регулярной, геометрически правильной сети заменяется детерминированным опробованием квазиоднородных площадей, выделенных на основе многофакторного (геологического, ландшафтного и экономико-географического) районирования территорий, что обеспечивает репрезентативность получаемых оценок;

◆ геохимическое опробование одного компонента геологической среды заменяется сопряженным опробованием комплекса компонентов ПГС, что обеспечивает системность исследований и значительно повышает надежность выявления, интерпретации и прогнозно-металлогенической оценки аномальных геохимических площадей (АГХП), а также комплексную системную оценку геохимических параметров состояния всех компонентов природно-геологической среды;

◆ используется иерархический подход, диктующий выбор масштаба картирования в зависимости от ранга изучаемого геологического объекта. Так, если объектами картирования являются минерагенические таксоны ранга субпровинций (мегазон), провинций (областей) с размерами площадей  $n \cdot 10^5 - n \cdot 10^6$  км<sup>2</sup>, а объектами выявления, дифференциации, интерпретации и оценки – АГХП ранга бассейна, района, зоны с размерами площадей  $n \cdot 10^3 - n \cdot 10^4$  км<sup>2</sup>, то выполняется МГХК масштаба 1:1 000 000 (МГХК-1000);

◆ используется комплекс прямых количественных поисковых геохимических признаков, геологических и геофизических предпосылок;

◆ применяются современные многокомпонентные инструментальные прецизионные высокочувствительные методы анализов;

◆ используются современные компьютерные методы, в том числе ГИС-технологии.

Эффективность геохимических методов значительно возрастает в результате применения инновационной технологии многоцелевого геохимического картирования, разработанной в ИМГРЭ и уже испытанной

во многих регионах России с привлечением ведущих специалистов-геохимиков ряда научно-исследовательских организаций и производственных предприятий. Технология отличается относительной дешевизной, так как в едином процессе позволяет решить широкий комплекс хозяйственных и научных задач: прогнозных, геологических, экологических и агрохимических, тем самым создавая основы рационального природопользования.

Технологический процесс МГХК включает следующие стадии [1, 4, 5]:

◆ выбор площади, региона работ на основе карт геохимической изученности, результатов геолого-металлогенического прогнозирования, государственных, правительственных или отраслевых заданий;

◆ подготовительные работы, включающие анализ результатов ранее выполненных геохимических работ; проведение геолого-металлогенического и геохимического анализов ретроспективных данных; составление комплексов вспомогательных карт; уточнение направлений, методов, видов и объемов работ; проведение многофакторного районирования с выделением квазиоднородных площадей и составлением схемы пунктов планируемого проботбора; сбор ретроспективных геохимических данных удовлетворительного качества;

◆ полевые геолого-геохимические работы с опробованием оптимального комплекса эффективных компонентов ПГС со средней плотностью (для МГХК-1000) один пункт сопряженного опробования на 100 км<sup>2</sup> территории и ведением необходимой документации;

◆ лабораторно-аналитические работы на базе современных инструментальных прецизионных многокомпонентных методов с определением комплекса минералоиндикаторных, токсичных и биофильных химических элементов;

◆ создание полистных банков и баз данных (аналитических, картографических, атрибутивных) и компьютерная обработка геохимической информации по комплексу про-

грамм (Геоскан, Экоскан, Геополе и др. [5–7]);

◆ создание комплектов базовых и итоговых карт;

◆ проведение интерпретации, разбраковки и оценки выявленных АГХП;

◆ уточнение интерпретационно-оценочных критериев прогнозирования полезных ископаемых на основе геолого-геохимических эталонов;

◆ локализация перспективных площадей на основе комплекса геохимических критериев и геолого-геофизических предпосылок;

◆ детализационно-заверочные геохимические работы (ДЗГХР) на выявленных перспективных участках;

◆ уточнение прогнозной оценки перспективных площадей по результатам ДЗГХР с обоснованием прогнозных ресурсов и разработкой рекомендаций по проведению прогнозно-поисковых и поисковых работ;

◆ оценка загрязнения окружающей среды токсичными химическими элементами и соединениями, с выделением экологически неблагоприятных площадей и разработкой предложений по природоохранным мероприятиям;

◆ комплексная оценка качества сельхозземель и разработка агрогеохимических рекомендаций;

◆ разработка предложений по рациональному природопользованию, нацеленных на реализацию концепции устойчивого развития регионов и стран, на обеспечение их эколого-ресурсно-экономической безопасности.

Полистные картографические базы МГХК, лежащие в основе всех интерпретационно-оценочных выводов и рекомендаций, содержат три блока карт:

◆ вспомогательные карты (геохимической изученности, геологических комплексов, районирования территории по условиям проведения геохимических работ, функционального зонирования, планируемых пунктов проботбора, фактического материала геохимического опробования), позволяющие проводить обоснование и последующую интерпретацию результатов МГХК;

♦ базовые карты (распределения химических элементов, геохимических показателей и/или коэффициентов, типоморфных геохимических комплексов в опробованных компонентах ПГС; интегральных геохимических аномальных полей), являющиеся фактографической основой итоговых карт и интерпретационно-оценочных выводов;

♦ итоговые карты (ландшафтно-геохимическая, геохимической специализации геологических комплексов, прогнозно-геохимическая, эколого-геохимическая, агрогеохимическая, геохимическая основа рационального природопользования), отражающие результаты интерпретационно-оценочных выводов и в основном составляющие комплект геохимической основы Государственных геологических карт нового поколения.

♦ К настоящему времени МГХК-1000 выполнено по 25 листам международной разграфки на площади более 2,5 млн км<sup>2</sup> по многим регионам России: Европейскому, Уральскому, Западно- и Восточно-Сибирскому, Дальневосточному, в том числе по приграничному с Монголией региону России – по территориям листов N-47 – N-50; M-48 – M-50.

Некоторые геологи и геохимики скептически относятся к практической ценности геохимических работ масштаба 1:1 000 000. Однако полученные результаты убеждают в обратном.

**1. По результатам МГХК-1000 созданы современные геохимические основы Государственных геологических карт третьего поколения [8],** позволяющие повысить их информационный и прогностический уровень (рис. 1).

**2. Проведен комплекс ландшафтно-геохимических исследований:** выполнено районирование территорий по зональным ландшафтно-геохимическим процессам; установлена их роль в формировании вторичных геохимических ореолов рассеяния, техногенного загрязнения и агрогеохимического потенциала почв; по-

казатели взаимодействия разных компонентов ПГС использованы при интерпретации интегральных геохимических аномальных полей, при выборе наиболее информативного горизонта почв для разбраковки рудогенных и техногенных аномалий. Ландшафтно-геохимическая карта использована в качестве основы при составлении эколого-геохимической и агрогеохимической карт.

Результаты работ на полигонах подтверждают важную роль ландшафтно-геохимических карт. Так, для территории Восточно-Забайкальского полигона (см. рис. 1, а), по данным И. А. Морозовой (1993), установлена контрастная геохимическая зональность, которая выражается в уменьшении кларков Zn, Cu, Co, Se и Ni с северо-востока на юго-запад [2].

**3. Получены фундаментальные характеристики геологических комплексов и структурно-формационных (тектонических) объектов разного ранга:**

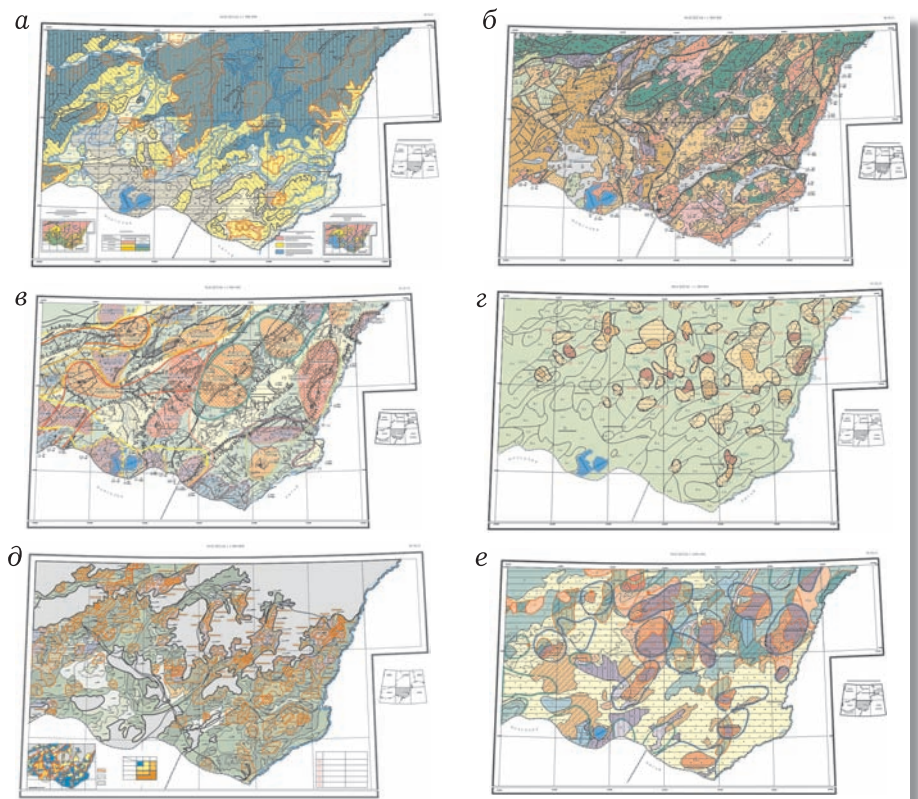
♦ проанализированы закономерности распределения в пространстве и во времени геохимически специализированных геологических комплексов, геохимически специализированных структурно-формационных зон и подзон;

♦ исследованы связи аномальных геохимических полей и месторождений полезных ископаемых с геохимической специализацией геологических комплексов;

♦ проведено геохимическое районирование территорий;

♦ уточнены границы геологических комплексов, геодинамических обстановок их формирования, а также структурно-формационных (тектонических) единиц и в целом всей изученной территории;

♦ выявлена геохимическая зональность геологических комплексов. Например, на территории Восточного Забайкалья [2] зональность выражается в уменьшении с запада на восток роли литофильных (корич-



**Рис. 1. Комплект итоговых многослойных цифровых карт масштаба 1:1 000 000 на основе ГИС-технологии по Восточному Забайкалью (лист М-50):** карты: а – ландшафтно-геохимическая; б – геохимической специализации геологических комплексов; в – прогнозно-геохимическая; г – эколого-геохимическая; д – агрогеохимическая; е – геохимическая основа карты рационального природопользования

новые и красные цвета) и в повышении в этом направлении роли халькофильных (зеленые цвета) химических элементов (см. рис. 1, б).

Фундаментальные характеристики коренных горных пород составляют основное содержание карты геохимической специализации геологических комплексов, которая используется как основа прогнозно-геохимической карты.

#### 4. Обоснован краткий и долгосрочный прогноз развития минерально-сырьевой базы России:

- ♦ проведены прогнозно-геохимические работы в различных ландшафтно-геохимических обстановках и разной сложности геологического строения;

- ♦ выполнено металлогеническое и геологическое районирование территорий;

- ♦ выявлены и локализованы перспективные рудогенные геохимические аномалии ранга потенциальных металлогенических зон, рудных районов и узлов как известных, так и новых рудных объектов;

- ♦ осуществлена количественная прогнозная оценка минералогического потенциала и прогнозных ресурсов территорий на цветные, редкие, благородные металлы, уран, алмазы, горючие полезные ископаемые (нефть и газ, уголь, сланцы) и отдельные виды нерудного сырья;

- ♦ обоснованы направления и рациональный комплекс методов проведения прогнозно-поисковых и поисково-оценочных работ с учетом инвестиционной привлекательности выявленных перспективных площадей. Так, в пределах указанной выше приграничной с Монголией территории России в Восточном Забайкалье впервые выделен ряд высокоперспективных площадей. На территории листа N-49 – Светлинско-Котерская (Au, Pt, Zn, Pb) и Икатско-Карафтинская (Au, U), на территории листа M-50 (в его юго-западной части) – новая высокоперспективная золоторедкометаллическая Зуткулейско-Торейская металлогеническая зона (см. рис. 1, в, желтый контур) [2]. На территории листа M-49 – новые высокоперспективные Оленгуйский

(Au, W, Mo, Sb) и Шумиловский (Au, W, Sn) потенциальные рудные районы. ФГУГП «Читагеолсъемка» на площади Оленгуйского рудного района в настоящее время завершило опережающие геохимические работы 1:200000 (ОГХР-200). Подтверждена высокая перспективность района, локализованы высокоперспективные АГХП с ресурсами категории P<sub>3</sub>: Au – 130 т, Ag – 1500 т, Sn – 135 тыс. т, Mo – 170 тыс. т, Ce – 260 тыс. т, Be – 22 тыс. т.

#### 5. Исследовано эколого-геохимическое состояние изученных территорий:

оценена потенциальная геохимическая эндемичность; установлены состав и степень загрязнения компонентов ПГС токсичными химическими элементами и соединениями в результате антропогенной деятельности или повышенных содержаний в природных объектах; проведена дифференциация площадей развития эколого-геохимических аномалий по степени экологической опасности; оценен ущерб от загрязнения природной среды; дана экологическая оценка природного потенциала конкретных площадей в пределах изученных территорий. Так, по территории листа M-50 (см. рис. 1, д), установлены в целом повышенные по сравнению с кларками содержания F, Pb, U, Th и пониженные – Cr, Co, Ni, Be, Sn. Здесь же выявлен ряд экологически неблагоприятных локальных площадей техногенного загрязнения (желтый, оранжевый и красный цвета), занимающих 24 % всей территории и приуроченных к длительно эксплуатируемым горнорудным предприятиям, загрязняющим природную среду соединениями Ag, Pb, Sb, Hg, U [2].

6. Установлены агрогеохимические характеристики сельскохозяйственных земель: проведена типизация почвенно-геохимических выделов по комплексу биологически активных элементов питания растений; выделены площади в различной степени благоприятные для получения чистой сельскохозяйственной продукции; осуществлено районирование сельскохозяйственных земель по комплексу параметров их плодородия и

загрязнения; разработаны агрогеохимические рекомендации и обосновано размещение станций мониторинга по контролю за их состоянием (см. рис. 1, д).

#### 7. Созданы геохимические основы рационального природопользования:

- ♦ обоснованы оптимальные направления хозяйственной деятельности на изученных территориях;

- ♦ определены направления природоохранных мероприятий (мониторинг и контроль экологического состояния, сохранение и улучшение плодородия почв, рекультивация загрязненных площадей, перепрофилирование производств и т. д.);

- ♦ даны рекомендации или ограничения по выращиванию сельскохозяйственной продукции, в том числе экологически чистой, на сбор ягод и других дикоросов;

- ♦ сформулированы предложения по ограничению проживания населения, по необходимым профилактическим мероприятиям или условиям проживания;

- ♦ проведена оценка относительной стоимости выделов земель с учетом их природных ресурсов и экологического состояния.

Таким образом, применение технологии МГХК-1000 позволяет провести комплексную геолого-эколого-ресурсную оценку исследуемых территорий, что дает возможность создать картографические основы комплексных кадастров природных ресурсов и обосновать рекомендации по рациональному природопользованию, нацеленные на реализацию концепции устойчивого развития территорий.

Результаты, полученные при выполнении работ по технологии МГХК-1000 на приграничной с Монголией территории России, позволяют сделать вывод не только о целесообразности завершения таких работ в России (листы N-45, N-46; M-45 – M-47, общая площадь – 577,8 км<sup>2</sup>), но и об их проведении на территории Монголии (листы M-45 – M-50; L-46 – L-50; K-47 – K-49, общая площадь – 1566,5 км<sup>2</sup>) – рис. 2. Актуальность выполнения работ определяется тремя факторами: слабой геохимической



Объекты опробования при МГХК-1000 (без скобок — основные, в скобках — дополнительные)

Решаемые задачи	Природно-геологические условия					
	Районы с одноярусным строением				Районы с двух-, трехъярусным строением	
	Открытые		Перекрытые чехлом рыхлых отложений		с нерасчлененным рельефом	с расчлененным рельефом
	с нерасчлененным рельефом	с расчлененным рельефом	с нерасчлененным рельефом	с расчлененным рельефом		
Изучение геохимической специализации геологических комплексов	$R_n(R_C)$	$R_n(R_C)$	$R_C$	$R_n R_C$	$R_C$	$R_C$
Прогноз полезных ископаемых	$S_B(R_n S_A)$	$B(R_n W_S)$	$R_C V(AS_A W_U)$	$B(R_n W_S A V)$	$R_C(AW_U)$	$R_C(AW_U)$
Эколого-геохимическая оценка территорий	$S_A(W_S DV)$	$BW_S(DV)$	$S_A(W_S DV)$	$BW_S(DV)$	$S_A(W_S DV)$	$BW_S(DV)$
Агрогеохимическая оценка территорий	$S_i(S_A)$	$S_i(S_A)$	$S_i(S_A)$	$S_i(S_A)$	$S_i(S_A)$	$S_i(S_A)$
В целом — комплекс опробуемых компонентов ПГС	$S_A S_B R_n(S_i W_S DV)$	$S_i R_n B(W_S DV)$	$S_A S_i R_C(VDW_S W_U)$	$S_i R_n B(W_S DV)$	$S_i S_i R_C(AW_S W_U DV)$	$S_i R_C B(W_S AW_U DV)$

Обозначения опробуемых компонентов природно-геологической среды:  $S_A, S_B, S_i$  — почвы соответственно горизонтов А, В и ВС, пахотного;  $R_n, R_C$  — коренные горные породы соответственно по обнажениям и горным выработкам или (в случае их отсутствия) по делювиально-элювиальным аналогам и по керну скважин;  $B$  — донные отложения;  $W_S, W_U$  — воды соответственно поверхностные и подземные;  $V$  — растения;  $A$  — атмосфера приземная;  $D$  — пылевые выпадения.

ется целесообразным провести МГХК-1000 территории Монголии и приграничной неизученной части территории России (см. рис. 2). В качестве первоочередной предлагается территория листов с наиболее высоким минерагеническим потенциалом. По приграничной территории России — эти листы N-45, части листов M-45 и M-47 об-

щей площадью 324,8 тыс. км<sup>2</sup>, по Монголии — это листы M-45 (юго-восточная часть), южные части листов M-47 — M-50; листы L-46, L-49 и северо-западная часть листа L-50 общей площадью 786 тыс. км<sup>2</sup>. Во вторую очередь необходимо завершить работы, выполнив МГХК-1000 по приграничной территории России по листам N-46 и M-46 (северная часть)

на площади 253 тыс. км<sup>2</sup>, а по Монголии — по территории листов M-46 (южная часть); L-47, L-48 и северным частям листов K-47 — K-49 на общей площади 780,5 тыс. км<sup>2</sup>.

С учетом необходимости использования высокочувствительных многокомпонентных прецизионных анализов и включения в состав работ проверки выявленных перспективных аномальных геохимических полей стоимость 1 км<sup>2</sup> МГХК-1000 составляет 8 долл. США (по ценам на 01.01.2007 г.). Все работы могут быть выполнены за 6–7 лет. Следует подчеркнуть еще раз высокую эффективность планируемых работ, которая достигается в результате:

- ◆ уменьшения плотности пробобора в 10 раз на основе выделения и целенаправленного опробования квазиоднородных площадей;
- ◆ повышения поисковой результативности в 4–6 раз на основе сопряженного опробования не-

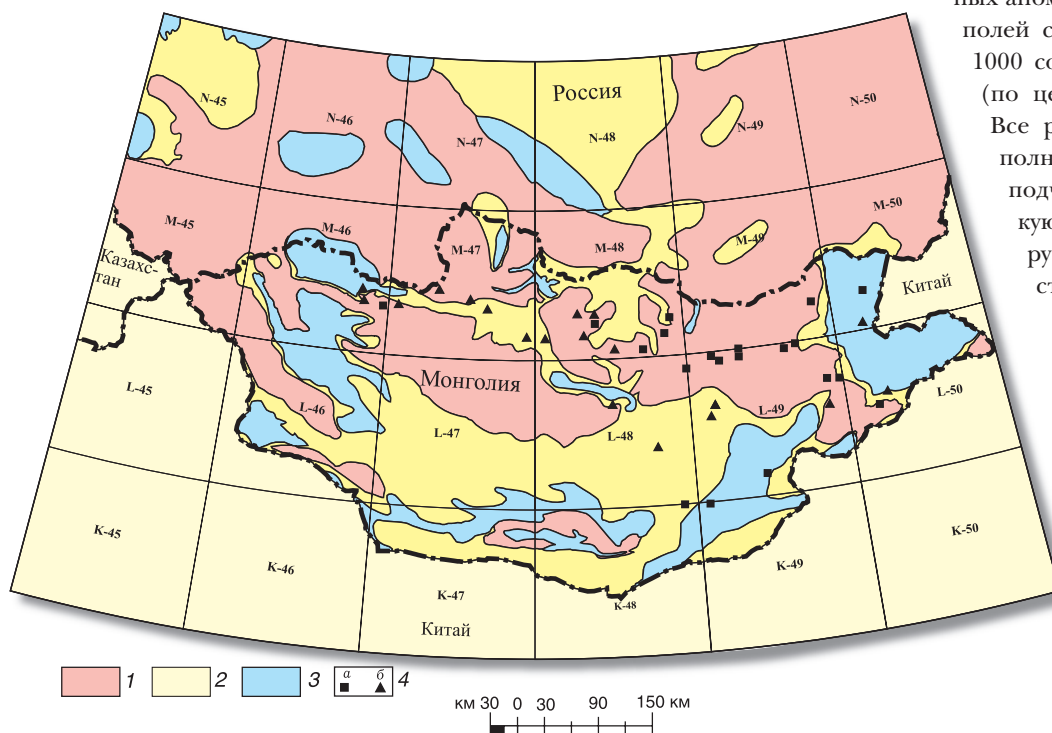


Рис. 3. Карта районирования территории Монголии по условиям проведения геохимических работ: 1 — открытые территории, благоприятные для формирования открытых остаточных вторичных ореолов рассеяния и механических контрастных потоков рассеяния. Применимы все геохимические методы; 2 — полузакрытые территории, неблагоприятные для формирования остаточных вторичных ореолов рассеяния и благоприятные для формирования потоков рассеяния. Применимы геохимические методы по потокам рассеяния; 3 — закрытые территории, неблагоприятные для формирования вторичных ореолов и потоков рассеяния, связанных с рудными объектами. Требуют применения специальных геохимических и прецизионных аналитических методов; 4 — объекты проведения опытно-методических работ: а — месторождения, б — рудопроявления

скольких компонентов геологической среды на каждом пункте пробоотбора;

- ◆ использования результатов ранее проведенных геохимических работ;

- ◆ интерпретации и оценки АГХП на основе комплекса геохимических критериев и геолого-геофизических предпосылок;

- ◆ оценки инвестиционной привлекательности перспективных площадей;

- ◆ последовательной отбраковки неперспективных площадей (до 60–80 % на каждой стадии работ);

- ◆ резкого сокращения (до 1–6 % общей площади территории) размеров площадей для проведения дорогостоящих горно-буровых работ;

- ◆ одновременного системного решения в едином технологическом процессе комплекса геолого-прогнозных, эколого-геохимических, агрогеохимических задач, поз-

**Novel technology of multipurpose geochemical mapping: results of investigation of the Russian territory bordering Mongolia**

**A. A. Golovin, G. S. Gusev, N. G. Gulyaeva, V. A. Kilipko, L. A. Krinochkin, A. Gotovsuren**

The article shows the amount of invention in the technology for multi-purpose geochemical mapping developed by IMGRE as compared with conventional technologies. The main stages of the technology and application case studies are described.

The authors offer this technology for the investigation of the Russian territory bordering Mongolia. First stages of the project have been planned already. The technology implementation does not require significant expenditures, as it provides the solution for a broad range of economic and scientific tasks in a single process, namely, in forecast, geological, environmental and agrochemical areas, thus creating the grounds for reasonable and efficient nature management.

**Key words:** regional operations, multipurpose geochemical mapping, IMGRE, mapping stage, geochemical grounds for state geological maps of the 3rd generation, landscape-geochemical studies, characteristics of geological complexes and structural components of geological formations, environmental and geochemical conditions of territories, agrochemical characteristics of arable lands.

воляющих обосновать направления рационального природопользования.

Кроме описанных выше результатов российских исследований, можно привести в качестве примеров высокую эффективность региональных геохимических работ в других странах. Так, в Китае за 10 лет, предшест-

вующих проведению геохимических работ, было выявлено только 86 крупных и средних месторождений, а в результате проведения региональных геохимических работ, менее совершенных по сравнению с вышеописанными, с 1990 по 1995 г. выявлено 219 крупных и средних месторождений. ■■■



*Список литературы = References*

1. Буренков Э. К., Головин А. А., Филатов Е. И. Комплексное геохимическое картирование: основы технологии // Прикладная геохимия. Геохимическое картирование: сб. / ИМГРЭ. М., 2000. Вып. 1 = *Burenkov E. K., Golovin A. A., Filatov E. I. Integrated geochemical mapping: technology elements // Prikladnaya geokhimiya. Geokhimicheskoe kartirovanie: Collected articles / IMGRE. M., 2000, Issue 1 (in Russian).*
2. Геохимическая оценка территории Восточно-Забайкальского полигона / А. А. Головин [и др.]. М.: ИМГРЭ, 1998 = *Geochemical assessment of the territory of the Eastern Trans-Baikal area / Golovin A. A. [et al.]. M.: IMGRE, 1998 (in Russian).*
3. Возможности прогнозно-геохимических работ масштаба 1:1 000 000 на территории России / А. А. Головин [и др.]. // Прикладная геохимия: сб. / ИМГРЭ. М., 2005. Вып. 7, кн. 1. С. 173–189 = *Opportunities of 1:1 000 000 geochemical forecast mapping in the Russian territory / A. A. Golovin [et al.]. // Prikladnaya geokhimiya: collected articles / IMGRE. M., 2005, Issue 7, book 1. P. 173–189 (in Russian).*
4. Технология, результаты и проблемы региональных геохимических работ масштаба 1:1 000 000 в России / А. Ф. Морозов [и др.] // Разведка и охрана недр. 2006. № 9–10. С. 55–63 = *Technology, results and problems of 1:1 000 000 regional geochemical mapping in Russia / A. F. Morozov [et al.]. // Razvedka i okhrana nedr. 2006, № 9–10. P. 55–63 (in Russian).*
5. Требования к производству и результатам многоцелевого геохимического картирования масштаба 1:1 000 000 / А. А. Головин [и др.]. М.: ИМГРЭ, 1999 = *Requirements to and results of 1:1 000 000 multipurpose geochemical mapping / A. A. Golovin [et al.]. M.: IMGRE, 1999 (in Russian).*
6. Головин А. А., Верховская Л. А., Готовсурэн А. Временные методические рекомендации по обработке и интерпретации результатов литохимического опробования (на русском и монгольском языках) / МГ и ГПИ МНР. Улан-Батор, 1987 = *Golovin A. A., Verkhovskaya L. A., Gotovsuren A. Provisional methodological recommendations on the processing and interpretation of the results of lithochemical sampling / MG and GRP MNR. Ulan Bator, 1987 (in Russian and Mongolian).*
7. Головин А. А., Готовсурэн А. Количественная оценка прогнозных ресурсов месторождений по геохимическим данным // Геологические методы поисков и разведки месторождений металлических полезных ископаемых. Отечественный производственный опыт: экспресс-информация. М.: ВИЭМС, 1987. Вып. 4. С. 1–5 = *Golovin A. A., Gotovsuren A. Qualitative assessment of prognostic resources of mineral deposits based on geochemical data // Geological methods of prospecting and exploration of metal mineral deposits. National practice: Express-information. M. VIEMS, 1987, Issue 4. P. 1–5 (in Russian).*
8. Головин А. А., Клыев О. С., Беляев Г. М. Требования к геохимической основе Государственной геологической карты РФ масштаба 1:1 000 000 (новая редакция). М.: ИМГРЭ, 2003 = *Golovin A. A., Klyuev O. S., Belyaev G. M. Requirements to the geochemical framework of the 1:1 000 000 State geological map of the Russian Federation (revised edition). M.: IMGRE, 2003 (in Russian).*
9. Схема металлогенического районирования России масштаба 1:1 000 000 / Гл. ред. Н. В. Межеловский, отв. исп. Г. С. Гусев. М., 2002. (Карта на 8 листах, пояснительная записка) = *1:1 000 000 outline plan of metallogenic zoning of Russia / under the editorship of N. V. Mezhelovskaya, Coordinator – G. S. Gusev. M.: 2002 (map of 8 sheets and explanatory notes) (in Russian).*