

*Н.И.Мишин, З.А.Степина*

## **ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗМЕЩЕНИЯ КОРЕННЫХ И РОССЫПНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗОЛОТА НА ПРИМЕРЕ ОМЧАКСКОГО РУДНОГО УЗЛА**

*Рассмотрена связь между коренными и россыпными месторождениями золота на примере Омчакского рудного узла. Их стереологическая реконструкция выполнена на базе модели магистрального рудоконтролирующего разлома.*

*Connection between endogenic and placer gold deposits is considered by the example of Omchaksky ore knot district. Stereological reconstruction of endogene deposits was made on the base of the main ore- controlling fault pattern.*

В данной работе излагается первый опыт структурно-геометрического моделирования золоторудных месторождений, входящих в состав одного рудного узла, который может служить структурно-тектонической основой крупномасштабного прогнозирования уникальных месторождений. Список объектов, послуживших методической базой при разработке методики структурно-геометрического моделирования рудных полей, включает Дукатское золото-серебряное месторождение, Карамкенское, Бамское, Токурское, Светлинское, Школьное, Павликовское, Омчакское, Наталкинское и ряд других золоторудных месторождений [3-5]. Три последних, а также россыпное месторождение Омчак включены в один золоторудный узел Центральной Колымы - Омчакский (рис.1).

Понятие рудный узел рассматривается традиционно как аномально рудоносный блок земной коры, представленный совокупностью пространственно сближенных месторождений. Не касаясь в этой работе природы рудоформирующих систем, отметим, что в качестве решающего момента их реализации в виде рудного узла следует рассматривать проявление тектонической деятельности в системах магистральных рудоконтролирующих разломов (МРР). Именно в зонах их влияния, соответствующих по объему и значению понятию рудного поля, происходила рудолокализация.

На основе структурно-геометрических моделей уникальных месторождений Омчакского рудного узла выполнены стереологическая реконструкция этого узла и прогноз его перспектив.

В качестве теоретического обоснования стереологического моделирования рудных полей и рудных узлов в первую очередь выступает структурно-геометрическая модель дизъюнктива, аппроксимируемая трехосным эллипсоидом смещения [6]. Длинная  $L$  и средняя  $H$  его оси лежат в плоскости симметрии второго порядка, которая делит эллипсоид на две равные части, а третья, наименьшая по величине ось  $B$  перпендикулярна этой плоскости, соответствующей сместителю дизъюнктива. Перемещение разъединенных блоков происходит параллельно оси  $H$ , и штрихи или следы скольжения на сместителе всегда параллельны этой оси.

Модель дизъюнктива отражает механику и динамику разломообразования и последующего смещения его крыльев. Максимальная амплитуда смещения приурочена к центру эллипсоида, расположенного на пересечении его осей, и постепенно уменьшается во все стороны от центра вплоть до нулевой амплитуды смещения, которая и представляет собой контур эллипсоидальной модели. Перемещения в разных крыльях разлома диаметрально противоположны. Если в одном крыле в направлении перемещения происходит вначале увеличение амплитуды от нуля до максимума в центре, маркируя таким образом зону содизъюнктивного растяжения, а затем, напротив, уменьшение амплитуды от максимума до нуля, маркируя зону содизъюнктивного сжатия, то расположение этих зон оказывается перекрестно-симметричным, подчиненным закону искаженной черно-белой симметрии второго порядка.

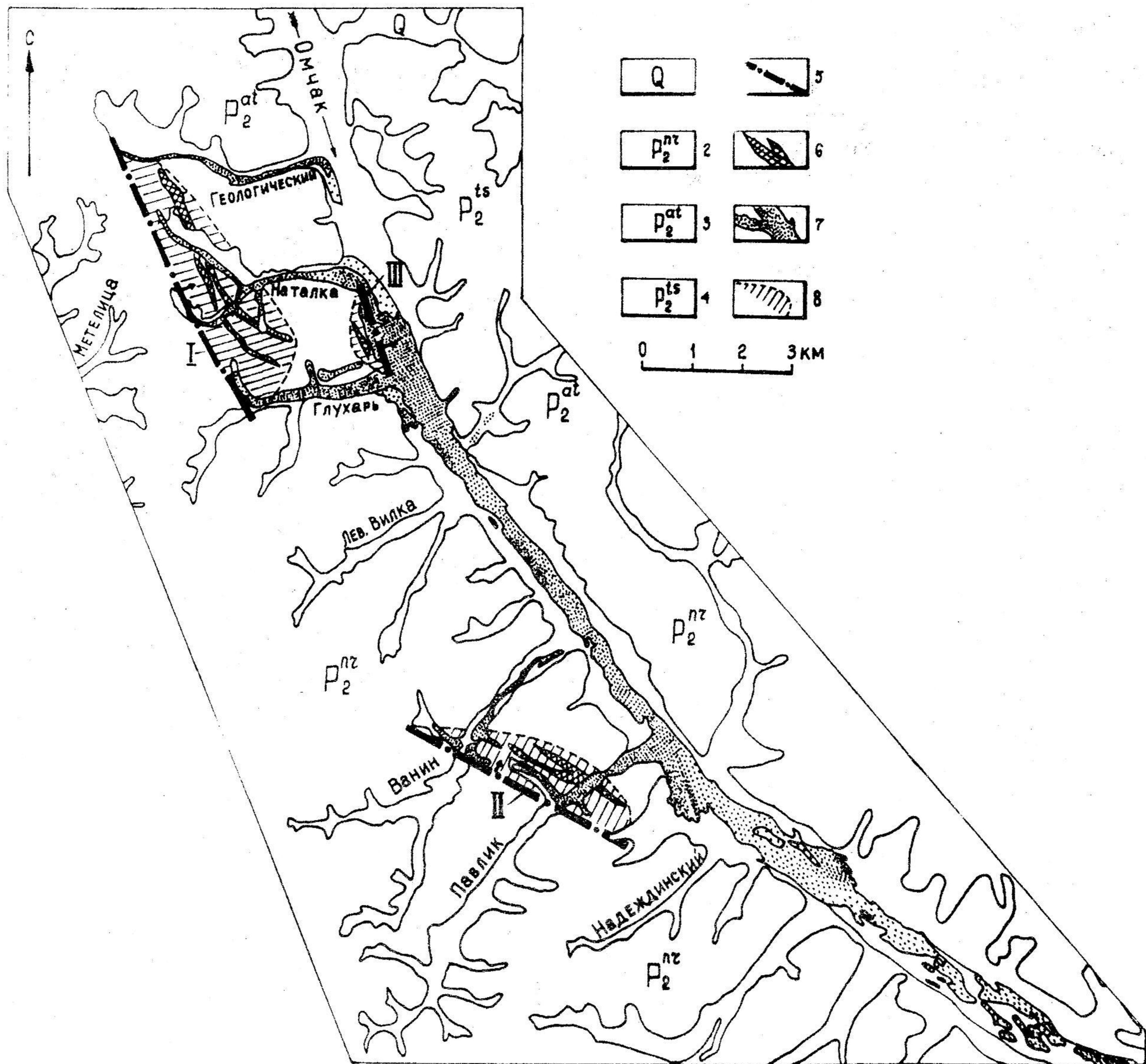


Рис.1. Схема распределения коренных (I-III) и россыпных месторождений золота в Омчакском рудном узле

1 - Наталкинское; II - Павликовское; III - Омчакское; 1 - четвертичные отложения; 2-4 - отложения черносланцевой формации верхнепермского возраста; 5 - МРР месторождений; 6 - рудные тела и минерализованные зоны в крыльях МРР; 7 - площадь развития Омчакской россыпи; 8 - контуры известных на месторождениях рудовмещающих структурно-тектонических ловушек

Две пары зон содизъюнктивного растяжения и сжатия представляют собой объемы развития парагенезов трещин и разрывов соответственно открытого (отрывные и сколовые сбросовой формы с зиянием) и закрытого (сколы взбросовой формы с перекрытием) типа [6]. В целом для последующего использования в целях прогнозирования эллипсоидальной модели дизъюнктива наиболее важными являются структурно-геометрическая замкнутость, т.е. возможность определения границ данной системы нарушенных пород, и черно-белая искаженная симметрия его внутреннего строения.

Рудное поле и рудный узел рассматриваются на сегодняшний день как металлогенические таксоны, моделирование же их со структурно-геометрических позиций позволяет определить или наметить геологические пространственные границы и перевести таким образом в доступные картированию объекты.

## Геологическая характеристика и структурная позиция Омчакского рудного узла

Омчакский узел находится в пределах Аян-Юрхского антиклинория складчатой структуры первого порядка и приурочен к осложняющей его Тенькинской антиклинали и нарушающей ее "зоне глубинных разломов".

Складчатые структуры более высокого порядка характеризуются линейной вытянутостью, параллельным друг другу расположением, асимметричностью с более крутым северо-восточным падением и определяются как складки поперечного изгиба [1]. Они сложены отложениями ниже- и верхнепермского возраста, отвечающими по составу терригенным породам черносланцевой формации (песчаники, аргиллиты, алевролиты с включениями углефицированных частиц и карбонатного материала). По границам распространения черносланцевых пород устанавливались и геологические границы Омчакского рудного узла.

Исследователями постулируется парагенетическая связь оруденения с кислым магматизмом позднемезозойского времени, представленным в виде интрузий и даек гранитоидного состава [1, 2]. Распространено также представление о месторождениях узла как об особых рудно-магматических пучках с глубоко залегающими корнями [1]. Отводя первую роль связи с магматизмом, все исследователи тем не менее признавали и определяющую роль разрывных структур в локализации золотого оруденения, развивающихся в послескладчатый этап. Однако до сих пор не был использован системный подход к диагностике этих разрывных структур, не была установлена последовательность изменений разновозрастных структурных планов.

В общепринятом разделении разрывных структур на рудоконтролирующие, рудоподводящие, рудораспределяющие и рудовмещающие тектонофизический анализ полей напряжений рудного этапа позволяет обосновать существование и нахождение в определенных структурно-геометрических соотношениях лишь рудовмещающих разрывов и сопряженного с ними в пределах одного рудного поля рудоконтролирующего разлома, который авторы назвали магистральным (МРР) [3-5].

Обратимся к описанию стереологических реконструкций рудных полей коренных месторождений Омчакского рудного узла, выполненных по данным изучения трещиноватости, минерализованных и неминерализованных разрывов, а также даек различного возраста и состава. Присутствие последних является характерной чертой каждого рудного поля. Обработка результатов измерений производилась с помощью картографических сеток с использованием ряда приемов, позволяющих проводить идентификацию систем разрывов по генетическому и кинематическому типу и возрасту [6].

### Наталкинское рудное поле

Положение Наталкинского рудного поля в известной степени определяется последовательными концентрическими складчатыми структурами разного ранга и масштабности: Аян-Юрхского антиклинория, Тенькинской антиклинали и сочленения Наталкинской брахиантиклинали с одноименной брахисинклиналью. Это сочленение проходит по зоне разломов северо-западного простирания с разбросом ориентировок до  $15^\circ$ , обусловленным их принадлежностью к разновозрастным структурным планам, из которых неотектонический выражен наиболее ярко.

На рис.2 неотектонический план снят и оставлен лишь более древний разлом - Главный, который есть все основания считать МРР Наталкинское рудное поле. С поверхности этот разлом служит как бы границей рудного поля, так как за ним в западном направлении до нулевой отметки в лежащем крыле не прослеживается ни одно рудное тело. И не только все рудные тела, но и геохимические ореолы проявления золоторудной минерализации в приближении к этому разлому выклиниваются и затухают. МРР служит своеобразным барьером и при распределении даек различного состава, которые также выклиниваются вблизи него.

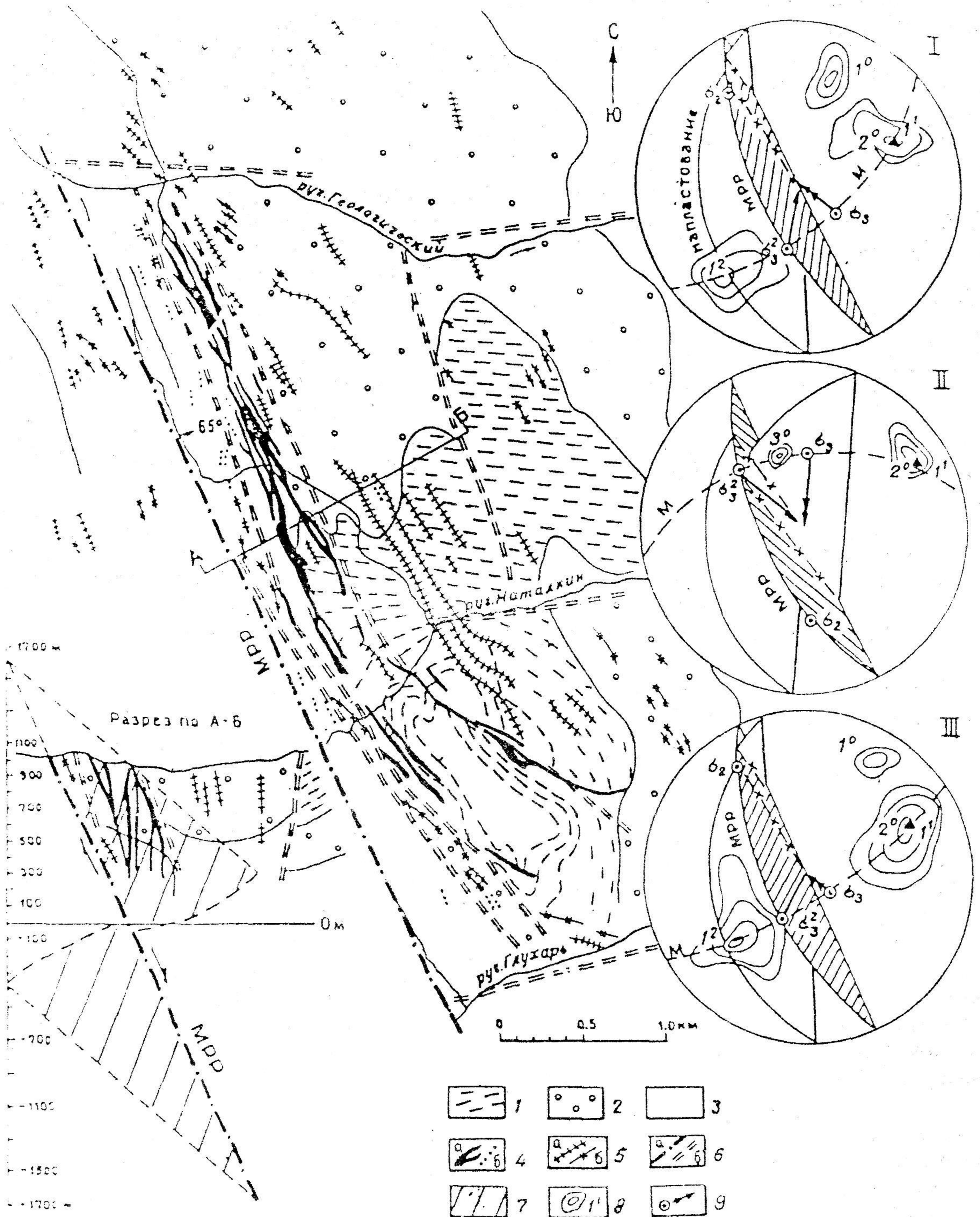


Рис.2. Интерпретация структуры рудного поля Наталкинского месторождения с позиций стереологических реконструкций (геологическая схема, разрез и круговые диаграммы (I-III), отражающие этапы тектономагматического развития МРР)

1-3 - отложения черно-сланцевой формации (1 - сланцы и глинисто-алевритовые песчаники нерючинской толщи; 2 - глинистые сланцы актанской свиты; 3 - углистые алевролиты тасской свиты); 4 - кварц-золоторудные зоны минерализации (а - промышленные содержания, б - следы); 5 - дайки (а - спессартитов, б - порфиритов); 6 - МРР Главный; 7 - рудовмещающие структурно-тектонические ловушки; 8 - изолинии полюсов систем рудных тел и даек; 9 - положение оси главных нормальных напряжений

Установлен кинематический тип Главного разлома - сброс, с незначительной сдвиговой составляющей. Эта разрывная структура претерпела в своем развитии три этапа, на каждом из которых имела вполне определенные особенности геодинамической природы [5]. На первом этапе Главный разлом контролирует распределение даек спессартитового состава. Анализ круговой диаграммы, фиксирующей их распределение и параметры, показывает, что на этом этапе разлом развивался как левый сбрососдвиг с зиянием при северо-западном направлении действия максимальных напряжений.

Переход ко второму этапу развития Главного разлома определился при изменении направления действия этих напряжений на южное, что обусловило передвижение висячего крыла разлома на юго-восток (по падению сместителя). Таким образом, Главный разлом на втором этапе сохранился, но представлял собою правосторонний сбрососдвиг уже с перекрытием, а не с зиянием. На этом этапе Главный разлом контролировал распределение даек порфиритов.

Третий этап развития Главного разлома характеризуется новым изменением направления оси максимальных напряжений, причем это направление совпадает с таковым для первого этапа, т.е. на третьем этапе Главный разлом вновь формируется как крутопадающий сбрососдвиг с зиянием. Именно третий этап явился рудоформирующим, о чем свидетельствует тот факт, что все рудные тела в структурно-геометрическом отношении являются содизъюнктивными системами Главного разлома как магистральной структуры.

Совпадение первого и третьего структурных планов определяет возможность обновления древних отрывных структур, занятых дайковыми телами спессартитов, и появление по ним золотого оруденения. Именно в этом заключается причина золотоносности спессартитовых даек.

Структурная ситуация третьего этапа была неблагоприятна для повторного приоткрывания порфиритовых даек, выполнивших отрывные структуры второго этапа, поскольку по этим направлениям развивались парагенезы разрывов взбросового типа, не дающие возможности раскрытию разрывных полостей.

На уровне современного эрозионного среза Главный разлом имеет протяженность около 6 км и максимальную амплитуду перемещения 150 м. Этих данных достаточно, чтобы рассчитать глубину, на которой разлом выклинивается. Исходя из структурно-геометрической модели Главного разлома (на третьем ведущем рудном этапе) как сброса (см. разрез на рис. 2) прогнозируется вторая, не известная и никем ранее не предполагаемая часть Наталкинского месторождения, которая представляет собой нижнюю структурно-тектоническую ловушку, соответствующую перекрестно-симметричной с верхней зоне содизъюнктивного растяжения. Разрабатываемая в настоящее время верхняя ловушка в висячем крыле разлома будет распространена до нулевой отметки. Вторая ловушка, уже в противоположном лежащем крыле Главного разлома, от нулевой отметки развивается на глубину до 3-3,5 км, на которой она должна полностью выклиниться. Напомним, что верхняя ловушка располагается в опущенном висячем крыле Главного разлома, а нижняя прогнозируется в его лежащем поднятом крыле [5].

Из структурно-геометрической модели Наталкинского месторождения очевидно, что сохранность запасов оруденения обеспечена высоким уровнем эрозионного среза: эрозии подвержена только самая верхняя часть верхней структурно-тектонической ловушки месторождения. Именно этим благоприятным условиям структурной позиции Наталкинского месторождения объясняется отнесение его к разряду уникальных.

### **Павликовское рудное поле**

Павликовское рудное поле и одноименное месторождение располагается непосредственно на южном продолжении Наталкинской брахисинклинали, в средних течениях ручьев Павлик и Ванино. Как и на Наталкинском месторождении, все известные рудные тела и минерализованные рудоносные зоны локализуются в висячем крыле разлома (см. рис. 1), который был выделен в качестве МРР и классифицирован как несогласный сброс. На поверхности

разлом трассируется руслом руч. Крутого (левый приток руч. Павлик) и находящимся с ним в створе безымянным правым притоком руч. Ванино. Протяженность Павликовского МРР вдвое меньше Главного разлома на Наталкинском месторождении, что объясняется более высоким положением уровня эрозионного среза Павлика по сравнению с Наталкой.

Если учесть, что Павликовский МРР, как и МРР Наталкинское месторождения, относится к сбросовому типу, то можно предположить, что вторая не вскрытая ловушка будет располагаться в лежащем крыле магистрального разлома. Точных данных о глубине ее залегания мы пока не имеем, но по теоретическим расчетам ее объем и запасы будут не меньшими, чем на Наталкинском месторождении.

### Омчакское рудное поле

Тесная пространственная связь коренных и россыпных месторождений золота является металлогенической закономерностью, также находящей свое объяснение в структурно-геометрической модели рудного поля. Примером тому может служить Омчакское рудное поле, включающее в качестве главного промышленного объекта россыпное месторождение золота Омчак и сохранившиеся от эрозии реликты бывшего коренного месторождения (см. рис. 1).

Омчакская россыпь распространяется почти на 20 км по р. Омчак от впадения в него руч. Наталка и ниже, за Павликовское месторождение, ниже руч. Надеждинского. Россыпь уже несколько раз перерабатывалась и до сих пор остается одной из богатейших.

Магистральный разлом Омчакского коренного месторождения, проходящий вблизи правого борта долины р. Омчак, сопровождается серией неотектонических нарушений. Он параллелен Главному разлому или МРР Наталкинское рудное поле, но имеет по сравнению с последним гораздо меньшую протяженность.

По кинематическому типу Омчакский разлом является сбросом с восточным падением, аналогичным Главному и Павликовскому МРР. Стереологическая реконструкция Омчакского рудного поля и его коренного месторождения показывает, что оно представлено самыми низами нижней структурно-тектонической ловушки, залегающей в лежащем крыле, и перспектив на глубину не имеет.

### Объемная модель Омчакского рудного узла

Объемную структурно-геометрическую модель Омчакского рудного узла пока что можно представить лишь схематически как масштабное изображение моделей МРР трех представляющих его месторождений и их рудных полей в проекциях по простиранию МРР (рис. 3) и вкрест их простирания (рис. 4). Реконструкция эллипсоидов МРР, выполненная на основании установленных параметров косых сечений сместителя на современной поверхности и элементов залегания разломов, четко показала их разное положение по отношению к уровню современного эрозионного среза.

На этой сводной модели рудного узла наглядно видна структурная позиция оруденения и перспективы каждого из объектов. Наиболее сохранным представляется Павликовское месторождение, чуть менее - Наталкинское. Оба месторождения представлены двумя ловушками, расположенными практически одна под другой в вертикальном сечении. Омчак эродирован почти до основания нижней ловушки, преобразовавшись в богатую Омчакскую россыпь.

Наиболее богатая часть месторождения, естественно, будет сосредоточена в центральной части его эллипсоидальной модели, на максимальных амплитудах смещения, что соответствует наиболее раскрытой части структуры; верхняя ловушка до определенной глубины увеличивается в объеме и в размерах за счет увеличения числа и протяженности трещин и разрывов отрывного типа. Именно в этой части структурно-морфологический тип

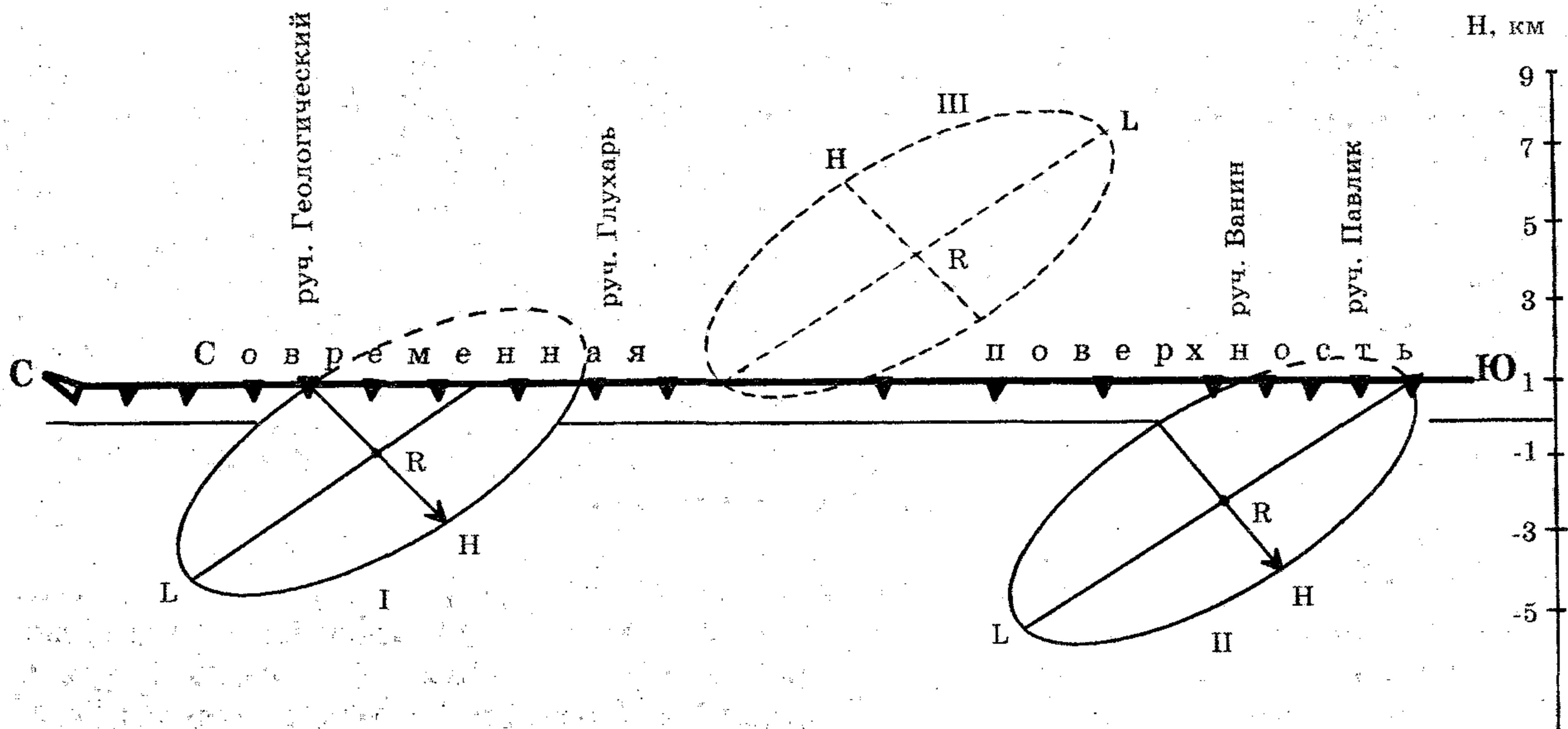


Рис. 3. Проекция на вертикальную плоскость сместителей МРР коренных месторождений Омчакского рудного узла, отражающие размер их эрозионного среза  
I-III - см. рис.1

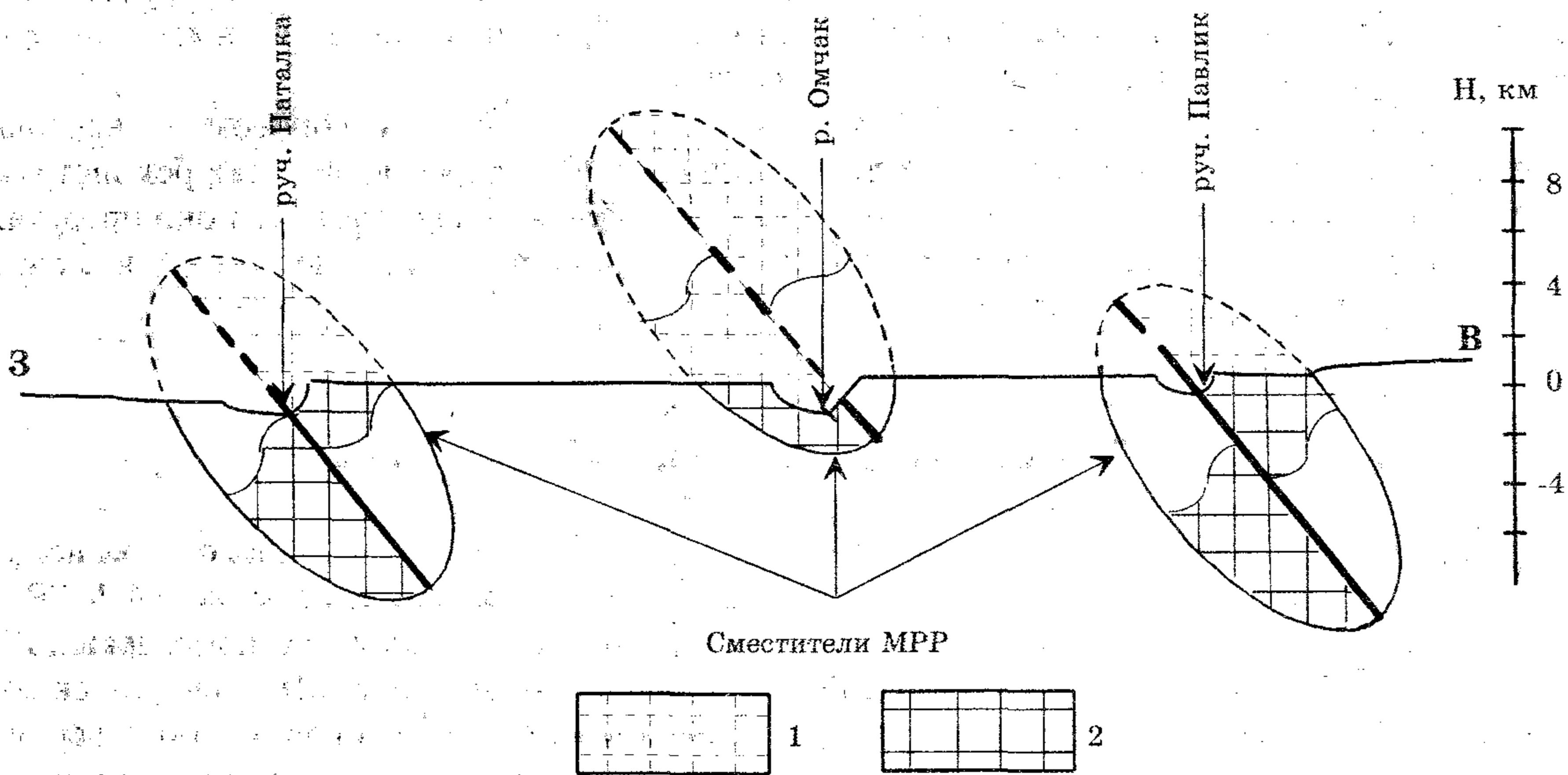


Рис.4. Разрезы вкрест простирания МРР, отражающие по отношению к уровню эрозионного среза залегание эродированных (1) и сохранившихся (2) рудовмещающих структурно-тектонических ловушек коренных месторождений Омчакского рудного узла

руд изменяется с прожилково-вкрапленного на жильное. Подтверждением служит появление на месторождении Наталка на горизонтах глубже 550 м слепых рудных тел, представленных кварцевыми жилами мощностью иногда до 3 м с содержанием золота более высоким, чем в рудах прожилково-вкрапленного типа.

Структурно-геометрическое моделирование позволяет установить не только расположение по разрезу, но и контуры второй ловушки, поскольку она представляет собой как бы опрокинутое зеркальное отражение первой.

Пример коренных месторождений Омчакского рудного узла интересен также тем, что ввиду наклонного положения Главного разлома скрытое оруденение в лежащем крыле оказывается непосредственно под разведанной и эксплуатируемой частью месторождения, что позволит в будущем надеяться на минимальные разведочные затраты.

Благоприятная ситуация складывается и по распределению наиболее богатых руд в верхней части второй ловушки, а выклинивание рудных тел и переход их снова в прожилково-вкрапленный тип ожидается уже на более значительной глубине.

### Заключение

Рудное поле моделируется как система влияния МРР, включающего две структурно-тектонические ловушки, две зоны содизъюнктивного растяжения, соответствующие двум равнозначным в структурном отношении частям месторождения. Таким образом, по нашим представлениям, понятия рудного поля и месторождения очень близки. Границы месторождения как промышленной категории определяются распространением рудных тел с промышленными содержаниями рудных компонентов.

Собственно месторождением следовало бы считать ту часть рудного поля, которая соответствует двум зонам растяжения и является оруденелой (по кондиционным параметрам). Месторождение же, таким образом, изначально представляет собой две структурно равноценные части, одна из которых может быть уничтожена в процессе эрозии или остаться скрытой на глубине, порою достаточно значительной.

Стереологический анализ рудных полей и рудных узлов на основе выделения МРР, определения его параметров и уровня эрозионного среза позволяет объективно оценить такие установившиеся понятия рудной геологии, как глубины рудообразования, вертикальный размах оруденения, прямая и обратная зональность, глубина эрозионного среза, замкнутость и открытость системы рудоотложения. Однако эти вопросы требуют более детального рассмотрения, что не может быть выполнено в рамках настоящей статьи.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Калинин А.И. Структуры месторождений золота и серебра Северо-Востока России // Отечеств.геол. 1992. № 9. С. 21-29.
2. Минералогия и генетические особенности золото-серебряного оруденения северо-западной части Тихоокеанского обрамления / Н.А.Шило, М.С.Сахарова, Н.Н.Кривицкая. М.: Наука, 1992. 256 с.
3. Мишин Н.И., Степина З.А. Структурно-геометрические закономерности локализации золото-серебряного оруденения Северо-Востока СССР // Зап.Ленингр.горн. ин-та. 1990. Т. 121. С. 26-36.
4. Мишин Н.И., Степина З.А. Формирование структур жильных рудных полей магистральным рудоконтролирующим разломом (МРР) // ДАН СССР. 1992. Т. 323. С. 349-353.
5. Мишин Н.И., Степина З.А. Универсальная модель структуры рудных полей в приложении к месторождениям золота // Зап. Санкт-Петербур. горн. ин-та. 1993. Т. 137. С. 39-48.
6. Разрывные нарушения угольных пластов (по материалам шахтной геологии) / И.С.Гарбер, В.Е.Григорьев, Н.И.Мишин и др. Л.: Недра, 1979. 190 с.