

## ГЕОЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЛИТОСФЕРЫ КОМСОМОЛЬСКОГО И БАДЖАЛЬСКОГО РУДНЫХ РАЙОНОВ ПО ДАННЫМ МТЗ

**В.Б. Каплун**

*Институт тектоники и геофизики им. Ю.А. Косыгина ДВО РАН, г. Хабаровск*

По результатам работ методом магнитотеллурического зондирования (МТЗ) построена пространственная геоэлектрическая модель литосферы Комсомольского и Баджальского рудных районов и их окружения. Показано, что в геоэлектрическом разрезе рудным районам соответствуют пониженные значения электрического сопротивления верхней мантии, проникающие в низы земной коры. Выявлены районы, которые могут быть перспективными на поиски рудных месторождений.

**Ключевые слова:** магнитотеллурическое зондирование, литосфера, геоэлектрическая модель, рудный район, Дальний Восток.

### ВВЕДЕНИЕ

Построение моделей глубинного строения рудных районов дает возможность выявить вероятные источники руд и каналы их поступления к местам локализации, а также дать прогноз для поисков новых месторождений. Магнитотеллурические методы позволяют изучить геоэлектрический разрез до глубин нескольких сотен километров, а удельное сопротивление горных пород в значительной степени зависит от таких параметров, как состав, структура, трещиноватость, пористость, влажность, температура и концентрация насыщающих поры растворов. Величина этих параметров и их взаимное соотношение играют важную роль как в процессе формирования рудного месторождения, так и в послерудный период его существования.

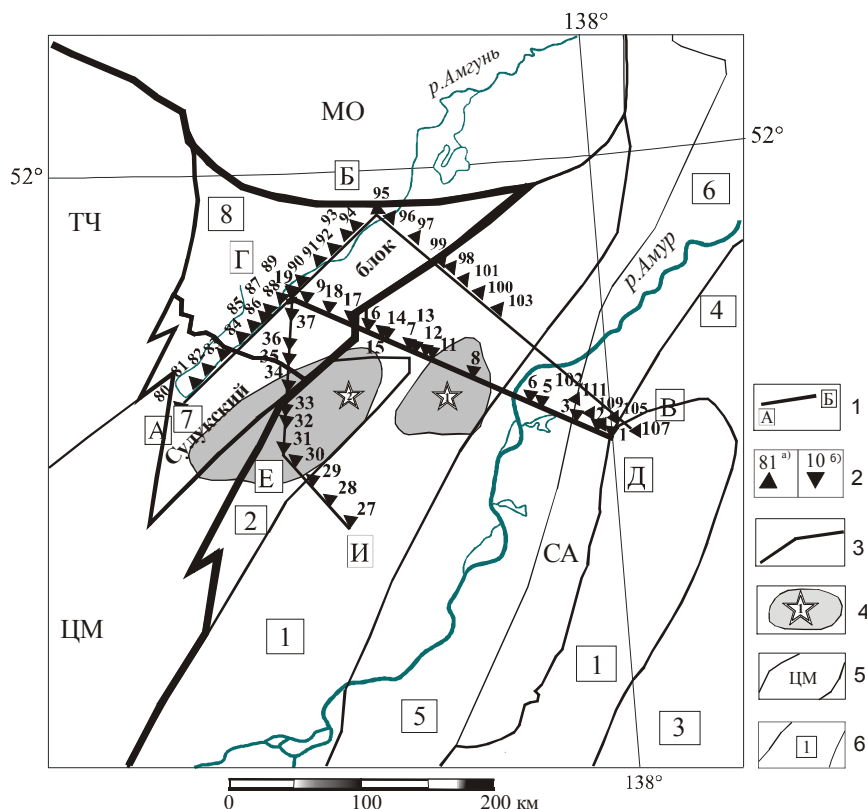
Изучение Комсомольского и Баджальского рудных районов и сопредельных территорий магнитотеллурическими методами начато в 1978 г. [23] и продолжено в 80-е годы [1]. Данные о геоэлектрическом строении сопредельных территорий получены при проведении магнитотеллурических зондирований вдоль зоны Байкало-Амурской магистрали (БАМ) [19]. Исследования показали большую сложность проведения МТЗ в условиях сильного влияния промышленных помех, приводящих к низкому качеству получаемых результатов. Использование современных методов обработки и анализа геолого-геофизических материалов, а также привлечение дополни-

тельных данных МТЗ [10] позволили построить объемную модель геоэлектрического строения Комсомольского и Баджальского рудных районов.

### ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РЕГИОНА

Комсомольский и Баджальский рудные районы, согласно тектонической схеме [11], расположены в зоне сочленения Центрально-Азиатского и Тихоокеанского складчатых поясов (рис.1). На изучаемой территории Центрально-Азиатский складчатый пояс (ЦАСП) представлен Цзямусы-Малохинганским и Турано-Чжангуцайлинским массивами, разделенными герцинскими и каледонскими образованиями, включая Сулукский (герцинский) блок, а Тихоокеанский – Монголо-Охотским и Сихотэ-Алинским орогенными поясами. Оба рудных района находятся в краевой северо-западной части Сихотэ-Алинского орогенного пояса, имеющего покровно-складчатое строение, осложненное сдвиговыми деформациями и крупными массивами анорогенных гранитоидов [6].

Граница между Центрально-Азиатским и Тихоокеанским складчатыми поясами представлена на севере Южно-Тукурингским и Пауканским разломами, а на востоке – Тунцзян-Куканской системой разломов. Значительное влияние на формирование рудных районов оказала Хингано-Охотская система разломов, представленная левосторонними сдвигами



**Рис. 1.** Схема изученности Комсомольского и Баджальского рудных районов методом МТЗ с элементами тектонического строения [11].

1 – линии профилей МТЗ; 2 – пункты МТЗ и их номера (а – [2], б – [19]); 3 – граница сочленения Центрально-Азиатского и Тихоокеанского складчатых поясов; 4 – рудные районы (цифры в звездах: 1 – Комсомольский, 2 – Баджальский); 5 – границы и обозначение массивов и орогенных поясов; 6 – границы и номера орогенных зон.

Массивы: ЦМ – Цзямусы-Малохинганский, ТЧ – Турано-Чжангуцайлинский. Орогенные пояса: СА – Сихотэ-Алинский, МО – Монголо-Охотский. Цифры в рамках – орогенные зоны: 1 – Самарко-Ванданская, 2 – Баджальская, 3 – Лужкинская, 4 – Тумнинская, 5 – Приамурская, 6 – Нижнеамурская, 7 – Баджальская вулканическая зона, 8 – Сулукский блок.

(Хинганский, Курский и др.). Наиболее молодыми являются северо-западные разломы, установленные главным образом по геофизическим данным.

Комсомольский и Баджальский рудные районы расположены по краям блоков повышенной мощности земной коры (40–42 км), по отношению к соседним районам. Рудные районы соответствуют купольным морфоструктурам и связаны с крупными вулканоплутоническими сооружениями. Различие этих рудных районов выражено в направленности вулканизма. В Баджальском рудном районе вулканизм развивался от среднего к кислому и характеризуется литофильной минерализацией, а в Комсомольском рудном районе вулканизм имеет сидерофильную и халькофильную минерализацию и развивался антидромно по схеме липарит–андезит [22]. В гравитационном поле рудные районы расположены в краевой ча-

сти гравитационной ступени [24] в пределах минимума гравитационного поля. По результатам сейсмогравитационного моделирования [2], в основании земной коры выделена чашеобразная структура разуплотнения. В рудных районах отмечаются повышенные значения теплового потока. Его среднее значение для Комсомольского рудного района составляет 56 мВт/м<sup>2</sup> [4]. По результатам МОВЗ [20], сейсмическая модель района характеризуется наличием инверсных границ в средней части земной коры (10–15 км) и верхах мантии на глубине 100–110 км, в нижней части коры выявлены наряду с горизонтальными границами и наклонные. По данным МТЗ [23], Комсомольский рудный район представлен трехслойным геоэлектрическим разрезом с высокоомным слоем до глубины 50–70 км, подстилаемым слоем пониженного сопротивления в 10–25 Ом·м. В пределах

рудного района в низах земной коры и кровле верхней мантии В.А. Ахмадулиным выявлена аномалия повышенной электропроводности [2].

#### МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ И АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ МТЗ

В связи с тем, что имеющиеся амплитудные кривые магнитотеллурических зондирований различались величинами минимального и максимального зарегистрированных периодов и построены исходя из различных принципов, была выполнена оценка степени их достоверности, выбраны наименее искаженные кривые и определены общие признаки, объединяющие все кривые.

Магнитотеллурические зондирования обычно проводятся с измерением электромагнитного поля в двух взаимно перпендикулярных направлениях, север-юг и запад-восток. В результате чего в одном пункте зондирования получают две амплитудные кривые, которые характеризуют геоэлектрический разрез в данной точке. В случае модели одномерной горизонтально-слоистой среды, когда параметры разреза меняются только с глубиной, кривые МТЗ, измеренные в двух взаимно перпендикулярных направлениях, будут совпадать и иметь истинное положение по оси сопротивлений. Когда же среда представлена двумерной моделью, то мы имеем две различные кривые – продольную, измеренную в направлении простираения основной структуры, и поперечную, полученную вкрест простираения основной структуры. Положение этих кривых различно по оси сопротивлений, и различие может достигать нескольких порядков. Кроме этого, часто имеет место и различие их формы. В данном случае наименее искаженной считается максимальная кривая, построенная в направлении большой оси импедансной полярной диаграммы. Когда измеряемая среда представлена трехмерной моделью, нельзя выбрать главное направление поляризации теллурического поля, и обе кривые считаются искаженными. В этом случае предполагается использование средней кривой. Решению этого вопроса посвящено много работ, и в качестве примера можно привести две из основных [3, 5]. Однако экспериментальные исследования, выполненные автором, показывают, что в условиях сложнопостроенного геоэлектрического разреза Приамурья наименее искаженными являются максимальные амплитудные кривые [8, 9]. Подобные же выводы были сделаны и при анализе магнитотеллурических зондирований в Прибайкалье [16, 18]. В условиях резкой неоднородности геоэлектрического разреза магнитотеллурические параметры в направлении ма-

лой оси импедансной полярной диаграммы широко варьируют, определяются неустойчиво и с погрешностью до сотни процентов. Максимальные оценки импедансов в подавляющем большинстве случаев являются более устойчивыми, и, как правило, коэффициенты неортогональности магнитной и электрической составляющих магнитотеллурического поля малы, а когерентность компонент электромагнитного поля выше [17]. В связи с этим, максимальные амплитудные кривые, рассчитанные в направлении большой оси импедансной полярной диаграммы, предпочтительнее минимальных, полученных в направлении ее малой оси. В результате экспериментальных исследований было выяснено, что форма максимальной амплитудной кривой стабильна, а азимуты большой оси импедансной полярной диаграммы не зависят от периода регистрации при изменении ориентации измерительной установки [18].

Использование продольных и поперечных кривых  $\rho_T$ , соответствующих Е- и Н-поляризованному полю, в условиях неоднородного разреза Приамурья приводит к противоречивым результатам. В результате экспериментов обнаружено, что приповерхностные геоэлектрические неоднородности в районе измерительных линий оказывают более сильное влияние на формирование магнитотеллурического поля, чем региональные геологические структуры, и по отношению к локальным неоднородностям можно выделить локально-продольные и локально-поперечные кривые  $\rho_K$ . В этих условиях формирование продольных кривых, соответствующих Е-поляризованному полю, не представляется возможным. Анализ амплитудных кривых, полученных в Приамурье при профильных исследованиях [8, 9], также показал, что максимальные кривые являются наименее искаженными по сравнению с минимальными и эффективными кривыми. Так как в некоторых случаях форма минимальных кривых теряет связь с реальным геоэлектрическим разрезом, эффективная кривая, вычисляемая как  $\rho_{эф} = (\rho_{макс} \cdot \rho_{мин})^{1/2}$ , становится искаженной.

Таким образом, в результате проведенного анализа и результатов стационарных и профильных исследований было определено, что наименее искаженными амплитудными кривыми для Приамурья являются максимальные кривые, построенные в направлении большой оси импедансной полярной диаграммы.

В связи с тем, что кривые, полученные вдоль трассы БАМ, построены в главных направлениях импедансной полярной диаграммы, то для дальнейшей интерпретации были взяты максимальные кривые. Однако кривые МТЗ на профилях, проходящих не-

посредственно через Комсомольский и Баджалский рудные районы [1], построены в направлениях размотки электрических диполей – север-юг и запад-восток. В связи с этим возникает вопрос, какую кривую сопротивления можно брать для совместной интерпретации. Уровень амплитудных кривых, полученных в направлениях измерительных линий, изменится на три с половиной порядка. Разброс эффективных кривых уменьшился незначительно и лежит в пределах трех порядков. Это свидетельствует о том, что эффективная кривая не уменьшает влияния поверхностных неоднородностей. Однако средние кривые по всем трем группам показывают их хорошее совпадение друг с другом, как по форме, так и по уровню сопротивления. Корреляционный анализ кривых в каждой группе между собой и со средней кривой каждой группы показал их высокую корреляцию, близкую к единице, за исключением нескольких кривых. Это свидетельствует, что средний геоэлектрический разрез района исследований можно считать постоянным. Однако анализ корреляции между средними кривыми каждой группы показал, что коэффициент корреляции средней эффективной кривой  $\rho_{эфф}$  со средними кривыми  $\rho_{xy}$  и  $\rho_{yx}$  составляет 0,78 и 0,76, соответственно, а средних кривых  $\rho_{xy}$  и  $\rho_{yx}$  между собой – только 0,28. Данный результат свидетельствует, что ни одна из кривых, полученных в направлении размотки электрических диполей, не может считаться ни продольной, ни поперечной, и в этом случае при интерпретации необходимо использовать эффективную кривую.

Основной проблемой интерпретации амплитудных кривых МТЗ является учет влияния различного рода геолого-геофизических неоднородностей на их форму и положение на оси сопротивлений. Такими неоднородностями могут быть: сложное геологическое строение фундамента, переменная мощность и проводимость осадочного чехла, широкое распространение тектонических нарушений и другие объекты, нарушающие горизонтально-слоистое строение геоэлектрического разреза. Некоторое уменьшение этого влияния достигается путем проведения опытных полевых работ и математическими методами при обработке полевых материалов. Однако основная часть искажений выявляется и учитывается при анализе полевых кривых МТЗ, импедансных полярных диаграмм, параметров неоднородности и асимметрии.

Оценивая наибольшую возможность применения какого-либо вида вышеприведенных методов коррекции уровня амплитудных кривых МТЗ в изу-

чаемом районе, выбор был сделан в пользу низкочастотной редукции [26].

На рис. 2 показано положение средней эффективной кривой профилей Г-Д и Г-Е-И по отношению к максимальным нормированным кривым по профилям А-Б-В и сопредельной территории по профилю п. Облучье–оз. Гасси [10] до нормирования и после нормирования. Из рис. 2 видно, что форма средней эффективной кривой профилей Г-Д и Г-Е-И соответствует форме двух других кривых и при их совмещении полностью с ними совпадает. Следовательно, можно сделать вывод, что истинное положение кривой МТЗ, соответствующей среднему геоэлектрическому разрезу изучаемого района, будут соответствовать нормированной кривой, и нормирование остальных кривых профилей Г-Д и Г-Е-И следует проводить к этому уровню.

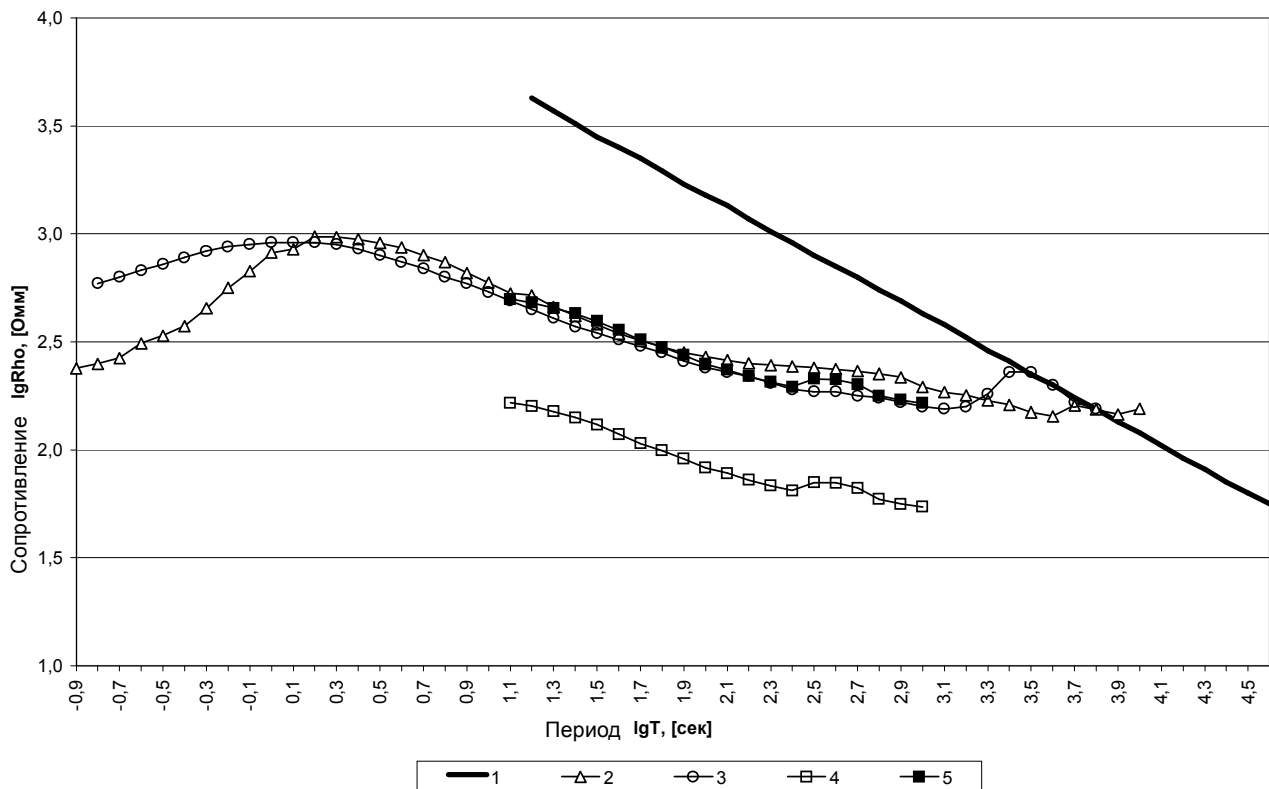
### ГЕОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ РАЗРЕЗЫ И МОДЕЛЬ

После нормирования амплитудных кривых по каждому профилю были построены качественные разрезы в виде зависимости сопротивления от периода  $\rho(T)$  (рис. 3).

Из рис. 3 видно, что геоэлектрические разрезы характеризуются неоднородным строением как по латерали, так и по глубине. Верхняя часть разрезов представлена высокими сопротивлениями, разделенными зонами низких сопротивлений, уходящих в нижнюю часть разреза. Сопротивление верхней части в основном превышает 200 Ом·м до периодов менее 500 сек, за исключением аномальных зон. Положение нижней границы высокоомной верхней части разреза нестабильно и сильно варьирует по латерали, в одних случаях значительно приближаясь к поверхности, а в других – погружаясь на глубину.

Профиль А-Б начинается в Баджалской вулканической зоне и заканчивается на Сулукском блоке. На геоэлектрическом разрезе (рис. 3, а) граница между Баджалской вулканической зоной и Сулукским блоком выделяется вертикальной зоной низких сопротивлений, разделяющей два блока высокого сопротивления. Из разреза видно, что Сулукский блок не представляет собой монолитной структуры, а состоит из отдельных блоков различной мощности и сопротивления. На краю профиля, в месте сочленения его с профилем Б-В, расположена еще одна зона пониженных сопротивлений, которая может быть вызвана влиянием северной границы Сулукского блока с Монголо-Охотским орогенным поясом.

Профиль Б-В (рис. 3,б) расположен перпендикулярно профилю А-Б, начинается на Сулукском блоке, пересекает его границу с Сихотэ-Алинским



**Рис. 2.** Средние амплитудные кривые МТЗ Комсомольского и Баджальского рудных районов и сопредельных территорий.

1 – стандартная [26], 2 – максимальная нормированная профилями А-Б и Б-В, 3 – максимальная нормированная сопредельных районов [10], 4 – ненормированная и 5 – нормированная эффективная профилями Г-Д и Г-Е-И.

складчатый пояс, проходит через Самарко-Ванданскую орогенную зону и оканчивается в Нижнеамурской. На геоэлектрическом разрезе зона контакта Сулукского блока с Сихотэ-Алинским складчатым поясом отмечается зоной пониженных сопротивлений. Еще одна отчетливо выраженная вертикальная зона низких сопротивлений выделяется на контакте Самарко-Ванданской и Приамурской орогенных зон, которая проходит по Амурскому разлому. Самарко-Ванданская орогенная зона проявлена относительно однородным слоем высокого сопротивления.

Профиль Г-Д (рис. 3,в) начинается на Сулукском блоке, пересекает его границу с Сихотэ-Алинским складчатым поясом и соединяется с окончанием профиля Б-В. Профиль проходит через Комсомольский рудный район (пункты №12–№8). Геоэлектрическое строение района представлено высокоомной воронкообразной структурой, по периферии которой расположены зоны низких сопротивлений до 100 Ом·м, к которым и приурочены месторождения.

На геоэлектрическом разрезе хорошо выражена вертикальная зона контакта (район пункта №6), которая совпадает с Курским разломом. На краю профиля, пункты №1 и №2, зона низких сопротивлений, вероятно, связана с влиянием Центрально-Сихотэ-Алинского разлома.

Профиль Г-Е-И (рис. 3,г) начинается на Сулукском блоке и выходит в Сихотэ-Алинский складчатый пояс, пересекая Баджальскую орогенную зону и оканчиваясь в Самарко-Ванданской. Граница между Сулукским блоком и складчатым поясом на геоэлектрическом разрезе выражена лишь незначительным понижением сопротивления по отношению к соседним блокам. Более отчетливо проявлена граница между орогенными зонами складчатого пояса, а на конце профиля выделяется зона низких сопротивлений, вероятно связанная с влиянием Курского разлома.

Для пространственного представления геоэлектрического строения Комсомольского и Баджальско-

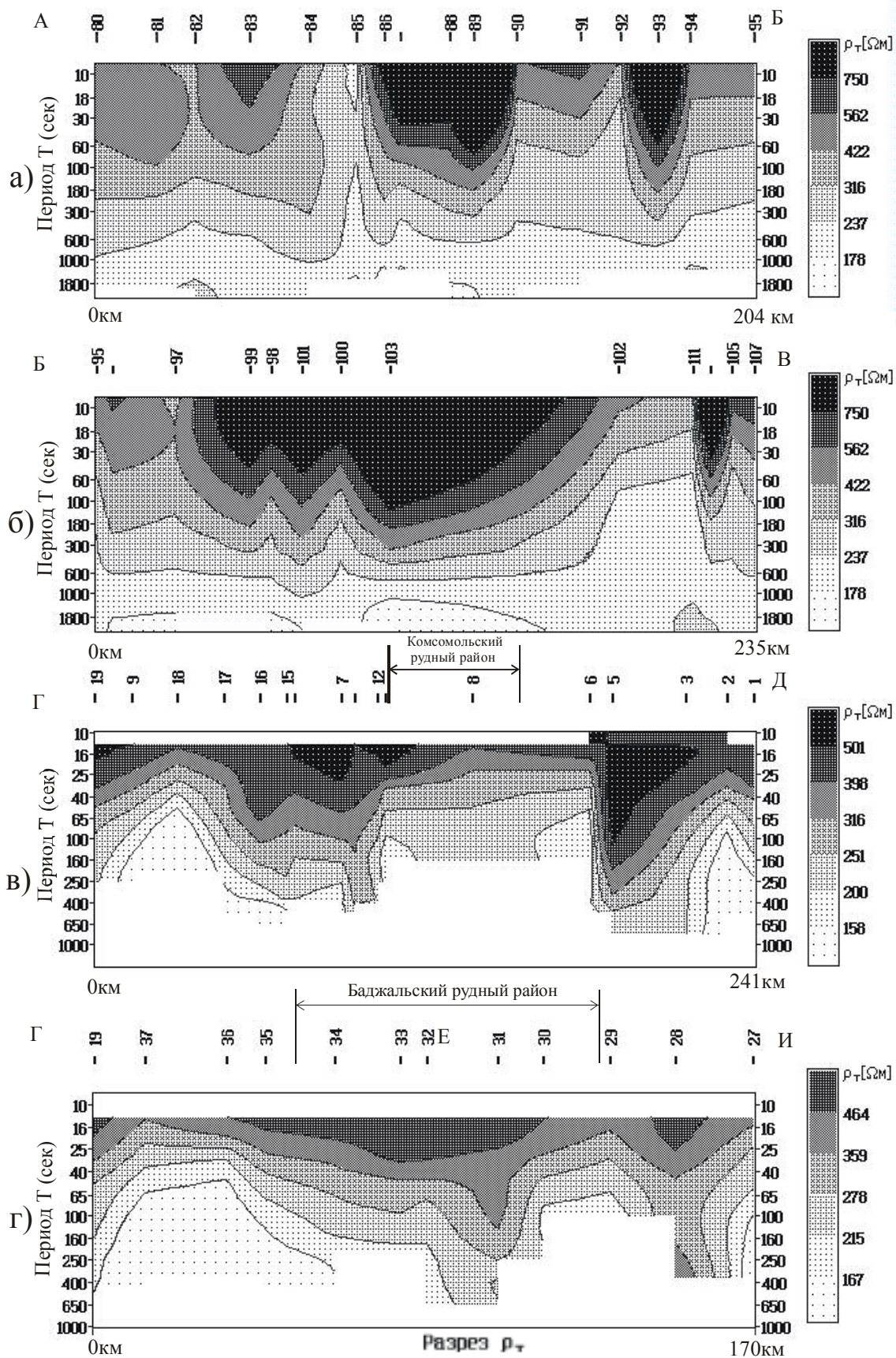
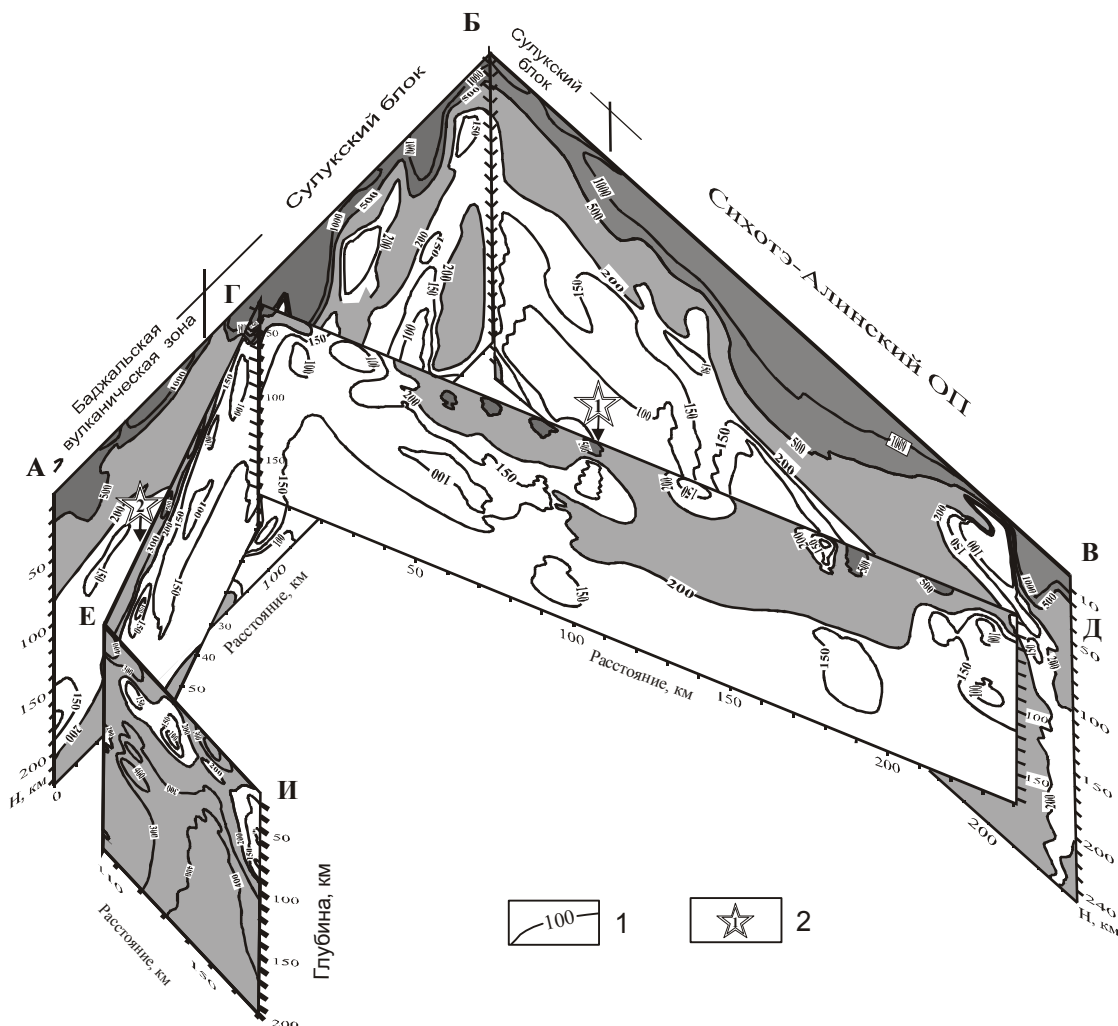


Рис. 3. Геоэлектрические разрезы  $\rho(T)$  по профилям А-Б (а), Б-В (б), Г-Д (в), Г-Д-Е (г).

го рудных районов и сопредельных территорий была построена геоэлектрическая модель по зависимости изменения электрического сопротивления с глубиной –  $\rho(H)$  (рис. 4). Разрезы по профилям Г-Д и Г-Е-И начинаются с глубины примерно 20 км, а профили А-Б и Б-В – с первых километров, что связано с наличием высокочастотных частей проинтерпретированных кривых МТЗ. На рис. 4 положение профилей по глубине согласовано между собой. Модель дает представление о геоэлектрическом строении района до глубин 175–245 км.

Геоэлектрическая модель показывает, что литосфера и подлитосферная мантия изучаемой территории неоднородна. Литосфера под Комсомольским и Баджальским рудными районами представляет собой область низкоомной верхней мантии, воздымающейся к подошве земной коры и проникающей в нее восходящими зонами аномально низких сопротивле-

ний (менее 100 Ом·м). На геоэлектрических разрезах профилей Г-Д и Г-Е-И видно, что литосфера под Баджальским рудным районом более низкоомна, чем под Комсомольским рудным районом. Под Баджальским рудным районом область низких сопротивлений охватывает не только верхнюю мантию, но и земную кору, а под Комсомольским рудным районом зона низких сопротивлений (менее 100 Ом·м) начинается в низах земной коры. Она соединяется с низкоомной областью верхней мантии, охватывающей оба рудных района. Низкоомная область литосферы выделяется и на остальных геоэлектрических профилях. Она, вероятно, простирается до профиля Б-В, где ее кровля находится на глубине 80 км. В узле стыка профилей А-Б, Г-Д и Г-Е-И область низких сопротивлений охватывает верхнюю мантию и низы земной коры. От этой области восходят зоны низких сопротивлений в верхнюю часть земной коры на



**Рис. 4.** Геоэлектрическая модель Комсомольского и Баджальского рудных районов и их окружения. 1 – изолинии сопротивления в Ом·м; 2 – положение рудных районов (1 – Комсомольский, 2 – Баджальский).

стыке профилей А-Б и Б-В. Посередине профиля А-Б в его верхней части установлено высокоомное тело сложной формы, уходящее на глубину 50–60 км. На геоэлектрической модели выделяется еще одна аномальная область, расположенная на стыке профилей Б-В и Г-Д. Она характеризуется пониженными сопротивлениями до 100 Ом·м не только верхней мантии, но и земной коры.

#### ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Результаты интерпретации магнитотеллурических зондирований Комсомольского и Баджальского рудных районов и сопредельных территорий объяснены следующим образом. Верхняя часть разреза представляет собой чашеобразную структуру высокого сопротивления от 200 до нескольких тысяч Ом·м с максимальной мощностью 50–60 км, которая осложнена секущими ее снизу субвертикальными зонами низкого сопротивления менее 150 Ом·м. Корни этой структуры, возможно, достигают глубин 70–80 км. Эта структура сложена разнообразными породами, в том числе и гранитоидами. Об этом свидетельствуют не только геологические данные, но и высокие значения электрического сопротивления, которые, согласно петрофизическим исследованиям электрических свойств в термобарических условиях литосферы, соответствуют гранитоидам [25]. В гравитационном поле чашеобразная структура высокого сопротивления характеризуется низкими значениями гравитационного поля, рудные месторождения расположены в ее краевых частях и совпадают с восходящими зонами низкого сопротивления в низах земной коры. Расчеты гравитационного поля для Комсомольского рудного района показали, что аномалиеобразующее тело, расположенное ниже подошвы земной коры, имеет чашеобразную форму один край которой выходит на поверхность. Данная модель хорошо согласуется с геоэлектрическим разрезом профиля Г-Д (рис.4). Расчеты глубины до подошвы аномалиеобразующего объекта по гравиметрическим данным, выполненные различными авторами, в среднем равны 70 км [15], что подтверждает наличие глубокозалегающих корней высокоомного чашеобразного тела.

Такое строение территории подтверждается результатами интерпретации космических снимков [12], которые показывают, что в пределах изучаемой площади выделяется несколько крупных кольцевых структур диаметром 150–250 км, которые осложнены более мелкими – диаметром от 30 до 100 км. Кроме этого на карте выделяется зона разломов северо-восточного простирания шириной 20–30 км, располо-

женная между пунктами МТЗ №28 и №29 профиля Г-Е-И и протягивающаяся в сторону профиля Г-Д (пункты МТЗ №8 и №6). На геоэлектрических разрезах Г-Д и Г-Е-И (рис. 3) она фиксируется субвертикальной зоной низкого сопротивления в земной коре, уходящей в верхнюю мантию.

Верхняя мантия под рудными районами низкоомная, с сопротивлениями менее 150 Ом·м, и характеризуется подъемом кровли к низам земной коры и восходящими зонами с сопротивлением несколько десятков Ом·м. Если сопоставить эти зоны с положением Баджальского и Комсомольского рудных районов, то можно наблюдать их хорошее соответствие друг другу. Подобная ситуация наблюдается и под пунктами МТЗ – №84–№85 и №95 профиля А-Б, и в районе сочленения профилей Б-В, Г-Д и Ж-З. Эти аномальные зоны могут являться признаками для будущих поисков полезных ископаемых. Данные районы уже отнесены к рудоперспективным районам на олово и золото [13], а выявленные аномалии позволят более целенаправленно проводить дальнейшие поиски. Анализ геофизических, геологических, геохимических данных показывает, что большинство рудных месторождений расположено в зонах контактов геологических тел. На геоэлектрических разрезах эти зоны выделяются аномалиями пониженного электрического сопротивления.

Сопоставление полученных результатов МТЗ по профилю Г-Д с результатами МОВЗ [2] показало хорошее соответствие структурных планов сейсмогеологического и геоэлектрического разрезов. Помимо совпадения отдельных структурных элементов, таких как зоны разломов и отдельных отражающие границ с зонами градиентной смены сопротивлений, на сейсмогеологическом разрезе отмечается погружение верхнемантийных сейсмических границ с юго-востока на северо-запад. Подобная картина наблюдается и на сейсмическом профиле Ургал-Самарга [14], который проходит вдоль профиля Е-И.

Таким образом, генезис Комсомольского и Баджальского рудных районов можно представить следующим образом. Активизация тектонической деятельности в мезозойское время привела к преобразованию литосферы и увеличению ее проницаемости на границе блоков Центрально-Азиатской и Тихоокеанской складчатых систем, что в свою очередь способствовало подъему кровли верхней мантии, повышению температуры и увеличению флюидного потока в литосфере. Эти процессы привели к усилению магматической деятельности с полным циклом излияния магм от кислых мезозойских до основных четвертичных. Над куполообразным подъемом верхней



мантии в земной коре образовалась воронкообразная магматическая структура, которая состоит из нескольких купольных структур осложненных разрывными нарушениями как корового, так и верхнемантийного заложения. Кроме того, эта структура была осложнена сдвиговыми перемещениями северо-северо-западного направления, которые возникли в результате воздействия Тихоокеанской плиты на Евразийскую, что отчетливо проявлено на сейсмогеологическом и геоэлектрическом разрезах.

### ВЫВОДЫ

В результате проведенных исследований построена пространственная модель геоэлектрического строения литосферы Комсомольского и Баджалского рудных районов, определена их глубинная структура и связь с аномалиями электропроводности. Как показало сопоставление результатов МТЗ с результатами других геофизических методов (ГСЗ, МОВЗ, гравиметрия), магнитотеллурические зондирования является эффективным методом при изучении глубинного строения литосферы позволяющим не только обнаруживать аномально проводящие зоны, но и решать структурные и рудные задачи. Построения подтвердили предположение о мантийной природе рудных районов. Основным недостатком выполненных полевых исследований является ограниченный диапазон измерения электромагнитного поля в области высоких частот, что привело к недостаточно полному изучению верхней части геоэлектрического разреза – земной коре. Использование аудиоманнитотеллурических зондирований (АМТЗ) с регистрацией естественного электромагнитного поля Земли до нескольких килогерц позволит решить эту задачу. Примером такого использования может служить применение АМТЗ при исследованиях вдоль опорных региональных профилей, где перед методом ставится решение структурных задач [21]. Практика применения метода АМТЗ на стадии прогнозно-поисковых работ в рудных районах на медно-никелевые руды, платину, золото, уран широко используется как за рубежом [27], так и в России [7].

### ЛИТЕРАТУРА

1. Ахмадулин В.А. Электромагнитные методы в комплексе исследований глубинного строения Приамурья: Автореф. дис. ... канд. геол.-минер. наук. Хабаровск, 1991. 26 с.
2. Брянский Л.И., Бормотов В.А., Ахмадулин В.А., Лойтер П.П., Овчинников В.Е., Бормотова Н.Ф., Развозжаева Е.П. Глубинная структура Комсомольско-Баджалского рудного района по результатам комплексного моделирования // Принципы прогнозирования эндогенного оруденения в Восточно-Азиатских вулканических поясах СССР. М., 1990. С.294–306.
3. Ваньян Л.Л., Дебабов А.С., Юдин М.Н. Интерпретация данных магнитотеллурических зондирований неоднородных сред. М.: Недра, 1984. 197 с.
4. Глубинная структура рудных районов очагового типа: Центральноазиатский сегмент Тихоокеанского рудного пояса. / Л.И. Брянский, В.А. Бормотов, Н.П. Романовский и др. М.: Наука, 1992. 157 с.
5. Дмитриев В.И., Бердичевский М.Н., Кокотушкин Г.А. Альбом палеток для магнито-теллурического зондирования в неоднородных средах. Часть 4. М., Изд-во МГУ, 1975. 101 с.
6. Добрецов Н.Л. Мантийные плюмы и их роль в формировании анорогенных гранитоидов // Геология и геофизика. 2003. Т.44, №12. С.1243–1261.
7. Захаров С.Н., Елисеев А.А., Ратников К.Д. Применение метода АМТЗ на стадии прогнозно-поисковых работ в рудных районах // Разведка и охрана недр. 2003. №4. С. 46–48.
8. Каплун В.Б. Результаты магнитотеллурических зондирований в пределах центральной части Сихотэ-Алиня (Приморье) // Тихоокеан. геология. 1993. №2. С. 88–96.
9. Каплун В.Б. Результаты магнитотеллурических зондирований в пределах западной части Сихотэ-Алинской складчатой системы // Тихоокеан. геология. 1994. № 5. С. 141–153.
10. Каплун В.Б. Предварительные результаты глубинных магнитотеллурических зондирований по профилю п.Облучье-оз.Гасси (Хабаровский край) // Тихоокеан. геология. 1998. Т.17, №2. С. 122–135.
11. Карсаков Л.П., Чжао Чуньцин, Малышев Ю.Ф. Тектоническая карта области сочленения Центрально-Азиатского и Тихоокеанского поясов // Тектоника, глубинное строение и геодинамика Востока Азии: IV Косыгинские чтения, 21–23 января 2003, г.Хабаровск / Под.ред. Н.П. Романовского Н.П. Хабаровск: ИТиГ им. Ю.А.Косыгина ДВО РАН, 2003. С. 7–16.
12. Космогеологическая карта линейных и кольцевых структур территории СССР. 1:5000000 / Гл.редактор А.Д.Щеглов. 1979.
13. Металлогения Дальнего Востока России / В.И.Сухов, Ю.И.Бакулин, Н.П.Лошак и др. Хабаровск, 2000. 217 с.
14. Николаев В.В., Врублевский А.А., Ахмадулин В.А., Кузнецов В.Е. Геодинамика и сейсмическое районирование материковой части Дальнего Востока. Владивосток: ДВО РАН, 2000. 90 с.
15. Павлов Ю.А., Рейнлиб Э.Л. Гравитационные аномалии и гранитоидный магматизм юга Дальнего Востока. М.: Наука, 1982. 88 с.
16. Попов А.М. Влияние приповерхностных неоднородностей на результаты МТЗ // Физика Земли. 1988. №3. С. 87–91.
17. Попов А.М., Кузьминых Ю.В. О методике наблюдений и обработки МТ-зондирований в Прибайкалье // Геомагнитные исследования. М., 1988. №31. С. 39–49.
18. Попов А.М., Кузьминых Ю.В., Бадув А.Б. Экспериментальные исследования локальных неоднородностей в магнитотеллурическом поле // Геология и геофизика. 1989. №9. С. 117–127.
19. Поспеев А.В. Электропроводность земной коры и мантии по профилю Чара Ванино // Тихоокеан. геология. 1987. № 6. С. 109–112.

20. Романовский Н.П., Бормотов В.А. О глубинной структуре Комсомольского и Баджальского рудных районов // Тихоокеан. геология. 1992. №1. С.31–37.
21. Семин Ю.А., Алексеев С.Г., Елисеев А.А., Судакова С.С. Комплексные геофизические и геохимические исследования вдоль опорных региональных профилей // Разведка и охрана недр. 2003. №4. С.11–13.
22. Систематизация оловоносных и золотоносных рудных систем для целей прогнозирования / М-во геологии. СССР. ДВИМС; Сост. Ю.И.Бакулин. М.: Недра, 1991. 192 с.
23. Талтыкин Ю.В. К вопросу о глубинной электропроводности Комсомольско-Баджальского района // Геофизические исследования геологических структур Дальнего Востока. Владивосток: ДВНЦ АН СССР. 1983. С.130–133.
24. Тектоническая природа геофизических полей Дальнего Востока. М.: Наука, 1984. 200с.
25. Шепель С.И. Электрические свойства пород в термобарических условиях литосферы и геоэлектрические модели: Автореф. дис. ... д-ра. геол.-минер. наук. Киев, 2003. 37 с.
26. Электроразведка. Справочник геофизика. Магнитотеллурические методы. М.: Недра, 1989. С. 261–310.
27. Williams J.M., Rodriguez B.D. Magnetotelluric data across the Battle Mountain-Eureka and Carlin trends, near the 41<sup>st</sup> parallel, Nevada. U.S. Department of the interior U.S. Geological Survey. Open-File Report 01-278 Section 508. 2001.

*Поступила в редакцию 9 июня 2004 г.*

*Рекомендована к печати Ю.Ф. Малышевым*

***V.B. Kaplun***

**The geoelectrical model of the lithosphere of the Komsomolsk and Badzhal ore districts from data of magnetotelluric sounding**

A spatial geoelectrical model of the lithosphere of the Komsomolsk and Badzhal ore districts and of the surrounding areas has been constructed based on the method of magnetotelluric sounding. It is shown that the ore districts in the geoelectrical section are distinguished by reduced values of electric resistance in the upper mantle and by channels branching from them which penetrate into the lower strata of the Earth's crust. Districts with anomalously low values of upper mantle resistance have been discriminated which can be promising for ore deposits prospecting.