

Применение индуктивной электроразведки с целью картирования магматических образований в верхней части разреза Непско-Ботуобинской антеклизы
Токарева О.В.¹, Васильева А.И.¹, Акулова И.В.¹, Буддо И.В.^{1,2,3,4}, Агафонов Ю.А.¹
TEM prospecting for mapping igneous formations in the upper part of geological section of Nera-Botuoba antecline

Tokareva O.V., Vasilyeva A.I., Akulova I.V., Buddo I.V., Agafonov Yu.A.

¹ ООО «СИГМА-ГЕО», г. Иркутск;

e-mail: tov@sigma-geo.ru

² Институт земной коры СО РАН, г. Иркутск

³ ФГБОУ ВО ИрНГУ, г. Иркутск

⁴ ГАУ ЯНАО «Научный центр изучения Арктики», г. Салехард

В работе изложены краткие результаты интерпретации данных малоглубинных электроразведочных работ ЗСБ с целью картирования интрузивных комплексов и вулканогенных структур в толще осадочных и туфогенно-осадочных пород триаса в пределах зоны сочленения Непско-Ботуобинской антеклизы и Тунгусской синеклизы.

Введение

Западный склон Непско-Ботуобинской антеклизы (НБА) характеризуется крайне сложным геологическим строением. Территория осложнена большим количеством интрузивных тел и мощными толщами вулканогенно-осадочных пород триаса, которые повсеместно распространены по периферии Тунгусской синеклизы [1].

Территории с интенсивным развитием траппового магматизма характеризуются неустойчивым прослеживанием отражающих горизонтов из-за сложного неоднородного строения верхней части разреза (ВЧР). Для уточнения геологической и скоростной моделей ВЧР необходимо детальное изучение разреза до глубины порядка 300 м с выявлением и оконтуриванием неоднородных объектов, связанных с распространением интрузивных пород различных комплексов в толще осадочных пород кембрия, перми и вулканогенно-осадочной толще триаса.

Методы

Изучение геологического строения разреза от поверхности до глубины 300-500 м выполнено с помощью малоглубинных электроразведочных работ методом зондирования становлением поля в ближней зоне (ЗСБ), а также материалов геологического картирования миллионного и двухсоттысячного масштабов [3]. Полевые исследования мЗСБ выполнялись электроразведочной станцией FastSnap с генераторными петлями размером 100×100 м, приемными – 10×10 м, сила тока в источнике достигала 30 А. В ходе интерпретации мЗСБ была выполнена 1D инверсия в рамках горизонтально-слоистой модели с учетом параметров индукционно-вызванной поляризации.

Геологическое строение территории исследования

Территория исследования находится в зоне сочленения крупнейших структур чехла платформы НБА (Ангари-Вилуйский прогиб) и Тунгусской синеклизы. Осадочные и вулканогенно-осадочные породы сильно нарушены складчато-глыбовыми дислокациями вдоль разломов северо-восточной, северо-западной и близмеридиональной ориентировки, идущих параллельно крупным глубинным разломам: Байкало-Таймырскому, Ангари-Вилуйскому и региональным: Пульванонгинскому, Хошонскому, Северо-Таймуринскому, Чонскому. Разломы и разломные зоны содержат в себе пластовые и секущие интрузии долеритов.

Большую роль в пределах изучаемой территории играют вулканотектонические депрессии, кольцевые структуры купольного типа, часто с гидротермально-метасоматическими изменениями пород и магнетитовой минерализацией, интрузивные

кольцевые и полукольцевые каркасы, инъективные поднятия, кальдеры, жерла (туфовые трубки). В пределах территории находится порядка 29 жерл палеовулканов, три из которых попадают на исследуемые профили [2].

Исследуемый разрез надсолевого комплекса представлен глинисто-карбонатными отложениями верхоленской свиты кембрия, терригенными отложениями пермь-карбонатового комплекса, толщей осадочно-пирокластических и туфогенных пород триаса, покровами юрских отложений и магматическими образованиями триаса. В зависимости от состава осадочных пород и наличия в толще интрузивных образований, разрез дифференцируется по значениям удельного электрического сопротивления (УЭС).

Результаты интерпретации данных мЗСБ

Согласно литолого-стратиграфическому строению территории исследования, разрез до глубины 500 м дифференцируется на семь геоэлектрических комплексов. Среди осадочных пород наиболее высокоомными (50-200 Ом·м) являются пирокластические и туфогенно-осадочные породы нижней подсвиты корвучанской свиты триаса T1kr1. Минимальными значениями сопротивления (первые десятки Ом·м) обладают глинисто-карбонатные породы верхоленской свиты кембрия и терригенные породы пермской системы. Внедрение интрузивных пород триаса отражается в увеличении УЭС геоэлектрических комплексов, приуроченных к толщам осадочных и эффузивных образований, до сотен Ом·м (рис. 1).

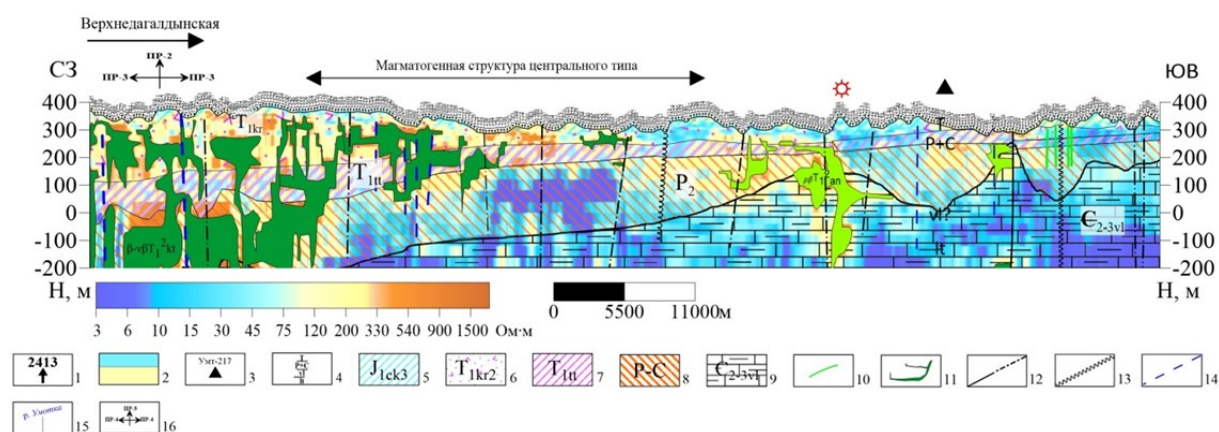


Рис. 1. Геоэлектрический разрез с элементами геологической интерпретации.

Условные обозначения: 1 – пункты мЗСБ; 2 – геоэлектрические горизонты и их сопротивления, Ом·м; 3 – скважины глубокого бурения; 4 – стратиграфические разбивки скважин; 5 – чайкинская свита юрской системы; 6 – ковучанская свита триасовой системы; 7 – тутончанская свита триасовой системы; 8 – пермь-карбонатовая система; 9 – верхоленская свита кембрийской системы; 10 – дайки; 11 – интрузии; 12-13 – тектонические нарушения по данным геологической карты; 14 – предполагаемые тектонические нарушения по комплексам геофизических данных; 15 – реки; 16 – пересечение профилей.

Значения УЭС по данным мЗСБ получены в результате инверсии сигналов без закрепления структурных границ, полученных по данным сейсморазведочных работ. Контраст геоэлектрических свойств позволяет надежно картировать зоны с различным литологическим составом и выявлять в разрезе интрузивные тела различной морфологии. Выявленные закономерности распределения УЭС подчинены ключевым структурно-тектоническим особенностям строения территории в зоне сочленения Ангаро-Ленского прогиба (на юго-востоке) и Тунгусской синеклизы (на западе). Кровля отложений кембрия погружается в северо-западном направлении согласно общему погружению пород на склоне Непско-Ботуобинской антеклизы (рис. 1). Структура территории значительно нарушена в результате внедрения щелочно-ультраосновой (кимберлитовой) и базальт-долеритовой (трапповой) формации в среднем палеозое и триасе. Туфогенная толща триаса (корвучанская и тутончанская

свиты), которая повсеместно распространена на территории исследования, определяется расположением магматических и вулcano-тектонических структур (рис. 2).

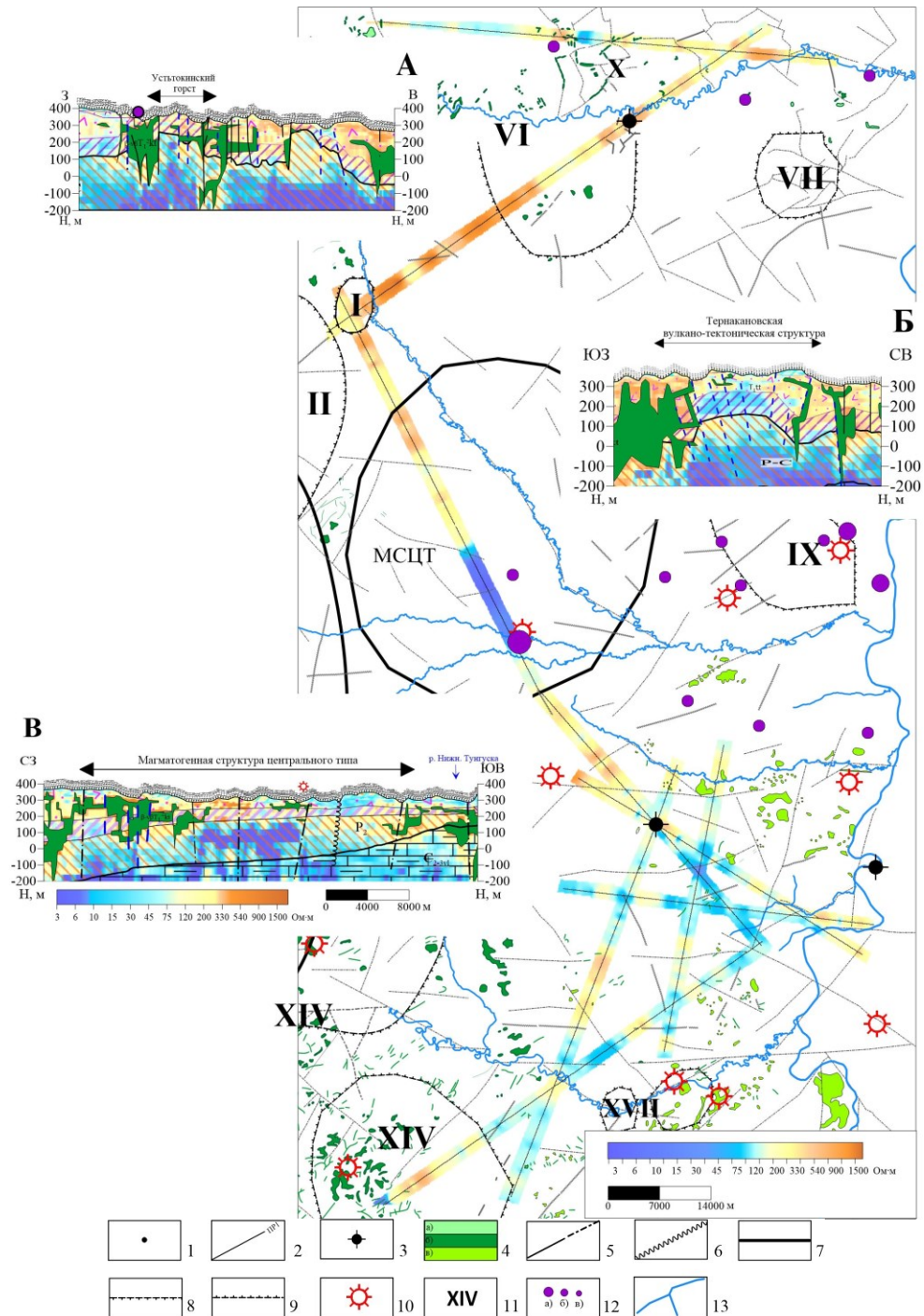


Рис. 2. Карта УЭС в интервале абс. отм. 0-100 м. Фрагменты геоэлектрических разрезов А – Устьтокийский горст (X); Б – Тернаковская вулcano-тектоническая структура; В – Магматогенная структура центрального типа. Условные обозначения: 1 – пункты мЗСБ; 2 – профили мЗСБ и их номера; 3 – скважины глубокого бурения; 4 – интрузивные комплексы трапповой формации на основе ГК-200/1: а) Челбышевский, б) Катангский, в) Ангарский; 5 – тектонические контакты достоверные и предполагаемые; 6 – достоверные разрывы; 7 – магматогенная структура центрального типа; 8 – кольцевые структуры купольного типа; 9 – кальдеры; 10 – палеовулканические аппараты центрального типа; 11 – кольцевые купольного типа: I – Верхнедагалдынская, II – Дагалдынская кальдера, VI – Тернакановская, VII – Крестовская, X – УстьТоканский горст, XIV – Пашемская, XVII – Пурульминская; 12 – железнорудные месторождения по объему запасов на основе карты полезных ископаемых: а) – среднее, б) – малое, в) – непромышленное; 13 – гидросеть.

Различие в агрегатном состоянии вулканогенных пород сопровождается изменением УЭС. Вблизи палеовулканических аппаратов и/или массивных интрузивных тел значения сопротивления наиболее высокие, тогда как в зонах распространения туфопесчаников и туффигов УЭС понижаются.

Интрузии трапповой формации

В пределах участка работ изверженные породы формации Сибирских траппов относятся ко второй раннетриасовой интрузивной фазе. Выделяются долериты катангского и ангарского интрузивных комплексов.

Катангский комплекс (β - $\nu\beta$ T12kt) представлен раскристаллизованными долеритами темно-серого цвета, массивной текстуры, слагающими штоки и линейно-вытянутые, кулисообразные и кольцевые дайки. Интрузии долеритов прорывают отложения верхнепермского и раннетриасового возраста. В то же время, они перекрыты образованиями нижней юры. Форма и размер интрузий зависят от конфигурации полостей, которые они заполняют. Так, наиболее крупные тела приурочены к местам сопряжения разломов. В пределах изучаемой территории подобные объекты отмечаются на пересечении профилей № 2 и № 3, здесь пересекаются серии разломов северо-западной и субширотной ориентировок. По зонам с высокими значениями сопротивления, резким колебаниям магнитного поля от 0 до 1000 нТл и широким аномалиям силы тяжести в редукции Буге G_{245} от 5 до 12 мГал, с локальными колебаниями от -2.5 до 3 мГал, закартированы крупные интрузивные тела. Общая протяженность поля массивного внедрения магмы в пределах изученной территории составляет порядка 50 км.

Ангарский комплекс ($\rho\nu\beta$ - $\nu\beta$ T12an) слабодифференцированных и дифференцированных интрузий. Интрузии данного комплекса в значительной мере локализованы в юго-восточной части территории исследования. Морфологически комплекс представлен менее крупными объектами, часто пластообразными. Пересекают отложения кембрия, перми и неслоистые пирокласты корвучанской свиты. Наблюдается большое количество апофиз, отходящих от более крупных интрузивов в виде коротких даек, штоков и куполовидных поднятий. Интрузии ангарского комплекса в большинстве своем расположены в толще интенсивно проводящих пород кембрия (10-40 Ом·м) и перми (10-80 Ом·м), за счет контраста геоэлектрических свойств, локальные тела неправильной формы (300-500 Ом·м), не выходящие на дневную поверхность, уверенно картируются по результатам электроразведочных работ. Размеры интрузивных тел не превышают 3.5 км по профилю. Высота интрузивных массивов по вертикали составляет порядка 50-150 м.

Выводы

Применение комплексного анализа результатов геологических и электроразведочных исследований позволяет построить наиболее детальную геологическую модель разреза от поверхности до глубины 500 м, которая включает в себя литолого-стратиграфические, вулcano-тектонические и магматические объекты.

Список литературы

1. *Евстратов А.А.* Базитовые вулканоструктуры северо-востока Тунгусской синеклизы (в связи с проблемой изучения алмазоносных «закрытых» территорий). Автореф. дис. на соиск. уч. ст. канд. геол.-мин. наук. Иркутск, ИЗК СО РАН. 2015 г. 23 с.
2. *Карпов В.Г.* Геология и вулканизм трапповой формации Сибирской платформы. Издательские решения, 2020. 148 с.
3. *Рыбаков Т.А., Алексеев С.П., Малых А.В., Агеева Л.С.* Государственная геологическая карта СССР. Масштаб 1:200 000. Серия Тунгусская. Листы: Р-48-XXIII, Р-48-XXIV, Р-48-XXVIII, Р-48-XXIX, Р-48-XXX. Объяснительная записка.