

*Петров В. А., Веселовский А. В., Мурашов К. Ю.* Моделирование геодинамических объектов в трехмерной ГИС // Геоинформатика, ВНИИгеоинформсистем. 2015. № 3. С. 32–38.

*Салоп Л. И.* Геология Байкальской горной области. Т. 2. Магматизм, тектоника, история геологического развития. М.: Недра, 1967. 699 с.

***С. В. Ковригина, В. А. Петров***  
*Институт геологии рудных месторождений,  
минералогии, петрографии и геохимии РАН, г. Москва  
kovrigina.sofja@ya.ru*

### **Анализ вторичной геологической информации на примере урановых месторождений Восточного Забайкалья**

Обработка и интерпретация вторичной геологической информации является фундаментальным вопросом для построения геоинформационной модели. При моделировании необходима целенаправленная формализация объектов исследования и их параметров, следовательно, и выделение самой информации необходимо подчинить строгой логической схеме в неоднородном информационном поле [Tina Lee, 1999]. Под вторичной геологической информацией понимаются все виды обобщающих текстовых и графоаналитических материалов [Изюмов и др., 2010]. Основными источниками являются государственные геологические карты различных масштабов, паспорта месторождений, фондовые отчеты по оценочным и геологоразведочным работам, монографии и научные статьи.

Логическая схема анализа такой информации должна строиться в соответствии с конечной целью исследования. Она может обладать завышенным потенциалом, но при этом обязательно иметь конечную формулировку. Рассмотрим основные шаги ее построения на примере Восточного Забайкалья, металлогении этой территории и пространственно-временных закономерностей формирования месторождений стратегических металлов.

Для достижения поставленной цели необходимо решить несколько задач. На первом этапе определяется список стратегических металлов, в который входят золото, молибден, литий, тантал-ниобий, группа полиметаллов и уран, а также проводятся строгие границы района исследования. Данная территория будет иметь комбинированную структуру границ, где с севера ее будет ограничивать номенклатура листа государственной карты М-50, с востока и юга – государственная граница Российской Федерации с сопредельными государствами, а с запада – граница Аргунской субпровинции, входящей в состав Монголо-Забайкальской металлогенической провинции. Такое районирование обусловлено несколькими факторами: удобством использования номенклатурного листа при работе с информацией в ГИС-системе, исторической упорядоченностью материалов по номенклатурам и выбором одной макроединицы для возможного последующего сравнения, как внутри нее, так и с соседними субпровинциями. Также для Восточного Забайкалья граница между Аргунской и Агинской субпровинциями несет в себе структурно-тектонический контекст.



Рис. 1. Виды информации для формального описания месторождения.

Объектами рассмотрения при анализе литературы являются месторождения стратегических и высокотехнологичных металлов. В их определении можно придерживаться следующих вариантов выборок. Для первой выборки взяты наиболее крупные и хорошо изученные месторождения: Au – Балейское, Быстринское, Ново-Широкинское, Лугоканское; Mo – Шахтаминское, Бугдаинское; Li – Этыкинское; Ta-Nb – Шерловогорское; полиметаллов – Кличкинское; U – Антей, Стрельцовское, Дальнее. В данной выборке можно рассмотреть каждое месторождение по большому количеству параметров, а также возможно собрать некоторый объем опубликованных первичных данных (рис. 1).

В противовес этому выступает относительно небольшой охват территории и отсутствие в ее пределах большого разнообразия генетических видов одного типа полезного ископаемого. Следующая выборка может содержать в себе все месторождения, являющиеся таковыми при составлении ГосГеол карты [Методическое..., 2017], и расширенный вариант с проявлениями полезных ископаемых и пунктами минерализации.

На территории Аргунской субпровинции располагается свыше 500 разномасштабных скоплений полезных ископаемых, из которых 29 – относятся к урановым. Опираясь на металлогенические районы и узлы, топологию урановых месторождений Восточного Забайкалья можно представить в виде следующей схемы (рис. 2).

После этого проводится фактическое описание месторождения по заявленной схеме (см. рис. 1) на примере Тулукуйского флюоритово-уранового рудного узла (Стрельцовское урановорудное поле). Используется широкий спектр источников и точек зрения на процессы формирования каждого месторождения в отдельности и рудный узел, в целом, стараясь максимально избегать предпочтений для одной генетической концепции. Необходимой параллельной задачей при анализе литературы является составление электронной базы данных с библиографическим описанием и кратким реферированием каждого источника. Помимо этого, полезно составление авторских списков ключевых слов и тегов, а также построение интеллект-карт по взаимосвязи источников.

Конечный этап анализа – эффективное представление обработанной информации, например, в виде блок-схемы генетических моделей формирования месторождения, выбор критических параметров и процессов. В случае месторождений под «критическими процессами» следует рассматривать индивидуальные генетические процессы (табл.), а также их комбинации [Kreuzer et al., 2009].

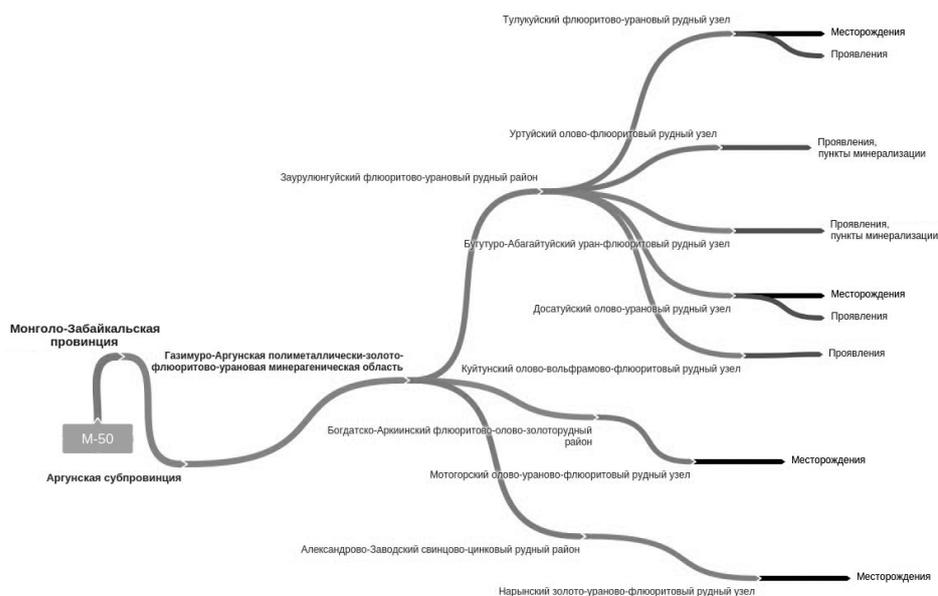


Рис. 2. Иерархическая древовидная диаграмма рудных узлов Восточного Забайкалья [Методическое..., 2017].

Т а б л и ц а

**Пример формализованного геологического описание месторождения Антей, Стрельцовское рудное поле**

I. Источник рудного вещества	1. Рудовмещающие породы 2. Верхнекоровый очаг кислой магмы 3. Мантийный источник
II. Транспорт вещества	Концентрация и перераспределение среднетемпературных флюидов (включающих магматические и метеорные воды) по ослабленным зонам массива
III. Геодинамические процессы	Многоэтапное воздействие разломов Аргунской зоны и взаимодействие трансмагматических кремнещелочных флюидов
IV. Процессы формирования оруденения	Многостадийная гранитизация пород, сопровождавшаяся метасоматическими процессами
V. Тектоническое положение	Пересечение Аргуновской и Центральной зоны разломов
VI. Морфология рудных тел	Жильное, штокверковое оруденение с крутым залеганием
VII. Вмещающие породы	Базальные конгломераты в гранитах фундамента, биотитовые граниты
VIII. Метасоматоз/ вторичные изменения	Кремнещелочной метасоматоз
IX. Рудная минерализация	Браннерит, коффинит, настуран, молибденит
X. Возраст	Породы: поздней палеозой – граниты ундинского комплекса 254–245 млн лет
	Метасоматиты: от 140 до 129 млн лет
	Руды: 136 млн лет

Каждый определенный процесс возможно картировать и провести сравнительный анализ распределения с классическими прогнозными и металлогеническими полями. Также можно использовать порядковые эмпирические шкалы для свойств и критических процессов месторождений.

Пространственная информационная модель металлогении территории и, как ее неотъемлемая часть, анализ вторичной геологической информации, являются практической частью любых исследовательских работ. Отсутствие глубокой проработки материалов предшественников и ее сведение лишь к описательному пересказу в отдельном разделе отчета (научного или производственного) не может привести к составлению объемной картины объекта изучения и качественному обоснованию направлений геологоразведочных работ. При ежегодном увеличении информационного потока в среднем на 30 % [Lyman, Varian, 2003] необходимо применение единой и строгой концепции обработки вторичной информации для достижения поставленных целей.

*Работа выполнена в рамках государственного задания лаборатории геоинформатики ИГЕМ РАН по теме «Развитие интегрированной информационной системы для пространственно-временного моделирования рудообразующих систем месторождений стратегических металлов на основе ГИС технологий».*

### Литература

Изюмов И. В., Карасев В. И., Клеандров М. И. и др. Горное право: Учебник. М.: ООО «ПравоТЭК», 2010. 504 с.

Методическое руководство по составлению и подготовке к изданию листов Государственной геологической карты Российской Федерации масштаба 1 : 1 000 000 (третьего поколения). Версия 1.3. СПб: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2017. 169 с.

Kreuzer O. P., Markwitz V., Porwal A. K., McCuaig T. C. A continent-wide study of Australia's uranium potential. Part I: GIS-assisted manual prospectivity analysis // Ore Geology Reviews. 2009. Vol. 38. No 4. P. 334–366.

Lyman P., Varian H. R. How much information. Release of the University of California (Oct. 27). 2003.

Tina Lee Y. Information modeling from design to implementation // National Institute of Standards and Technology, 1999. P. 315–321.

**В. Д. Абрамова**

*Институт геологии рудных месторождений, петрографии,  
минералогии и геохимии РАН, г. Москва  
winterrain@rambler.ru*

### **Масс-спектрометрия с индуктивно связанной плазмой и лазерным пробоотбором в исследовании распределения элементов платиновой группы в магматических сульфидах**

Магматические сульфиды представляют собой один из наиболее интересных объектов для опробования методом лазерной абляции, поскольку коэффициенты фракционирования рудных металлов в сульфидную жидкость превышают таковые