

## Экология. Природные ресурсы

В.А. Степанов, А.В. Мельников, М.Ю. Носырев,  
А.И. Дементенко

### РУДОНОСНОСТЬ ЗЕЯ-ГИЛЮЙСКОЙ СТРУКТУРЫ ЦЕНТРАЛЬНОГО ТИПА

*Within the limits of the Upper Priamurye and according to geomorphologic, geological and geophysical facts, it was founded the separation of Zeya-Gilyuiskaya central type's structure (CTS) according. It was shown that it is the through-crusted structure of ancient layer which have passed the series of activation stages, mostly of Mesozoic age. Ore-bearing process of CTS was characterized, deposits of gold, copper, nickel, graphite and other minerals regularly take place within the bounds of this structure, also there were founded diamonds' grains. It's supposed that platinum- and gold-ore copper-nickel mineralization, gold placers, graphite deposits and diamonds' discovery have the most practical importance.*

#### Введение

В последние десятилетия наблюдается повышенный интерес исследователей к рудоносности крупных кольцевых, вихревых или спиральных структур центрального типа (СЦТ) в связи с их возможным сквозькоревым, мантийным заложением. Изучение рудоносности таких структур отвечает основным принципам нелинейной металлогении, главная цель ее – выявление закономерностей размещения и формирования в структурах земной коры рудных месторождений, для которых устанавливается или предполагается мантийное происхождение [23]. Из работ отечественных геологов наиболее широко известны работы В.В. Соловьева, установившего на территории бывшего СССР ряд разноранговых структур [15]. В пределах Верхнего Приамурья изучением СЦТ и их рудоносности в разное время занимались Н.П. Романовский, Е.А. Мясников, А.И. Дементенко, В.А. Степанов, А.В. Мельников и другие исследователи. Например, Н.П. Романовским выделена и детально охарактеризована Амурская мегаструктура центрального типа диаметром около 2000 км [14]. Ряд СЦТ меньшего размера, отвечающих Бамскому, Кировскому, Тыгда-Улунгинскому и Чагоянскому рудным узлам, был описан и оценен нами ранее [7, 16].

Зея-Гиллюйская структура центрального типа выявлена нами в верховьях р. Зея Верхнего Приамурья [18]. СЦТ диаметром около 200 км расположена на юго-восточной окраине Сибирской платформы между хребтами Становой и Тукурингра (рис. 1). Она выражена в рельефе в виде комплекса концентрических и радиальных линейментов. Внешним кольцевым ограничением служит ряд гребней водоразделов, обладающих крупным внешним и пологим внутренним склонами. Внутренние концентры и радиальные линейменты выражены направлением долин водотоков бассейна р. Гиллюй и Зея. По классификации В.В. Соловьева ее следует отнести к кольцевой макроморфоструктуре тектоно-магматогенного происхождения, уходящей корнями в астеносферу (астенокон) [15].

#### Геологическое строение структуры

В пределах рассматриваемой структуры обнажены породы широкого возрастного диапазона – от архея и протерозоя до кайнозоя (рис. 2). Наиболее древними образованиями являются гнейсы и кристаллические сланцы раннего архея, метаморфизованные в амфиболитовой, а местами – в гранулитовой фации. Метаморфиты прорваны

интрузиями гранитоидов, базитов и гипербазитов широкого возрастного диапазона – от архея до раннего мела. Отмечаются небольшие проявления вулканитов среднего и кислого состава мелового возраста. Кайнозойские образования представлены рыхлыми осадками неоген-четвертичного возраста.

Наблюдаются определенные закономерности в геологическом строении структуры, обусловленные ее концентрически-зональным и секторно-блоковым каркасом. Так, в ядерной части структуры, ограниченной внутренним концентрическим разломом, преимущественно развиты гнейсы и кристаллические сланцы раннего архея, а также крупные интрузии гранитоидов раннего протерозоя. Вдоль северной и западной границ внутреннего концентра располагаются небольшие интрузии дунит-троктолит-габбрового состава (Ильдеус, Луча). Во внешней зоне СЦТ интрузии базит-гипербазитового состава менее распространены. Отметим лишь серию малых интрузий, силлов и даек кортландит-пироксенит-габбрового состава, расположенных в юго-западном секторе структуры. На смену им пришли крупные интрузии гранодиоритов и гранитов юрского времени, особенно широко развитые в северной части СЦТ. По периферии структуры спорадически рассеяны небольшие ареалы вулканитов раннего мела. В юго-восточном, опущенном секторном блоке размещается западный фланг Верхнезейской депрессии неоген-четвертичного возраста. В целом наблюдается отчетливо выраженная смена древних образований ядра структуры более молодыми, преимущественно мезозойскими образованиями, развитыми на ее периферии.

#### Геофизические поля

В поле силы тяжести отчетливо выражено ядро СЦТ, ограниченное внутренним концентрическим разломом. В его пределах наблюдается повышение поля силы тяжести на величину 10-15 мГл. Предположительно ядро структуры на глубине сложено крупными массами базит-гипербазитового состава. Периферия СЦТ отличается меньшим повышением поля силы тяжести, а ее ограничения совпадают с градиентными зонами поля (рис. 3).

Внутреннее ядро СЦТ выделяется также в магнитном поле, магнитные аномалии достигают здесь тысяч нанотесл. К периферии структуры напряженность магнитных аномалий уменьшается, но все же с юга и запада превышает магнитное поле обрамления СЦТ на величину 100-400 нТл. Концентрация магнитных аномалий в пределах ядра СЦТ объясняется наличием интрузий базит-гипербазитового состава, а также сильно магнитных гранодиоритовых интрузий мезозойского возраста.

На картах изолиний содержания калия, урана и тория отчетливо видно, что повышенные содержания этих элементов (калия до 3-4%, урана до  $5 \times 10^{-4}\%$ , тория до  $210^{-3}\%$ ) расположены по периферии структуры. Отдельные наиболее контрастные аномалии указанных элементов приурочены к кольцевым и радиальным разломам – особенно часто к субширотному радиальному и внешнему кольцевому, а также к местам их пересечения.

Судя по профилям глубинного сейсмического зондирования, для Зея-Гиллюйской СЦТ характерна повышенная мощность земной коры: до 43-45 км на фоне 36-42 км. К югу от ее внешней границы происходит резкое, ступенчатое изменение мощности коры, а в остальных направлениях – постепенное [4, 11]. Скоростные характеристики верхней мантии стандартные:  $V_r = 8,1$  км/с. Однако с севе-

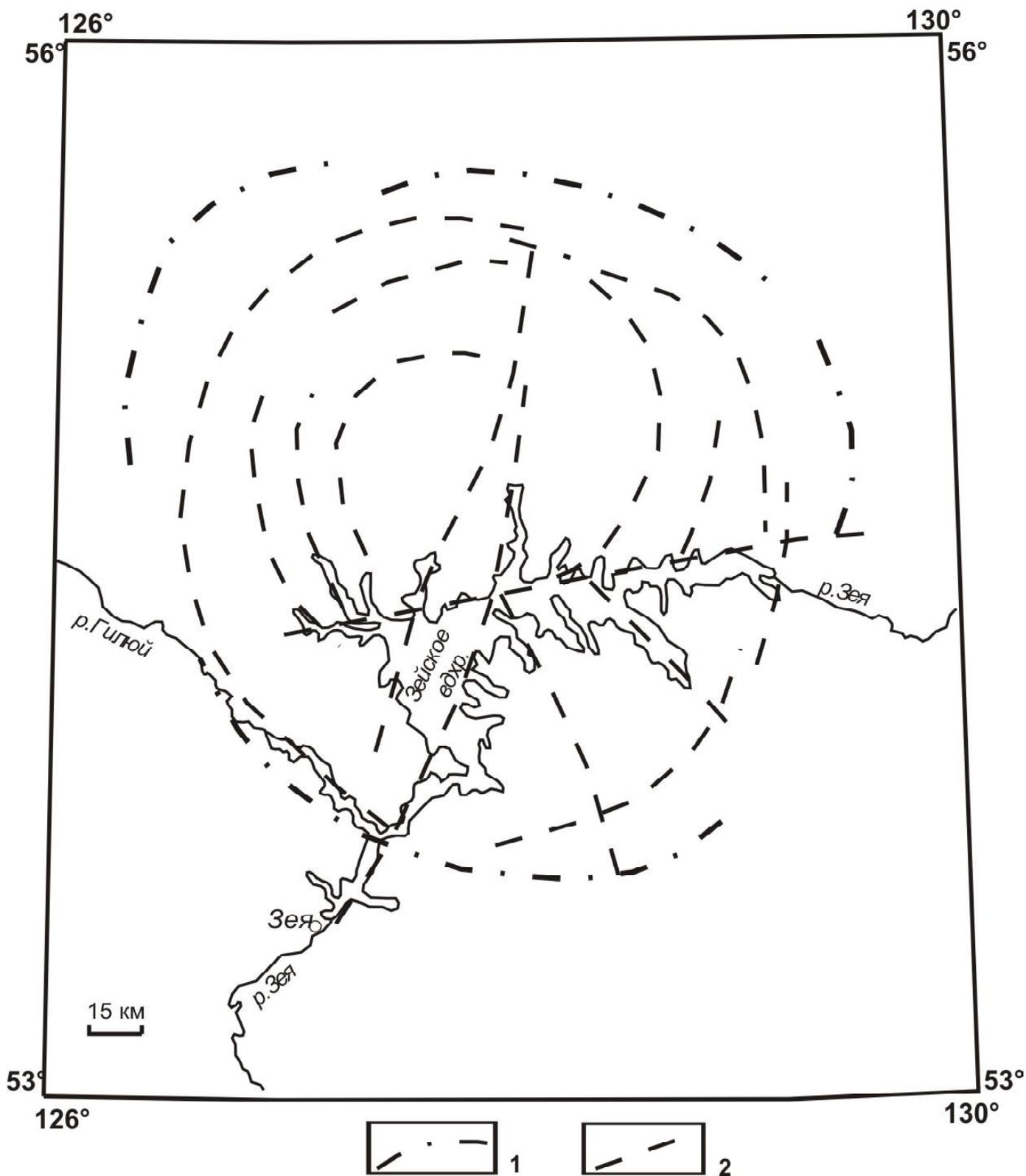


Рис. 1. Зейя-Гиллойская морфоструктура центрального типа:

1-2 – кольцевые и радиальные линеаменты, выраженные в гребнях водоразделов (1) и долинах водотоков (2).

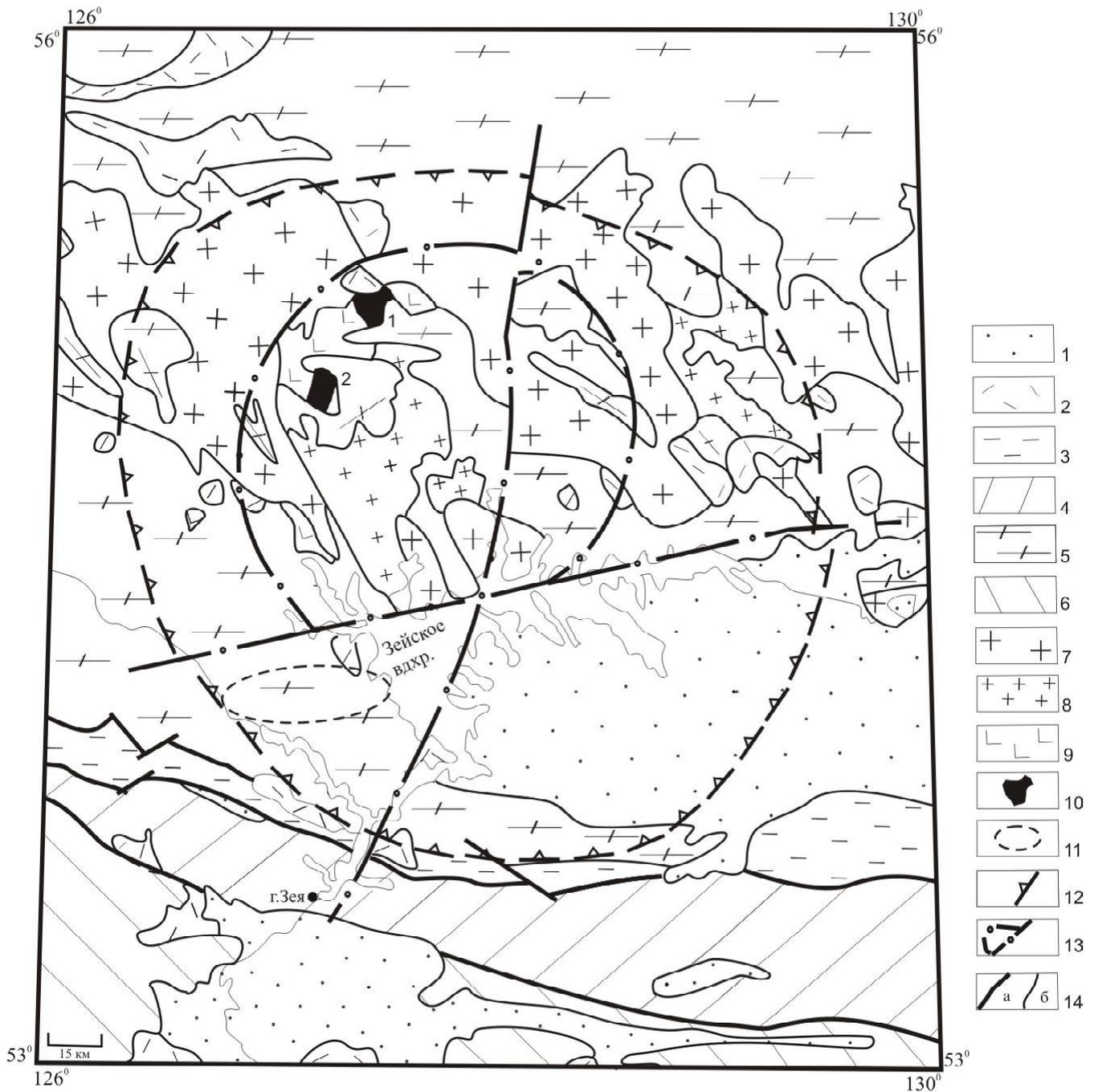


Рис. 2. Геологическое строение Зейя-Гильюйской структуры центрального типа<sup>^</sup>

1 – песчано-глинистые отложения неоген-четвертичного возраста; 2 – вулканиты раннего мела; 3 – флишевые и песчано-глинистые осадки триасового и юрского возраста; 4 – комплекс зеленосланцевых толщ раннего палеозоя, прорванный диоритами и габбро среднего-позднего палеозоя; 5 – гнейсы и кристаллосланцы раннего архея; 6 – комплекс пород Буреинского срединного массива, представленный среднепалеозойскими терригенно-карбонатными и юрскими терригенными толщами, прорванными интрузивами палеозоя и мезозоя; 7 – гранитоиды юрского возраста; 8 – гранитоиды раннего протерозоя; 9 – базиты и ультрабазиты раннего протерозоя; 10 – интрузии дунит-троктолит-габбрового комплекса (1 – Лучанский, 2 – Ильдеуский); 11 – ореол распространения интрузий, силлов и даек кортландит-пироксенит-габбрового комплекса; 12 – контур Зейя-Гильюйской СЦТ; 13 – кольцевые и радиальные разломы Зейя-Гильюйской СЦТ; 14 – прочие разломы(а), геологические границы (б)

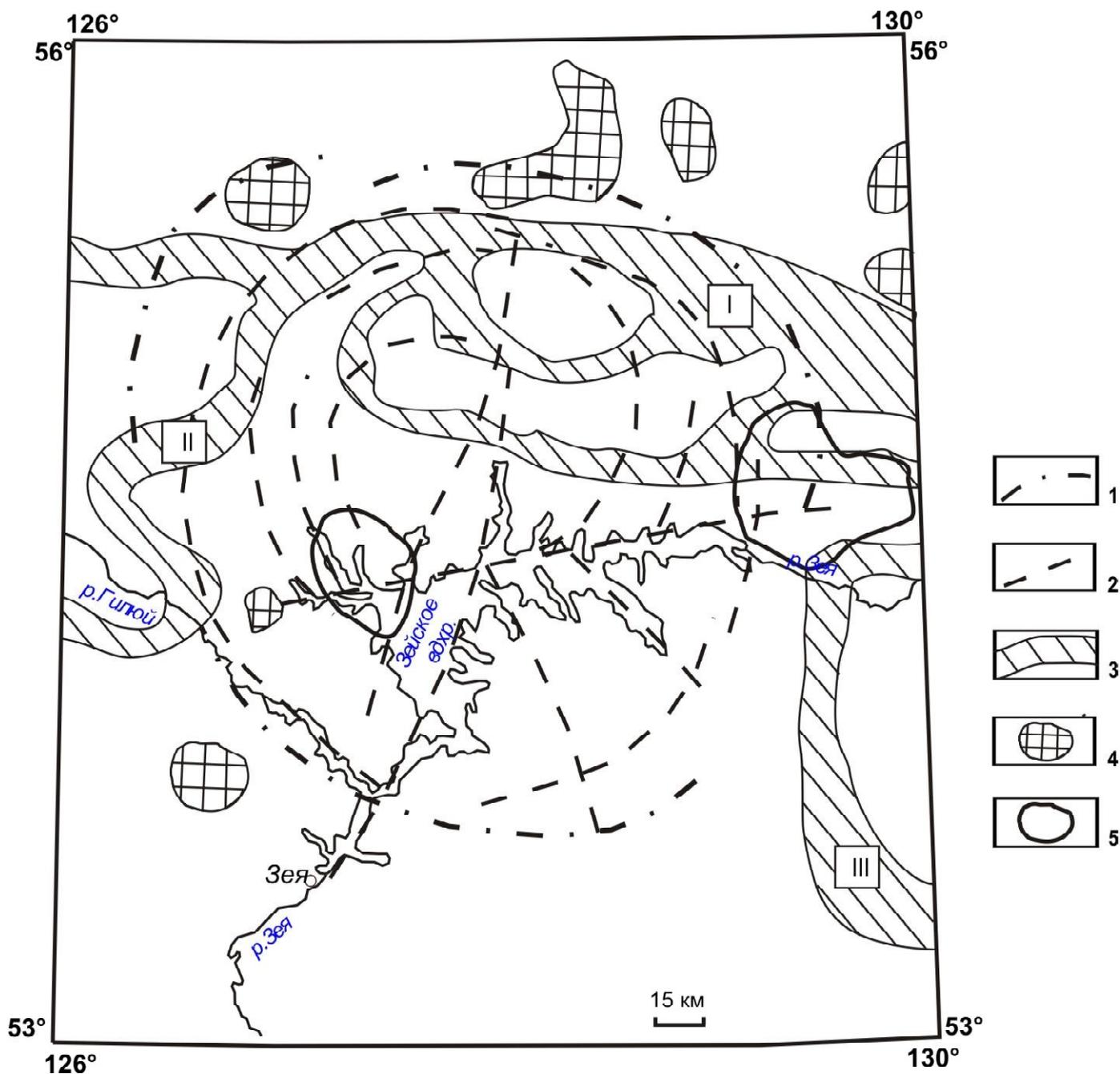


Рис. 3. Геофизическая характеристика Зейя-Гилойской структуры центрального типа:

1 – кольцевые разломы; 2 – радиальные разломы; 3 – региональные зоны градиентов поля силы тяжести максимальной амплитуды (десятки мГл) (I – Становая, II – Монголо-Охотская, III – Селемджа-Сугджарская); 4 – локальные минимумы поля силы тяжести, связанные с центрами мезокайнозойского магматизма; 5 – максимумы магнитного поля, связанные с центрами мезокайнозойского магматизма.

ра и запада СЦТ ограничена блоками с пониженной плотностью пород верхней мантии, а с юга – с повышенной [1, 9]. В нижней части земной коры, с глубин 33-35 км и до границы Мохо, под СЦТ выделяются блоки с аномально высоким отношением  $V_p/V_s$ , достигающим 1,85-1,9. Это свидетельствует о начале базификации нижней части земной коры в границах выделяемой нами структуры в отличие от окружающих ее площадей.

**Рудоносность структуры**

Зейя-Гилойская структура богата полезными ископаемыми. В ее пределах известны россыпи золота Дамбукинского, Брянтинского, Сугджарского, Сутамского и Журбанского узлов. Широко представлены проявления и неболь-

шие месторождения золота, а также проявления никеля и меди, железа, полиметаллов, молибдена, вольфрама, титана, графита; известны находки алмазов (рис. 4). В размещении полезных ископаемых наблюдаются определенные закономерности. В приядерной части СЦТ, ограниченной внутренним концентром, расположены рудопроявления золота, меди, никеля молибдена и вольфрама. Россыпи золота развиты ограниченно, располагаясь вблизи внутреннего концентрического разлома.

В периферической зоне, СЦТ наряду с рудопроявлениями и небольшими месторождениями золота типа Золотой Горы, широко развиты богатые россыпи золота. Из них, начиная с конца XIX в., добыто несколько сотен тонн металла. Кроме того, здесь известны месторождения

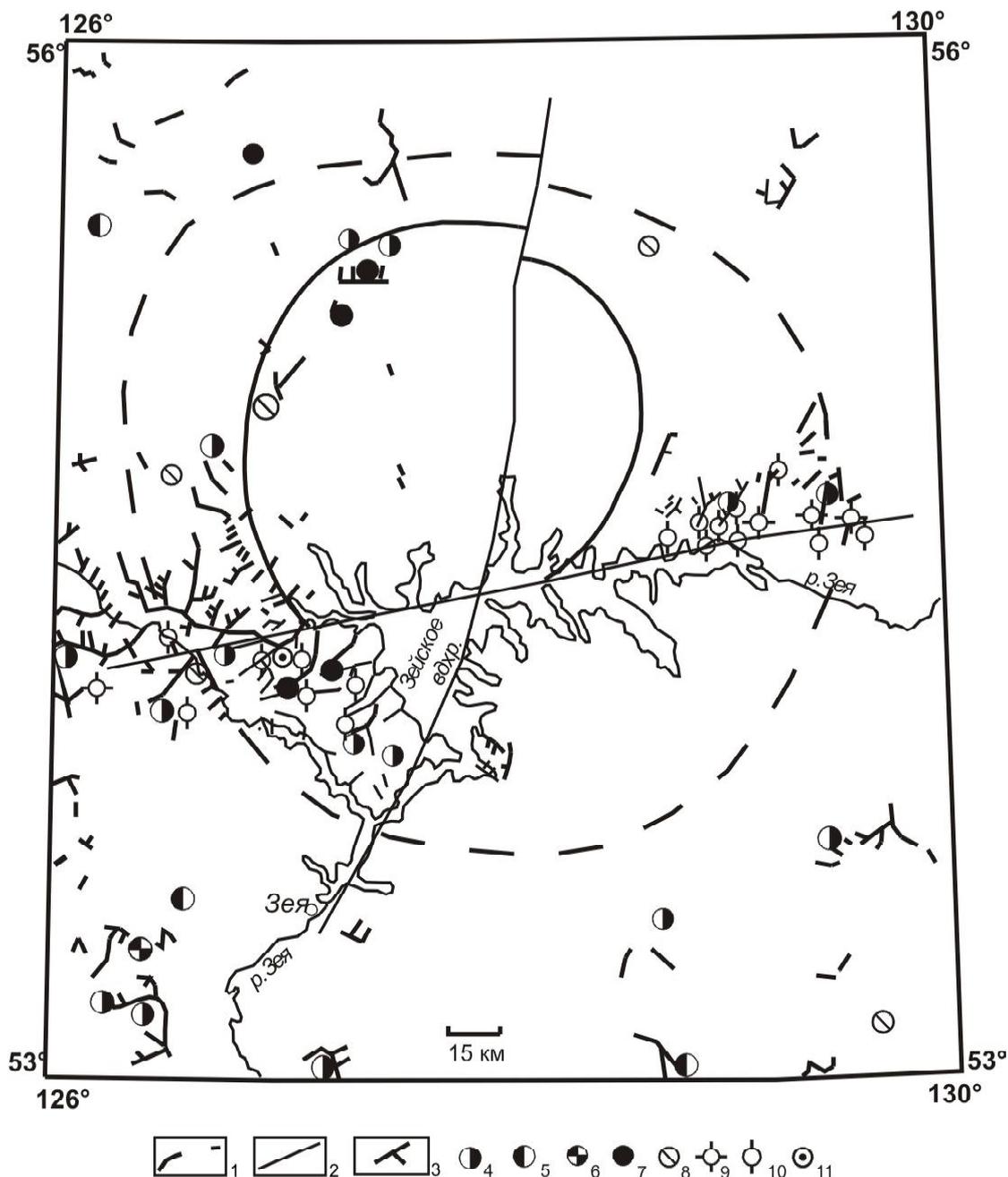


Рис. 4. Схема рудоносности Зейя-Гилуйской структуры центрального типа:

1 – кольцевые разломы; 2 – радиальные разломы; 3 – россыпные месторождения золота; 4-11 – месторождения: золота (4), меди (5), свинца, цинка (6), никеля и меди (7), молибдена, вольфрама (8), железа (9), графита (10); 11 – места находок алмазов.

и рудопроявления железа, меди и никеля, молибдена и вольфрама. Отметим также многочисленные проявления графита, а также находки кристаллов алмаза. Эта зональность, по-видимому, обусловлена не только сменой типов эндогенного оруденения от центра структуры к ее периферии, но и концентрацией россыпей золота в относительно опущенных, краевых частях СЦТ.

Своеобразен юго-восточный опущенный секторный блок структуры, перекрытый рыхлыми осадками неоген-четвертичного возраста. В его пределах известны лишь немногочисленные россыпи золота Журбанского узла. В пределах этого блока можно ожидать наличия богатых погребенных россыпей золота, по параметрам адекватных россыпям золота Дамбукинского узла, располагающихся в симметрично расположенном юго-западном секторном блоке СЦТ.

Из полезных ископаемых СЦТ наиболее интересны в

практическом отношении платино- и золотосодержащее сульфидное медно-никелевое оруденение, россыпи золота, проявления графита и находки алмазов.

#### Медно-никелевое оруденение

Медно-никелевое оруденение Зейя-Гилуйской СЦТ принадлежит сульфидной платиноидно-медно-никелевой формации [12]. Генетически оно связано с двумя базит-ультрабазитовыми комплексами – дунит-троктолит-габбрового и кортландит-пироксенит-габбрового состава. Первый из них представлен рудоносными интрузиями Ильдеус и Луча, расположенными в северной части ядренной зоны рассматриваемой структуры. Эти интрузии имеют небольшие размеры (десятки и первые сотни кв. км). Они сложены грубо слоистыми дунитами, троктолитами, оливиновыми габбро, анортозитами, пироксенитами, габбро-норитами и габбро. Для пород свойственны

высокая магнезиальность и глиноземистость при низком содержании титана, фосфора и щелочей и недосыщенности кремнеземом [6]. Рассмотрим никеленосность этих интрузий на примере массива Луча. Он сложен троктолитами и оливиновыми габбро с пластообразными обособлениями меланократовых троктолитов и плагиоклазовых дунитов. В плане интрузив представляет собой слабо вытянутый овал размером 21\*12 км. Жильная серия представлена габбро-диабазами, пегматоидными габбро, пироксенитами и перидотитами. Сульфидная медно-никелевая минерализация образует как сингенетичную вкрапленность в меланократовых породах, так и прожилково-гнездовые выделения в габбро-норитах и пегматоидных габбро. Среди сульфидов преобладают пирротин, халькопирит и пентландит, отмечаются кубанит, валлериит, бравоит и виоларит. Содержание никеля в отдельных штуфах достигает 0,4% (М.Ю. Носырев и др., 2001).

В северо-западной части Лучанского массива прогнозировалось выявление Зейского (Лучанского) медно-никелевого месторождения [5]. Месторождение приурочено к апикальной части интрузии. Она сложена оливиновыми габбро-норитами с прослоями кортландитов и вебстеритов (рис. 5). Здесь выявлено 7 сульфидоносных зон значительной протяженности (до 1 км) и мощности (75-150 м). Оруденение представлено вкрапленностью и прожилками пирротина, пентландита и халькопирита с примесью более поздних выделений виоларита и пирита. Оруденение эпигенетическое, приуроченное к зонам трещиноватости северо-восточного простирания. Содержания никеля в штучных пробах достигает 0,5%, меди – 0,4%, кобальта – 0,1%. Прогнозные ресурсы оцениваются на уровне крупного месторождения никеля.

Возраст Лучанского массива ранее оценивался как

раннепротерозойский [3]. Но в последнее время появились новые данные о раннемезозойском, триасовом возрасте, они получены в результате U-Pb-изотопных исследований цирконов, морфология которых указывает на их магматическое происхождение. Конкордантный возраст цирконов составляет  $248 \pm 1$  млн. лет [2].

Кортландит-пироксенит-габбровые небольшие (до 5 кв. км) интрузии, силлы и дайки с сульфидным медно-никелевым оруденением выявлены в юго-западном секторном блоке Зей-Гиллюйской структуры [8, 19, 21]. Они сложены главным образом кортландитами, роговообманковыми пироксенитами, горнблендитами, габбро-норитами и габбро. Роговообманковые базиты постоянно содержат сингенетичную вкрапленность сульфидов – пирротина, халькопирита и пентландита в количестве до 1-5%. Нередко этот показатель увеличивается до 10-20%, образуя эпигенетические прожилковые и массивные руды. В сингенетичных вкрапленных рудах содержание никеля обычно не превышает 0,3%, в эпигенетичных нередко достигает 3% (рудопроявления Никелевое и Стрелка).

Особенности медно-никелевого оруденения в роговообманковых базитах рассмотрены на примере рудопроявления Стрелка, расположенного в верховьях р. Ульдегит. Оно было открыто в 1964 г. при проведении поисковых работ на уран (В.М. Тихонов и др., 1964). В дальнейшем было установлено, что основное значение имеет сульфидное медно-никелевое оруденение [8]. Оно приурочено к дайке, сложенной роговообманковыми пироксенитами и горнблендитами (рис. 6). Мощность дайки – около 40 м. Она прослежена канавными пересечениями по простиранию на 1000 м, а по падению скважинами колонкового бурения на 200 м. Среди сульфидных руд выделяются сингенетичные вкрапленные и эпигенетичные – про-

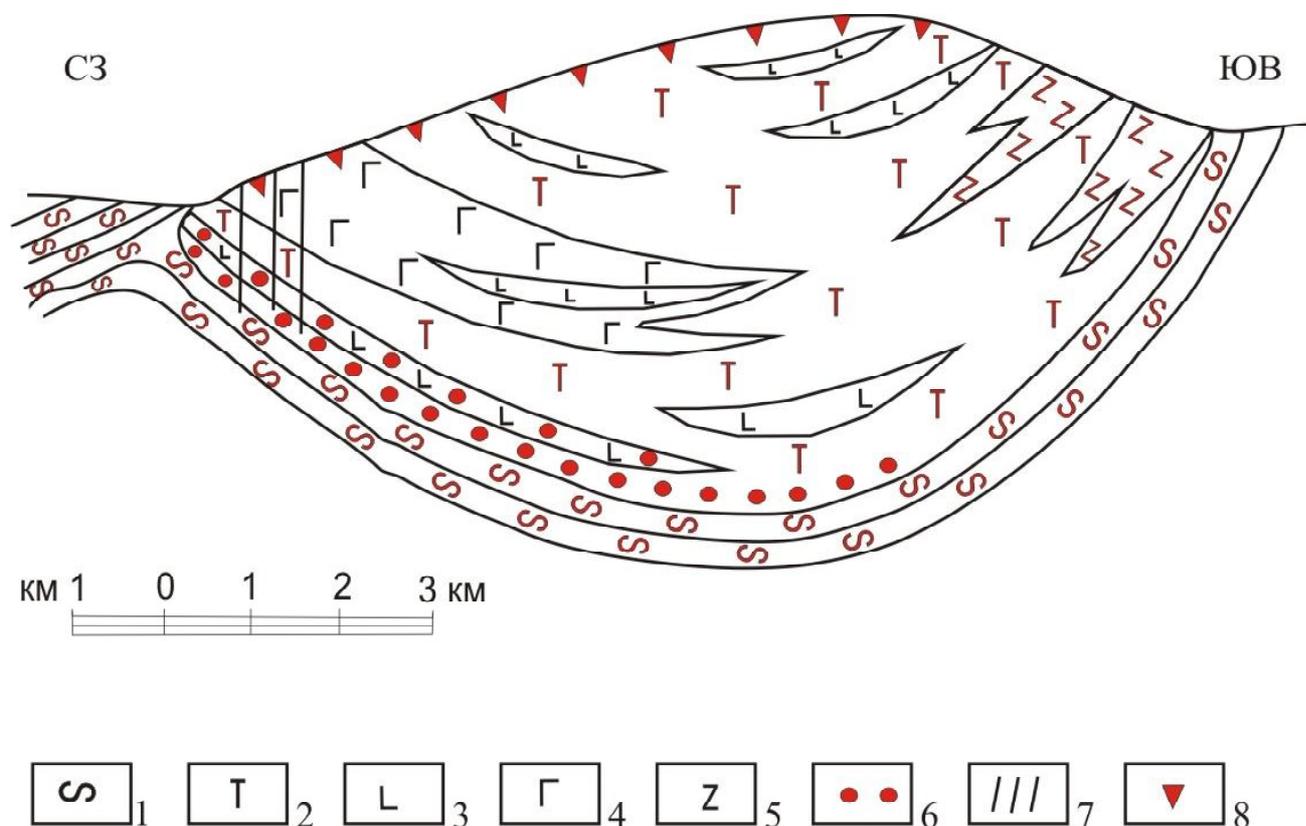


Рис. 5. Схематический геологический разрез Лучанского массива [5]:

1 – вмещающие амфиболиты и гнейсы верхнего архея, 2 – троктолиты, 3 – дуниты и перидотиты, 4 – оливиновые габбро-нориты, реже габбро-нориты и троктолиты, 5 – пегматоидные габбро, 6 – сингенетические медно-никелевые руды (предполагаемые), 7 – трещинные зоны с эпигенетическим оруденением, 8 – кенолиты покрывавших массив амфиболитов, превращенных в роговики.

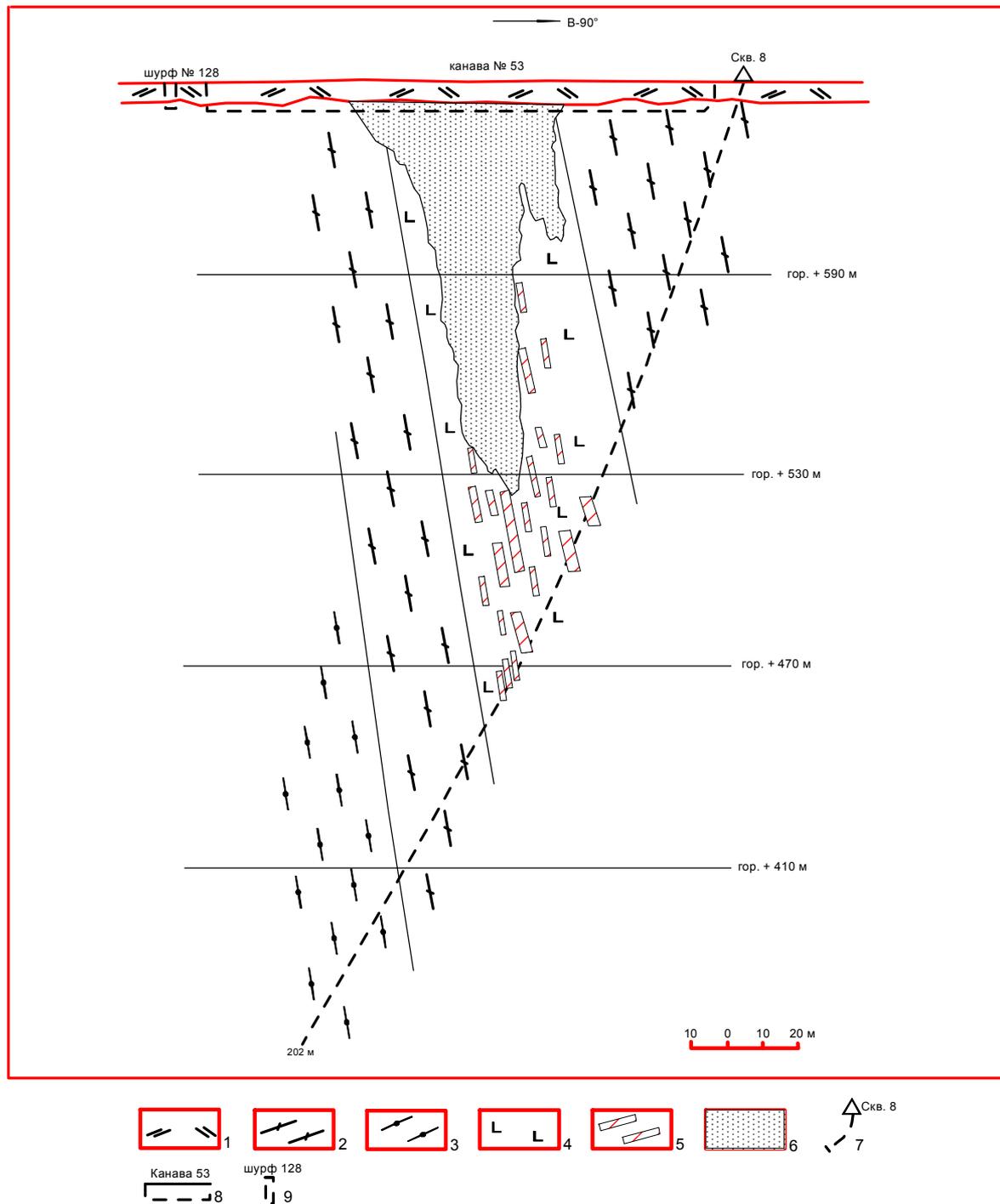


Рис. 6. Разрез рудопоявления Стрелка по данным В.М.Тихонова (1965 г.) с упрощениями и дополнениями по результатам осмотра керна скважины № 8:

1 – почвенно-растительный слой, 2 – гнейсы графит-биотитовые, расланцованные и брекчированные с вкрапленностью пирротина, 3 – амфиболиты, 4 – роговообманковые пироксениты и горнблендиты крупнозернистые, местами брекчированные с прожилково-вкрапленной сульфидной минерализацией, 5 – сплошные сульфидные руды, 6 – зона окисления гематит-графит-каолинового состава, 7 – скважина, 8 – канава, 9 – шурф.

жилковые, брекчиевые и массивные. Эпигенетические руды иногда выходят за пределы дайки во вмещающие графит-содержащие гнейсы. Состав руд постоянный. Они сложены крупнозернистыми сульфидами: пирротин (90-95%), халькопиритом, пентландитом, пиритом, с примесью сфалерита, арсенопирита, галенита, молибденита и самородного золота. Самородное золото золотисто-желтого цвета, тонкое и дисперсное, имеет форму пластинок, комковидных зерен и округлых кристаллов размером 0,05-0,1 мм в поперечнике. Проба его меняется в широких пределах

от 700 до 940 промилле. По данным спектрального анализа, содержания полезных компонентов в кернах скважин достигают: медь – 0,7%, никель – 0,4%, кобальт – 0,1%. По данным пробирного анализа, содержание золота в сульфидных рудах достигает 0,78 г/т.

#### Россыпи золота

Строение и состав россыпей Зей-Гиллойской СЦТ рассмотрены на примере Дамбукинского россыпного узла.

В нем расположено около 200 россыпей золота. Россыпи аллювиальные, пойменные, долинные, террасовые, косовые, реже – погребенные. Возраст их современный и неоген-четвертичный. Наиболее крупные из них протягиваются на 25 км при ширине до 500 м. Но длина большинства не превышает 1-2 км при ширине 100 м. Мощность песков варьирует от 0,3 до 2,1 м, торфов – от 3 до 5 м, редко до 11 м. Глубина залегания золотоносного пласта погребенных россыпей достигает 40 м. Содержание золота в песках составляет 200-350 мг/м<sup>3</sup> (первоначально встречались содержания до 10 г/м<sup>3</sup>). Кроме золота, в песках постоянно отмечались (хотя и в небольших количествах) минералы элементов группы платины – железистая платина, сперрилит и иридосмины [17]. Золото в россыпях обычно крупное и высокопробное. Так, в самородном золоте из россыпей бассейна р. Ульдегит проба его меняется от 881 до 990‰. Среди примесей, кроме серебра, в нем постоянно отмечаются медь, железо и магний, часто встречается примесь палладия, реже – никеля и висмута.

К россыпеобразующим формациям Дамбукинского узла отнесены золото кварцевая и медно-никелевая [20]. Золото кварцевая формация традиционно считалась основным источником россыпного золота [13]. В ее пользу свидетельствует наличие в кварцевых жилах месторождений и рудопроявлений (Золотая Гора, Успенское, Горациевское и др.) свободного самородного золота высокой пробы, поступающего в россыпи вследствие деструкционных процессов. Но золото кварцевые месторождения и рудопроявления редки, запасы золота в них невелики в связи с небольшими параметрами рудных тел и низкими содержаниями золота. Поэтому в качестве альтернативной россыпеобразующей предложена золото- и платиносодержащая сульфидная медно-никелевая формация. Рудопроявления ее распространены гораздо шире. Они представлены дайками и силлами роговообманковых базитов и ультрабазитов в вкрапленной, прожилковой, брекчиевой и жильной сульфидной минерализацией. В составе рудных минералов преобладают пирротин, халькопирит и пентландит. В качестве примеси постоянно отмечается самородное золото, изредка – сперрилит, когультскит и самородная платина. Золото тонкое и дисперсное, проба его варьирует в широких пределах, с максимумом встречаемости в интервале 900-950‰. Содержание золота достигает десятых долей грамма на тонну. Несмотря на низкие содержания золота, значительные параметры рудопроявлений позволяют отнести сульфидную медно-никелевую формацию в число основных россыпеобразующих.

### Проявления графита

Проявления графита пользуются широким распространением в пределах юго-западного (Дамбукинский графитоносный узел) и северо-восточного (Бомнакский графитоносный узел) секторных блоков Зея-Гилуйской структуры. В Дамбукинском графитоносном узле известно 8 проявлений графита. Они приурочены к графитосодержащим парагнейсам нижнего архея. Пласты графитосодержащих гнейсов имеют мощность от первых метров до нескольких десятков метров (иногда до 100-150 м). Содержание графита обычно не превышает 10%. Наиболее перспективным является Дамбукинское проявление графита. Оно расположено в 10 км к западу от пос. Береговой. Вмещающими породами служат нижнеархейские биотитовые, биотит-роговообманковые, пироксеновые, гранат-биотитовые гнейсы и кристаллические сланцы, нередко подвергнутые процессам диафореза. Среди них выявлены и прослежены по простиранию две графитоносные залежи с промышленным содержанием графита (более 3%). Протяженность залежей достигает первых километров при мощности от десятков до ста метров. Основную часть залежей слагают графитистые гнейсы, представляющие собой серые и темно-серые породы с содержанием графита

до 10%. Графит – от мелкочешуйчатого, образующего порошкообразную серо-стальную массу, до среднечешуйчатого с металлическим блеском. По заключению лаборатории НПО «Союзнеруд» (г. Тольятти), руды представляют промышленный интерес. При проведении флотации получен концентрат с содержанием графита 54,8%, содержание графита класса +02 мм в концентрате составило 56%, извлечение его в концентрат – 89,5%. Прогнозные ресурсы графита по категории P<sub>2</sub> составили 17,3 млн. подвески 300 м [10].

В Бомнакском графитоносном узле выявлено 7 проявлений графита. Они представлены кварц-серицитовыми графитистыми сланцами раннего архея или метасоматическими кварцитами среди габброидов архейского возраста. Содержание графита варьирует от 10 до 35%. Пласты графитосодержащих сланцев и кварцитов имеют мощность до 100 м при протяженности до 2,4 км.

### Алмазы

Находка алмазов расположена в юго-западном секторном блоке Зея-Гилуйской структуры. Алмазы были обнаружены в протоочных пробах, отобранных из валунов и галек эклогитов и гранатовых амфиболитов в аллювиальных отложениях руч. Всехсвятского, правого притока р. Джалты. Всего из проб извлечено три зерна алмазов размером до 0,6 мм. В составе искусственного шлиха, содержащего алмазы, кроме преобладающего граната-андрадита, отмечаются пироксен и амфибол с существенной примесью рутила и сфена, а также ильменита и магнетита. Реже встречаются оливин, дистен, ставролит, циркон, шпинель, хромит и графит. Акцессорно отмечаются шарики никелистого железа и муассанит [22].

При кристаллографическом исследовании кристаллов алмазов установлено, что один из них представляет собой тетрагексаэдр, а второй, по-видимому, является частью кубического кристалла. По кристалломорфическим особенностям алмазы из эклогитов близки к алмазам из кимберлитовых трубок. Делается вывод о возможном выявлении в бассейне руч. Всехсвятского структур типа кимберлитовых диатрем с рутил-сфеновым алмазоносным эклогитовым субстратом, гранат которых представлен андрадитом [22].

### Заключение

Зея-Гилуйская кольцевая структура центрального типа хорошо выражена по геоморфологическим, геологическим и геофизическим данным. По всей вероятности, это сквозькорая тектоно-магматогенная структура древнего заложения, прошедшая ряд этапов активизации преимущественно мезозойского возраста. В пределах СЦТ закономерно располагаются месторождения золота, проявления никеля и меди, молибдена, вольфрама и других элементов. Наибольшее практическое значение имеет платино- и золотосодержащее медно-никелевое оруденение. Особое внимание следует уделить сульфидному медно-никелевому оруденению в роговообманковых базитах, представители которого успешно обрабатываются в Финляндии (Коталахти), Северной Корее (Самхэ, Тонсан) и на Камчатке (Шануч). Кроме того, отметим россыпи золота, в том числе прогнозируемые погребенные под рыхлыми осадками Верхне-Зейской депрессии, проявления графита и находку алмазов. Выявленные закономерности размещения полезных ископаемых в пределах Зея-Гилуйской структуры помогут целенаправленному проведению в ее пределах геолого-разведочных работ.

1. Брянский Л.И. Плотностная структура земной коры и верхов мантии восточной окраины Азиатского континента. – Владивосток: Дальнаука, 1995.

2. Бучко И.В., Сальникова Е.Б., Ларин А.М. и др. Возраст и геохи-

мические особенности ультрамафит-мафитового Лучинского массива (юго-восточное обрамление Сибирского кратона) // ДАН. – 2007. – Т. 413, № 5. – С. 651-654.

3. Геологическая карта Приамурья и сопредельных территорий. Масштаб 1:2500000. – Объясн. записка. – СПб.: Благовещенск; Харбин, 1999.

4. Егоров А.С., Чистяков Д.Н., Гурьев Г.А. и др. Глубинное строение типоморфных структур литосферы по данным геолого-геофизических исследований вдоль геотравверсов России // Разведка и охрана недр. – 2001. – № 1. – С. 2-10.

5. Зимин С.С., Моисеенко В.Г., Октябрьский Р.А. и др. Перспективы открытия новых медно-никелевых месторождений на Востоке России // Вестник ДВО РАН. – 1993. – № 4-5. – С. 98-103.

6. Медь-никеленосные габброидные формации складчатых областей Сибири. – Новосибирск: Наука. 1990.

7. Мельников А.В. Золоторудная минерализация Чагоянского рудно-россыпного узла (Верхнее Приамурье) // Генезис месторождений золота и методы добычи благородных металлов. – Благовещенск: АмурКНИИ; АО МО, 2002. – С. 66-67.

8. Мельников А.В., Степанов В.А., Гвоздев В.И. Рудопроявление Стрелка – представитель медно-никелевого и благороднометаллоносного оруденения в роговообманковых базитах (Верхнее Приамурье) // Вестник АМГУ. – 2007. – Вып. 37. – С. 111-116.

9. Менакер Г.И. Геолого-геофизическая и геотектоническая объемные модели «гранитно-метаморфического» слоя Забайкалья (в границах Читинской области) // Вопросы геологии и металлогении Читинской области. – М.: Недра, 1986. – С. 4-17.

10. Минерально-сырьевая база Амурской области на рубеже веков. – Благовещенск, 2000.

11. Мишенькин Б.П., Мишенькина З.Р., Анненков В.В. Глубинное сейсмическое зондирование на Бурейском массиве // Геология и геофизика. – 1987. – № 10. – С. 98-107.

12. Моисеенко В.Г., Степанов В.А. Платиноносные формации Дальнего Востока // ДАН. – 2003. – Т. 390, № 5. – С. 651-653.

13. Неронский Г.И. Типоморфизм золота месторождений Приамурья. – Благовещенск: АмурНЦ, 1998.

14. Романовский Н.П. Тихоокеанский сегмент Земли: глубинное строение, гранитоидные рудно-магматические системы. – Хабаровск: ИТИГ ДВО РАН, 1999.

15. Соловьев В.В. Структуры центрального типа территории СССР. – Л.: ВСЕГЕИ, 1978.

16. Степанов В.А. Геология золота, серебра и ртути. – Ч.2. Золото и ртуть Приамурской провинции. – Владивосток: Дальнаука, 2000.

17. Степанов В.А., Мельников А.В., Палажченко В.И. и др. Коренные источники платинометалльных россыпей-проваждений Дамбукинского узла Верхнего Приамурья // Тихоокеанская геология. – 2002. – Т. 21, № 4. – С. 69-78.

18. Степанов В.А., Мельников А.В., Носырев М.Ю. Зей-Гиллойская структура центрального типа // ДАН. – 2005. Т. 404, № 3. – С. 397-399.

19. Степанов В.А., Октябрьский Р.А., Гвоздев В.И. Малые интрузии гипербазитов и медно-никелевое оруденение Дамбукинского рудно-россыпного узла Верхнего Приамурья // ДАН. – 2006. Т. 409, № 6. – С. 868-871.

20. Степанов В.А., Рогулина Л.И., Мельников А.В. и др. Самородное золото в пироксенит-кортландитовых интрузиях с медно-никелевым оруденением и в россыпях Дамбукинского золотоносного узла Приамурья // Записки РМО. – 2006. – Ч. СXXXV, № 4. – С. 31-38.

21. Стриха В.Е., Степанов В.А., Родионов Н.И. Раннемеловая кортландит-пироксенит-габбровая ассоциация Верхнего Приамурья // ДАН. – 2006. – Т. 407, № 5. – С. 664-668.

22. Туговик Г.И., Сафронов П.П., Кирасирова В.И. Кристалло-морфологические особенности алмазов из рутил-сфеновых эклогитов // ДАН. – 1987. – Т. 297, № 1. – С. 187-191.

23. Щеглов А.Д., Говоров И.Н. Нелинейная металлогения и глубины Земли. – М.: Наука, 1985.

А.Н. Мирошниченко

### МЕДИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ОТКРЫТОЙ РАЗРАБОТКИ ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ И ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ

*In this work the mediko-ekologicheskaya estimation of influence of openwork of zolotorudnykh deposits of the Amur area is presented on an ok-ruzhayuschuyu environment and health of man in specific klimatogeografiche-skikh terms.*

Разработка полезных ископаемых открытым способом оказывает негативное влияние на важнейшие компоненты среды обитания: атмосферу (табл. 1), гидросферу (табл. 2), литосферу, которые, в свою очередь, комплексно воздействуют на организм человека. Кроме того, на человека оказывают влияние специфические климатогеографические условия Дальневосточного региона [5, 9, 13, 16, 17].

Актуальность работы состоит в том, что использова-

ние современных технологий извлечения золота предусматривает внедрение новых технологических разработок, оборудования, а также иных подходов охраны здоровья населения и средств защиты окружающей среды от хозяйственной деятельности. На Березитовом месторождении добыча золота ведется открытым способом, что позволяет механизировать труд. Извлечение металла осуществляется методом цианирования, оказывающим меньшее воздействие на окружающую природную среду по сравнению с другими способами золотодобычи [7, 8].

Результаты исследований позволят оценить медико-экологическое состояние и предложить программу по оздоровлению населения и улучшению качества окружающей среды при открытом способе разработки золоторудных месторождений в регионе.

Медико-экологическая ситуация на территории разработки Березитового золоторудного месторождения оценивается неоднозначно. В состоянии здоровья работающих отмечается относительно напряженная стадия, для которой характерны начальные изменения в организме в виде роста числа функциональных нарушений, а у наиболее восприимчивой части населения – новорожденных, детей раннего возраста, беременные женщины – предпато-

Таблица 1

### Основные загрязняющие вещества, поступающие в атмосферный воздух

Код	Вещество	Класс опасности	ПДК, м/р, мг/м <sup>3</sup>	Суммарный выброс	
				г/с	т/год
0301	Азот оксид (азота диоксид)	2	0,2	491,1	234,8
0328	Углерод черный (сажа)	3	0,15	0,33	9,7
0330	Сера диоксид	3	0,5	1,9	97,8
0337	Углерод оксид	4	5,0	53,74	158,1
0415	Углеводороды предельные C <sub>1</sub> -C <sub>5</sub>	-	50,0	1,31	0,03
2907	Пыль неорганическая >70% SiO <sub>2</sub>	3	0,15	0,002	0,013
2908	Пыль неорганическая: 70-20% SiO <sub>2</sub>	3	0,3	1385,2	1153,3
2909	Пыль неорганическая: до 20% SiO <sub>2</sub>	3	0,5	57,6	303,5
Всего				1991,182	1957,243