

УДК 551.24: 550.837: 550.372 (571.53-13)  
DOI: 10.33764/2618-981X-2019-2-2-80-86

## **ГЛУБИННОЕ СТРОЕНИЕ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ ПЛИТЫ И САЛАИРА ПО ДАННЫМ МАГНИТОТЕЛЛУРИЧЕСКИХ ЗОНДИРОВАНИЙ**

***Поспеева Елена Валентиновна***

Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр. Академика Коптюга, 3, доктор геолого-минералогических наук, ведущий научный сотрудник, тел. (953)86-97-88, e-mail: PospееvaEV@ipgg.sbras.ru

***Потапов Владимир Владимирович***

Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр. Академика Коптюга, 3, кандидат технических наук, старший научный сотрудник, тел. (913)941-35-56, e-mail: PotapovVV@ipgg.sbras.ru

Рассмотрены первые результаты магнитотеллурических исследований, выполненных по профилю п. Тальменка – г. Ленинск-Кузнецкий (юго-восточная часть Западно-Сибирской плиты и Салаир), показаны основные особенности распределения глубинной электропроводности в двух основных геологических структурах района исследований: юго-восточной части Западно-Сибирской плиты и Салаирской зоне.

**Ключевые слова:** магнитотеллурические зондирования, удельное электрическое сопротивление, геоэлектрический разрез, Западно-Сибирская плита, Салаир.

## **DEEP STRUCTURE OF SOUTH-EASTERN PART OF THE WEST SIBIRIAN PLATE AND IN THE SALAIR ACCORDING TO MAGNETOTELLURIC SOUNDINGS**

***Elena V. Pospееva***

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS, 3, Prospect Akademik Koptyug St., Novosibirsk, 630090, Russia, D. Sc., Leading Researcher, phone: (953)86-97-88, e-mail: PospееvaEV@ipgg.sbras.ru

***Vladimir V. Potapov***

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS, 3, Prospect Akademik Koptyug St., Novosibirsk, 630090, Russia, Ph. D., Senior Researcher, phone: (913)941-35-56, e-mail: PotapovVV@ipgg.sbras.ru

The first results of magnetotelluric studies carried out on the profile of v. Talmenka – Leninsk-Kuznetsky (South-Eastern part of the West Siberian plate and Salair) are considered, the main features of the distribution of deep electrical conductivity in the two main geological structures of the study area: the South-Eastern part of the West Siberian plate and the Salair zone are shown.

**Key words:** magnetotelluric sensing, resistivity, geoelectric section, West Siberian plate, Salair.

В 2018 году лабораторией геоэлектрики Института нефтегазовой геологии и геофизики им. Академика А.А. Трофимука начаты исследования по изучению глубинного строения юга западной Сибири методом магнитотеллурического

зондирования (МТЗ) по серии профилей, пересекающих основные структуры Западно-Сибирской плиты, Колывань-Томской складчатой зоны и Салаира. В первый полевой сезон отработан 180-ти километровый отрезок профиля п. Тальменка – г. Ленинск-Кузнецкий (рис. 1). Работы МТЗ выполнялись на основе технологий V5 System – 2000 тремя комплектами аппаратуры «MTU-5» компании «Phoenix Geophysics» (Канада). Регистрация пяти компонент магнитотеллурического поля ( $E_x$ ,  $E_y$ ,  $H_x$ ,  $H_y$ ,  $H_z$ ) в диапазоне периодов 0.003 – 1000 секунд осуществлялась в синхронном режиме, что позволило увеличить точность и производительность наблюдений. Шаг наблюдений по профилю в среднем составил 5-7 км. Для регистрации электрических компонент магнитотеллурического поля (МТ-поля) применялась крестообразная установка с длиной приемных линий 100 м, ориентированных по шкале магнитологов: ось X – север, ось Y – восток. Плановая и высотная привязка пунктов зондирования проводилась с помощью системы GPS. Длительность записи на точке наблюдения в среднем составляла 19-22 часов.

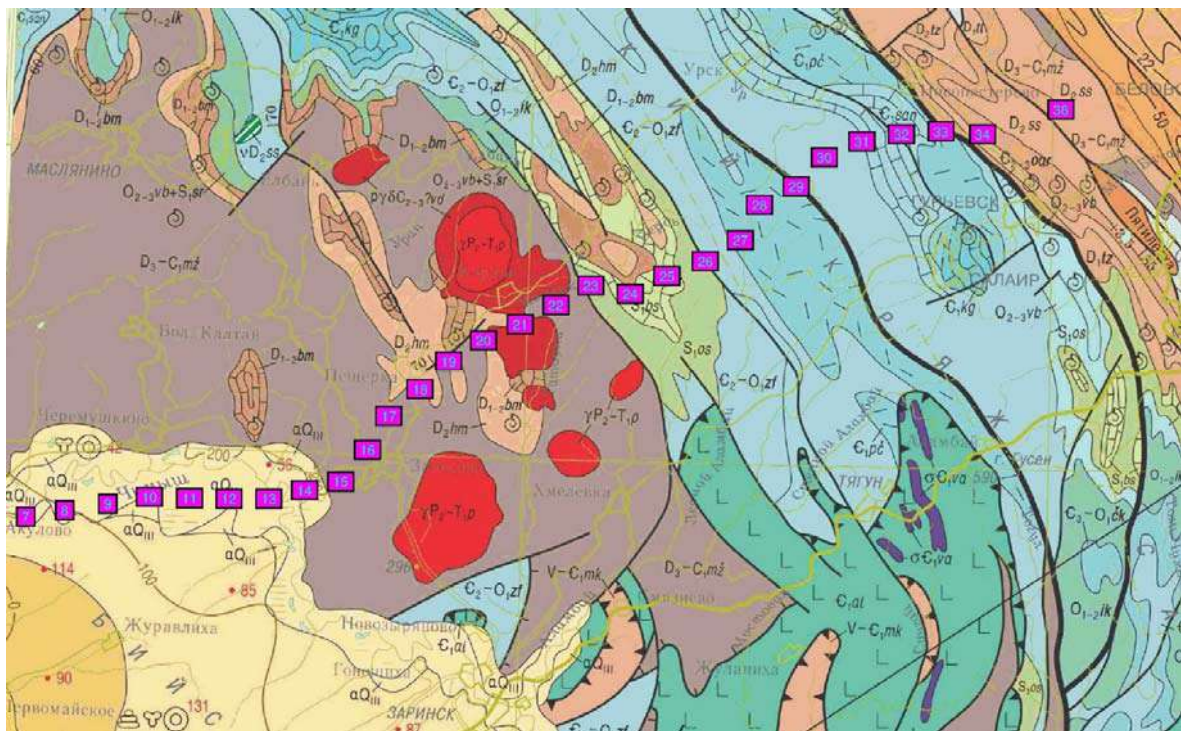


Рис. 1. Фрагмент геологической карты со схемой расположения пунктов МТЗ

Для обработки полевых данных использовалось программное обеспечение «Phoenix Geophysics» (программа SSMT), основанное на корреляционном методе, позволяющим рассчитать функции взаимной корреляции всех компонент МТ-поля. 1-D и 2-D инверсия выполнены в программном комплексе «WinGLink». Качественная и количественная интерпретация проводилась по методике, подробно рассмотренной в [Неведрова, Поспеева, Санчаа, 2011; По-

спеева и др. 2014; Эпов, Поспеева, Витте, 2012]. В процессе качественной интерпретации выполнялся анализ магнитотеллурических данных, на основе упрощенного теста М.Н. Бердичевского (рис. 2 а, б, с). Согласно этому анализу, изучаемая структура представляет собой локальную 3D среду на региональном 2D фоне, вытянутом с юго-востока на северо-запад:  $Nmt \gg \delta \rightarrow skew_S \leq \delta \rightarrow skew_B \leq \delta$ , где  $Nmt$  - параметр неоднородности [Бердичевский, Дмитриев, 2009],  $skew_S$  - параметр асимметрии [Swift, 1967],  $skew_B$  - фазочувствительный параметр асимметрии [Bahr, 1988].

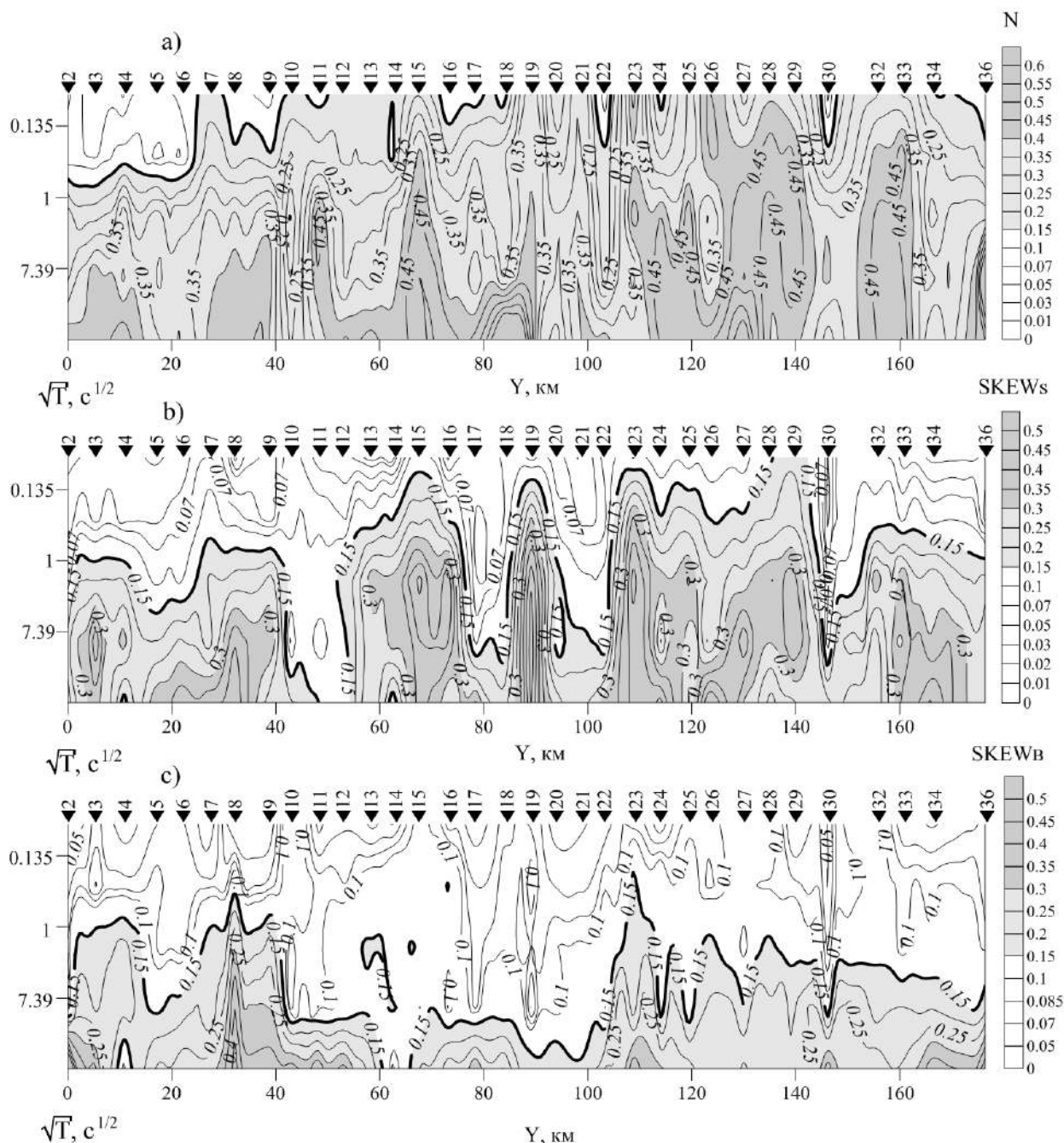


Рис. 2. Частотные разрезы магнитотеллурических параметров:  
 а) параметр неоднородности; б) параметр асимметрии; с) фазочувствительный параметр асимметрии

В пределах территории исследований выделяются две основные геологические структуры: юго-восточная часть Западно-Сибирской плиты и Салаир. На континентальном этапе развития в среднем мезозое и позднем кайнозое Юго-восточная окраина Западной Сибири испытывала тектонические активизации с формированием на части ее территории горного рельефа. Эти активизации разделены длительным периодом тектонического спокойствия позднего мела – раннего-среднего палеогена, в ходе которого среднемеозойские горные сооружения были уничтожены денудацией. Западно-Сибирская эпигерцинская тектоническая плита имеет двухъярусное строение – разновозрастный (от докембрия до позднего палеозоя) гетерогенный фундамент, обнажающийся в возвышенностях по обрамлению низменности и несогласно перекрывающий его чехол, сложенный мезозойскими и кайнозойскими осадками. Осадочный чехол Западно-Сибирской плиты повсеместно начинается с юрских отложений и заканчивается современными болотными и речными осадками. Разрез однообразен - переслаивание глин, аргиллитов, алевролитов, песчаников, песков. Накопление этих обломочных пород происходило в озерно-болотных континентальных условиях или в мелководноморском бассейне. Общая мощность отложений осадочного чехла достигает 8 км. Возраст фундамента определяется допалеозойским временем, древней байкальской и следующими за ней каледонской и герцинской складчатостью. Он расчленен глубокими тектоническими разломами разного геологического возраста.

Салаир (Салаирская зона) представляет собой крупный антиклинорий сложного внутреннего строения. В плане – это выпуклая к северо-востоку дуга. Внутри структуры отмечается ряд крупных антиклинальных и синклиналиных складок, осложненных складками второго и более высоких порядков. Осевая зона представляет собой низковисотное плато, ориентированное в субмеридиональном направлении. Первичная мел-палеогеновая поверхность выравнивания осевой зоны приподнята и располагается в интервале абсолютных высот 400-500 м. Над поверхностью древнего пенеплена останцы возвышаются на 100-200 м (гора Копна – 509 м; гора Барсук – 567 м). Салаирский кряж образовался как горное сооружение в результате слабых неравномерных поднятий в неогене на месте затопленной равнины. Породы палеозойского фундамента перекрыты толщей мезокайнозойской коры выветривания – бокситоносными глинами, суглинками и галечниками. Мезозойские отложения концентрируются во впадинах. В неотектоническом отношении Салаир представляет собой приподнятую глыбу со взбросовыми северной и восточной границами слабо наклоненную на юго-запад [Новиков и др. 2019].

Юго-западный отрезок профиля п. Тальменка – г. Ленинск-Кузнецкий характеризует геоэлектрический разрез Западно-Сибирской плиты. Здесь отмечается преобладание абсолютно высоких значений удельного электрического сопротивления (УЭС) консолидированной части земной коры (1000 - 4000 Ом·м), представленной разновозрастными палеозойскими складковыми породами (рис. 3). В районе выхода на поверхность гранитоидного массива УЭС достигает



значений свыше 7000 Ом·м. Гранитоидный массив, согласно [Борисенко, Оболенский, Шаров, 1998; Геодинамика, магматизм ..., 1999] относится к приобскому комплексу гранит-граносиенит-гранодиоритов. Погребенные эрозионные поверхности массива, осложненные корами выветривания, неровные, с многочисленными выступами и понижениями. Контакты с вмещающими породами имеют извилистый характер [Геодинамика, магматизм ..., 1999]. Вещественный состав гранитоидного массива в основном определяется широко развитыми порфировидными биотит-амфиболовыми, биотитовыми и амфибол-биотитовыми гранодиоритами, граносиенитами и гранитами [Борисенко, Оболенский, Шаров, 1998; Геодинамика, магматизм ..., 1999]. Гранитоидный массив разделен примерно на две части субвертикальной проводящей зоной (пп.17-19, сопротивление менее 200 Ом·м), маркирующей узел пересечения глубинных разломов (рис. 3).

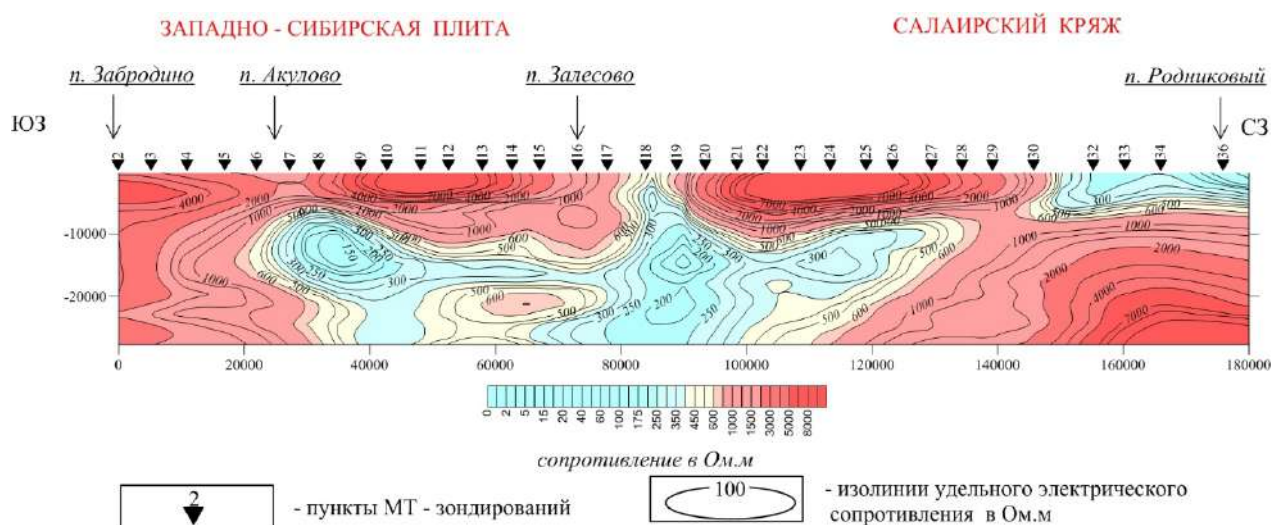


Рис. 3. Глубинный геоэлектрический разрез по профилю п. Тальменка – г. Ленинск-Кузнецкий

В центральной части юго-западного отрезка профиля на глубинах порядка 6-7 км выделяется проводящая неоднородность (сопротивление менее 200 Ом·м), которая может представлять интерес в плане рудной специализации: золотого, полиметаллического, редкометального и медно-никелевого оруденения. К главным рудным минералам относятся пирит, сфалерит, халькопирит, образующие вкрапленности и прожилки, и в меньших количествах встречаются пирротин, борнит, барит. Эндогенные рудогенерирующие системы построены по единой системе, включающей три уровня: зону генерации или глубинный источник мобильной фазы (магм или флюидов) с растворенными в ней рудными компонентами; транспортную зону или дренажную сеть, выводящую мобильную фазу в верхние горизонты земной коры; зону консолидации, где мобильная фаза кристаллизуется (в случае магматических расплавов) или сбрасывает рудную нагрузку и рассеивается (в случае флюидных потоков) [Эволюция

земной коры ..., 1987]. Исходя из этого можно предположить, что проводящие неоднородности представляют собой зону транспорта магмы в верхние горизонты коры и связаны с верхним уровнем эндогенной рудообразующей системы, созданным в результате действия процессов привноса и перераспределения рудного вещества, в том числе и рудных компонент. Размещение рудных полей и месторождений контролируется разломами, зонами дробления, милонитизации, трещиноватости и метасоматического замещения на участках проявлений интрузий или даек долерит-диабазового, диорит-лампрофирового, плагиогранитного, гранит-сиенит-порфирового рядов [Борисенко, Оболенский, Шаров, 1998]. Гидротермально-метасоматические процессы, протекавшие в верхних частях земной коры при распаде глубинной флюидной системы над мантийными палеодиапирами, обеспечивали разуплотнение исходных пород благодаря явлениям гидратации (метасоматоза), что способствовало заложению новых разрывов и зон трещиноватости [Коробейников, 1987; Коробейников, 1997; Коробейников, 2005]. Это обуславливает в таких зонах резкое понижение значений удельного электрического сопротивления.

Разрез земной коры Салаира, представленный метаморфизованными породами кембрийского вулканогенно-осадочного комплекса и карбонатными породами ордовика, силура и девона, характеризуется высокими значениями (свыше 7000 Ом·м) удельного электрического сопротивления (рис. 3). Высокоомный блок с юго-запада на северо-восток пересекает наклонная проводящая зона со значениями УЭС менее 300 Ом·м, маркирующая зону надвига Салаирского блока в северо-восточном направлении. Согласно [Новиков и др. 2019], на неотектоническом этапе была унаследована и реактивирована юрская структура, образованная в ходе надвигания Салаирского блока на Кузнецкий прогиб.

В заключении следует отметить, что полученные результаты носят предварительный характер и показывают, что изученный профиль характеризуется сложным глубинным строением. В дальнейшем предполагаются не только профильные, но и площадные исследования для выявления пространственного положения выявленных аномалий электропроводности.

*Работа выполнена при поддержке проекта ФНИ № 0331-2019-0007 «Геоэлектрика в исследованиях геологической среды: технологии, полевой эксперимент и численные модели».*

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бердичевский М.Н., Дмитриев В.И. Модели и методы магнитотеллурики. М. Научный мир, 2009. 679 с
2. Борисенко А.С., Оболенский А.А., Шаров Г.Н. Золото-ртутное оруденение западной части Алтае-Саянской складчатой области: условия образования, закономерности размещения //Материалы II Всероссийского металлогенического совещания. 25-28 августа 1998. – Иркутск: ИГХ СО РАН, 1998. – С. 29-31.
3. Геодинамика, магматизм и металлогения Колывань-Томской складчатой зоны: монография. – Новосибирск: издательство СО РАН НИЦ ОИГГМ, 1999. – 230 с.

4. Коробейников А.Ф. Геохимия золота в габбро-плаггиогранитных системах складчатых структур // Геохимия. – 1997. - № 5. – С. 513-520.
5. Коробейников А.Ф. Условия концентрации золота в палеозойских орогенах: монография. – Новосибирск: Наука, 1987. – 177 с.
6. Коробейников А.Ф. Условия образования крупных и гигантских золоторудных месторождений // Известия Томского политехнического университета. – 2005. – Т. 308. - № 2. – С. 14-22.
7. Неведрова Н.Н., Поспеева Е.В., Санчаа А.М. Интерпретация данных комплексных электромагнитных методов в сейсмоактивных районах (на примере Чуйской впадины Горного Алтая). //Физика Земли. – 2011. – № 11. – С. 63-75.
8. Геологическая история и рельеф северо-западной части Алтае-Саянской области в мезозое и кайнозое/ Новиков И.С. и др. // Геология и Геофизика, 2019. - Т. 60. - № 6.- (в печати).
9. Магнитотеллурические исследования в районах новейшей тектоники и сейсмической активности / Поспеева Е.В. и др. // Геофизика. – 2014. - № 4. – С. 8-16.
10. Эволюция земной коры и эндогенной металлогенической зональности северо-восточной части Балтийского щита (связь металлогении с глубинным строением): монография. – Ленинград: Наука, 1987. – 112 с.
11. Эпов М.И., Поспеева Е.В., Витте Л.В. Особенности состава и строения земной коры краевой части Сибирского кратона (в зоне влияния рифтогенных процессов) по данным магнитотеллурических зондирований // Геология и геофизика. – 2012. – Т. 53. - № 3. – С. 380-398.
12. Bahr K. Interpretation of magnetotelluric impedance tensor: regional induction and local telluric distortion // J. Geophysics. – 1988. – P. 119-127.
13. Swift C.M. A magnetotelluric investigation of an electrical conductivity anomaly in the southwestern United States. Thesis (Ph.D.) -Massachusetts Institute of Technology, 1967 / Cambridge.

© Е. В. Поспеева, В. В. Потапов, 2019