

УДК 550.372.(477)

ОСОБЕННОСТИ ГЛУБИННОГО СТРОЕНИЯ ОБЛАСТИ СОЧЛЕНЕНИЯ ДНЕПРОВСКО-ДОНЕЦКОЙ ВПАДИНЫ И ОРЕХОВО-ПАВЛОГРАДСКОЙ ШОВНОЙ ЗОНЫ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ЭЛЕКТРОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ

Николаев И.Ю., Николаев Ю.И.
(УкрНИМИ НАНУ, г. Донецк, Украина)

Розглянуто загальні результати геоелектричних профільних досліджень за методом АМТЗ на північному схилі Українського щита у зоні переходу від Оріхово-Павлоградської шовної зони до Дніпровсько-Донецької западини. Виділені низькоомні ділянки – зони впливу основних глибинних розломів району, і приурочені до них залізо-кременисті утворення. Зона впливу Західно-Приазовського розлому інтерпретується як границя між Українським щитом і Дніпровсько-Донецькою западиною.

Results of geoelectric profile are generalized. They studies by method AMTF on northern decline of the Ukrainian board, in a band of transferring from Orihovo-Pavlograd joint zones to the Dniprovsko-Donetsk trough are reviewed. Low-resistant leases - affected areas of the basic deep faults of region, and the ferrous-siliceous formations dated for them are dedicated. The affected area of the Zakhidno-Priazovsky fault is interpreted as boundary between the Ukrainian board and the Dnirovsko-Donetsk trough.

Геоэлектрические исследования методом аудиомагнитотеллурического зондирования позволяют выделять зоны тектонических нарушений, в том числе и глубинные разломы, проявляющиеся в электрическом поле линейными низкоомными (первые десятки Ом·м) аномалиями.

Обобщение результатов многочисленных разномасштабных геофизических исследований, в основном, магнитометрических и гравиметрических, геологосъемочных и поисково-разведочных

работ, позволили убедительно показать [1, 2], что геологические структуры, выявленные на Украинском щите, продолжаются на его склонах и за их пределами. Глубинные разломы и приуроченные к ним структурно-формационные зоны также прослежены геофизическими методами и бурением под мощным чехлом осадочных образований склонов щита. Глубинным разломам придается большое значение в формировании склонов Украинского щита. Погружение склонов фундамента происходило по системе разломов, перпендикулярных и параллельных по отношению к простиранию смежных впадин.

Северный склон Украинского щита сравнительно слабо изучен. В связи с чрезвычайно малым количеством пройденных здесь геологоразведочных скважин (из-за глубокозалегающей кровли кристаллических пород), район изучен наземными геофизическими методами, в основном, гравиметрическими и магнитометрическими. Итоги этих работ довольно обстоятельно изложены в опубликованных монографиях, среди которых, прежде всего, следует назвать работы З.А. Крутиховской и ее соавторов [3, 4]. Северный склон представляет собой постепенное, мелкоступенчатое, неравномерное погружение поверхности кристаллического фундамента в сторону Днепровско-Донецкой впадины [1]. Северная граница склона проходит по южному краевому уступу Донецкого грабена, где кристаллический фундамент опущен на глубину до 22 км и более.

Глубинные разломы и примыкающие к ним сутурные зоны (Орехово-Павлоградская, Западно-Ингулецко-Криворожско-Кременчугская), не ограничиваются контуром Украинского щита и продолжаются в пределах прилегающих к щиту геологических структур. Зона Орехово-Павлоградского глубинного разлома прослеживается на многие сотни километров на север и юг от Украинского щита через самые различные регионы и представляет собой крупный древний линеамент [5]. На севере его продолжением в районе Курской магнитной аномалии [6] является Волчанско-Шаблыкинский разлом, разделяющий Сумской и Курско-Корочанский мегаблоки Воронежского массива. С этих позиций непосредственным продолжением Орехово-Павлоградской шовной зоны к северу от ДДВ является Белгородский синклиорий.

Характерными чертами Орехово-Павлоградской шовной зоны являются:

1) наличие специфических формаций, отсутствующих (или ограниченно развитых) в смежных мегаблоках (Среднеприднепровском и Приазовском);

2) интенсивная (зачастую многоэтапная) тектоническая проработка.

Проведенные ранее геоэлектрические исследования в пределах Орехово-Павлоградской шовной зоны методами магнитотеллурического и аудиоманнитотеллурического зондирования позволили дифференцировать саму шовную зону и примыкающие к ней мегаблоки по уровню электросопротивления на аномально низко- и высокоомные области. На основе результатов исследований в границах восточной части Украинского щита были выделены прогнозные участки, перспективные на эндогенное оруденение [7].

Геологическое и геоэлектрическое глубинное строение Орехово-Павлоградской шовной зоны, строение характерных железорудных участков в пределах зоны и смежного Западно-Приазовского (Корсакского) блока подробно описаны ранее [7, 8, 9]. Главная особенность железорудных проявлений, приуроченных к Орехово-Павлоградской шовной зоне – сравнительно простое геоэлектрическое строение. Железорудные проявления Западного Приазовья, формировавшиеся в условиях смещения континентальной коры на участках континентального склона при преобразовании передовой части Приазовского микроконтинента, по геоэлектрическим данным, характеризуются сложным строением с проявлением низкоомных аномалий железисто-кремнистых отложений как в верхних частях геологического разреза, так и в виде аномалий, погребенных под высокоомными образованиями [10, 11].

В то же время, северная оконечность Орехово-Павлоградской шовной зоны, в районе перехода к Днепровско-Донецкой впадине (рис.1), оставалась неизученной рудными электроразведочными методами, позволяющими оценить степень тектонической нарушенности района, мощность выявленных магнитометрией железисто-кремнистых образований.

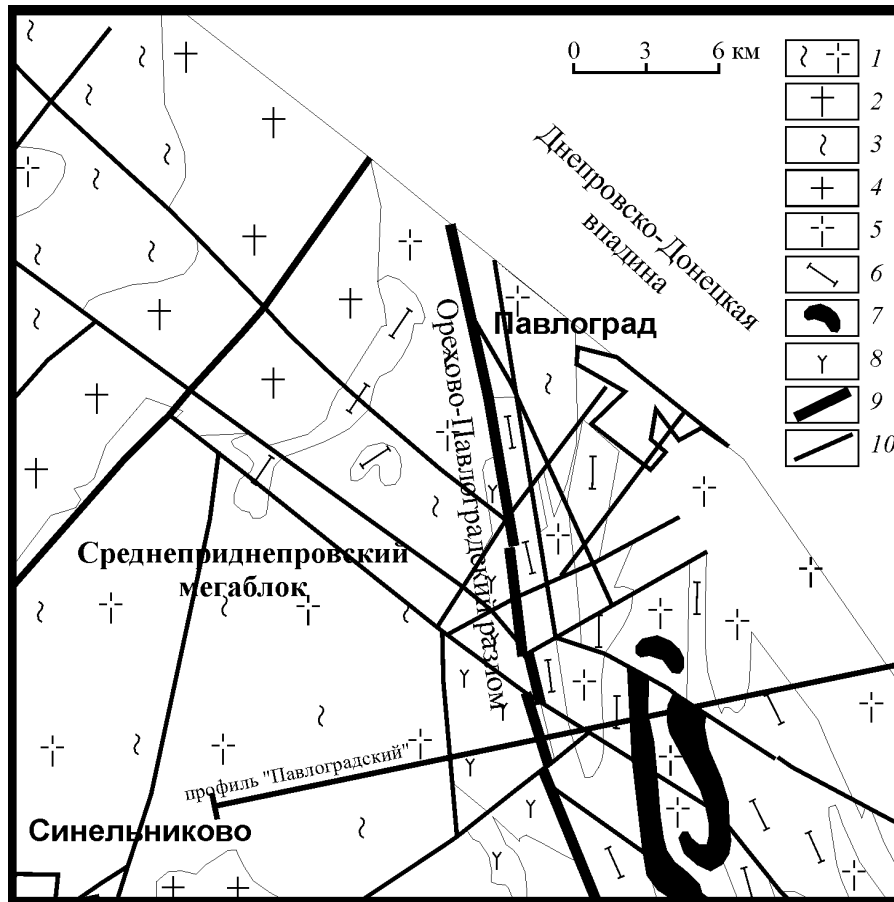


Рис. 1. Схематическая геологическая карта северо-восточной части Среднеприднепровского блока и Орехово-Павлоградской шовной зоны:

1 – плагиограниты и плагиомигматиты биотитовые, биотит-амфиболовые днепропетровского комплекса; 2 – аплито-пегматоидные граниты, плагиограниты, плагиомигматиты, тоналиты, диориты сурского комплекса; 3 – амфиболиты и сланцы плагиоклаз-амфибол-хлориовые, плагиоклаз-амфиболовые гранатсодержащие, актинолиты, силикатно-магнетитовые кварциты сурской свиты; 4 – аплито-пегматоидные граниты, граниты биотитовые, амфибол-биотитовые порфиробластитовые, плагиомигматиты биотитовые и амфибол—биотитовые демуринского комплекса; 5 – тоналиты, эндербиты, плагиомигматиты биотитовые и амфибол-биотитовые, диориты новопавловского тоналит-эндербитового комплекса; 6 – высокоглиноземистые гнейсы и кристаллосланцы, мономинеральные и железистые кварциты волчанской толщи; 7 – пироксеновые амфиболиты, гнейсы и кристаллочланцы биотитовые, гранат-биотитовые, силлиманит-биотитовые, железистые кварциты новопавловской толщи; 8 – нефелиновые сиениты малотерсянского комплекса; 9 – линия глубинного разлома; 10 – тектонические нарушения меньших рангов

По магнитометрическим данным на северном склоне щита, на фоне относительно спокойного положительного или отрицательного магнитного поля, выделяется ряд магнитных аномалий интенсивностью более 2000 нанотесл, которые рассматриваются как перспективные для поисков пород железисто-кремнистых формаций, среди которых и слабо изученные аномалии северной части Орехово-Павлоградской шовной зоны. Магнитные аномалии в этой части Орехово-Павлоградской шовной зоны отличаются малыми размерами и небольшой интенсивностью. Исключение составляет Александровская аномалия интенсивностью более 3000 нТл, также, к сожалению, не изученная. Она расположена на простирании Елизавето-Троицкой аномалии интенсивностью 30000 нТл [4]. На площади последней вскрыты пироксен-магнетитовые, биотит-магнетитовые, амфибол-магнетитовые и магнетитовые кварциты, залегающие в виде пластов мощностью 0,3–30,0 м среди гранат-биотитовых, силлиманитовых гнейсов и амфиболсодержащих сланцев. Общая мощность этих пластов 40–80 м. По мнению [1] Александровской, аномалии, вероятно, соответствует такая же ассоциация пород, но только меньшей мощности.

Исходя из отмеченных авторами работ [1, 7, 8, 11] особенностей железорудных проявлений Орехово-Павлоградской шовной зоны, а также на основе схематического геологического разреза (рис.2), было сделано предположение, что геоэлектрическое строение разреза в районе проявления Александровской магнитной аномалии характеризуется чередованием низкоомных аномалий, приуроченных к разломным структурам и железисто-кремнистым образованиям на фоне высокоомной вмещающей среды. Спокойное чередование аномалий, вызванных наличием железисто-кремнистых образований, должно сопровождаться аномальным «хаосом», вызванным различными тектоническими режимами – сменой растяжения, характерного для северной и южной части ОПШЗ, интенсивным сжатием здесь, что подтверждает структура Малотерсянского массива щелочных пород, тектонически-растянутого вдоль Орехово-Павлоградского разлома [7, 12].

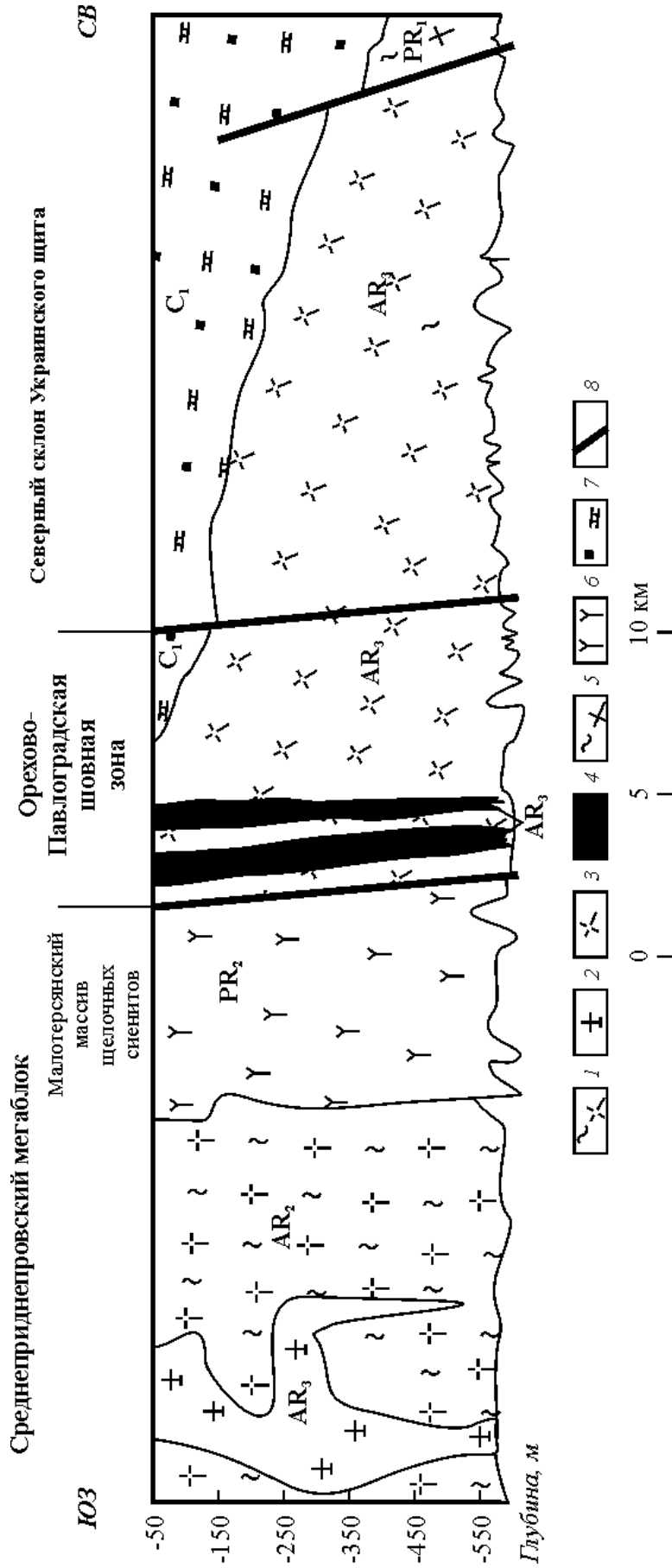


Рис. 2. Схематический геологический разрез по линии электроразведочного профиля «Павлоградский»

Геологические формации: AR₁; 1 – мигматит-плагногранитовая; AR₂; 2 – гранитовая; 3 – мигматит-плагногранитовая; 4 – гнейсово-кристаллосланцевая; PR₁; 5 – гранит-мигматитовая; PR₂; 6 – нефелиновых и щелочных сиенитов; C₁; 7 – карбонатно-терригенная; 8 – разломы.

Для выявления характера геоэлектрического строения исследуемого района, были поставлены профильные электроразведочные работы рудным методом аудиоманнитотеллурического зондирования к югу на 12 км от г. Павлограда.

Профиль «Павлоградский» длиной 40 км пройден с запада от с. Новоалексеевка на восток до с. Бажаны (рис. 3). Среднее расстояние между пунктами наблюдений составило 700 м, со сгущением на детализационных участках - до 200 м.

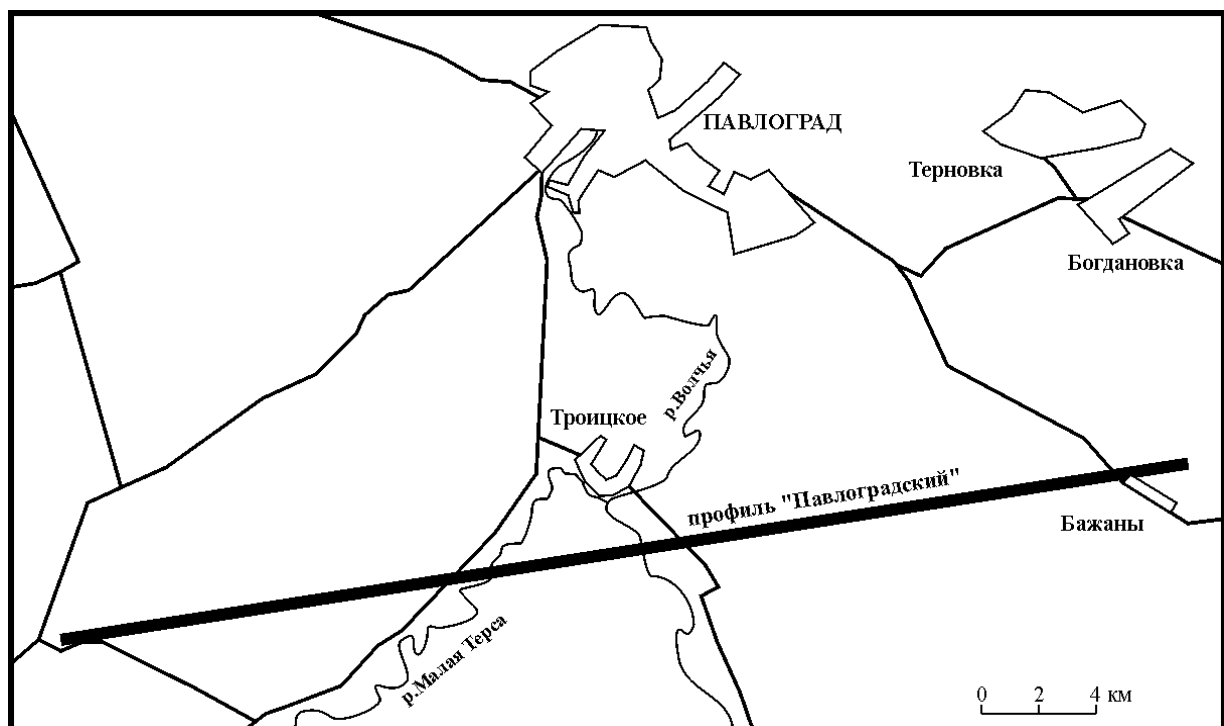


Рис. 3. Схема расположения профиля электроразведочных работ «Павлоградский»

Работы осложнялись высоким уровнем промышленных помех – высоковольтные линии электропередач, шоссейные дороги и т.п. Для уменьшения влияния помех на качество данных, наблюдения компонент E_x , E_y , H_x , H_y естественного электромагнитного поля Земли велись в трех частотных диапазонах аудиоманнитотеллурического зондирования: 10–4000 Гц, 0,3–30 Гц и 0,05–8 Гц. Во время первичной обработки полевых данных применялся созданный в УкрНИМИ

усовершенствованный математический аппарат [7], адаптированный под условия «загрязненности» данных повышенными индустриальными помехами.

По результатам формальной 1D-инверсии данных полевых наблюдений построены геоэлектрические разрезы (рис.4) распределения значений электросопротивления вдоль линии профиля по каждому частотному диапазону.

На геоэлектрическом разрезе, отвечающем высокочастотному диапазону 10–4000 Гц (рис.4а), отображается верхняя часть геологического разреза до 500 м на глубину, доступная для детальных геологоразведочных работ.

Разрез по вертикали характеризуется двурусным геоэлектрическим строением с верхним низкоомным ярусом, и нижним высокоомным с аномальными вертикальными низкоомными вставками. Верхний низкоомный (с электросопротивлением до 30 Ом·м) ярус, мощностью до 50 м, соответствует коре выветривания. Нижний высокоомный (до 3 кОм·м) – верхнему этажу кристаллического фундамента, интенсивно нарушенному тектонически.

В пределах разреза на всю его глубину в районе выходов глубинных разломов фиксируются различной ширины (от 500 м до 1–2 км) вертикальные зоны низкоомных (менее 100 Ом·м) аномалий (пк1–пк9, пк18–пк37, пк44–пк56).

Так, аномалия на пк18-пк19 приурочена, скорее всего, к Орехово-Павлоградскому разлому; находящаяся к востоку низкоомная область в виде «гребешка» выклинивающихся к глубине 500 м аномалий (пк19–пк37) соответствует чередованию метаморфических образований – гнейсов, кристаллосланцев и железистых кварцитов.

Аномально низкоомная зона в районе выхода на поверхность фундамента Западно-Приазовского разлома (пк43–пк48), совпадает со сходящимися ветвями опережающих его тектонических нарушений, отображенными на геоэлектрическом разрезе мощными вертикальными низкоомными (до 30–50 Ом·м) зонами к востоку от главного разлома.

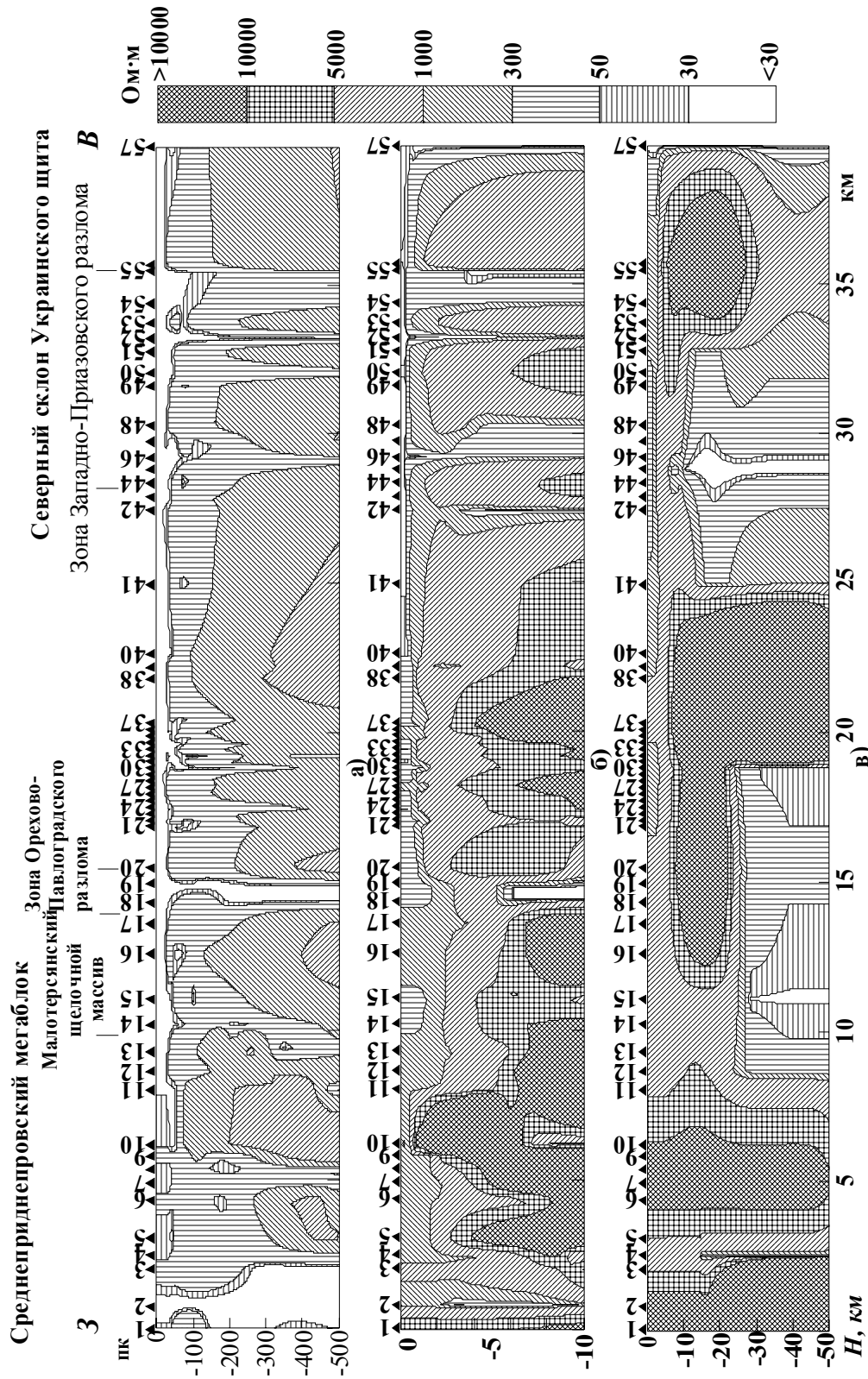


Рис. 4. Результаты электроразведочных работ методом АМТЗ по профилю «Павлоградский», для диапазона частот а) 10 - 4000 Гц; б) 0,3 - 30 Гц; в) 0,05 - 8 Гц

1 - пункт наблюдений АМТЗ; 2 - границы низкоомных блоков, интерпретируемые как зоны влияния тектонических нарушений

Широкий (до двух километров) низкоомный (до 30 Ом·м) участок (в районе пк1–пк2) не сопровождается рядом более мелких аномалий к востоку.

Это может свидетельствовать либо о наличии таковых к западу, где исследования не проводились, либо о том, что аномалия имеет не тектоническую природу, а вызвана проявлением ультраметаморфизма или метасоматоза. На значительном расстоянии к востоку от этой зоны, в районе пк7–пк10, проявляется вертикальная аномалия (до 30 Ом·м) шириной до 200 м.

Достаточно широкая (1–1,5 км) низкоомная (менее 300 Ом·м) зона прослеживается с глубины 500 м, в районе пк13–пк14, на восток, к пк15–пк17, ближе к поверхности, где соответствует выходу пород Малотерсянского щелочного массива, интенсивно нарушенного тектонически.

Зона Западно-Приазовского разлома фиксируется серией (пк43–пк56) низкоомных (до 300 Ом·м) аномалий.

На геоэлектрическом разрезе, отвечающем среднечастотному диапазону 0,3–30,0 Гц (рис.4б), отображается часть геологического разреза до 10 км на глубину. Разрез становится существенно высокоомным (более 3 кОм·м) с глубины 2 км до 10 км. В верхней части разреза низкоомные участки соответствуют (с запада на восток) Малотерсянскому щелочному массиву (пк14–пк17), железистым кварцитам (пк20–пк37), осадочным породам Днепровско-Донецкой впадины (пк51–пк57).

Зона Западно-Приазовского разлома, сам разлом и оперяющие его тектонические нарушения, сохраняют свое отображение на разрезе в виде вертикальных широких низкоомных зон. Также сохраняется низкоомная зона в районе пк2, но значительно меньше по ширине. Значения электросопротивления аномалии зоны Орехово-Павлоградского разлома (пк18–пк20) в верхней части разреза (см. рис.4б) на глубинах до шести километров повышаются до 1 кОм·м. С глубины 6 км и ниже значения электросопротивления в этой зоне понижаются до 30 Ом·м и ниже.

На геоэлектрическом разрезе, отвечающем низкочастотному диапазону 0,05–8 Гц (рис.4в), отображается часть геологического разреза до 50 км на глубину.

Разрез можно четко разделить на низкоомные и высокоомные участки.

Традиционно, к низкоомным участкам относятся зоны влияния глубинных разломов – Орехово-Павлоградского и Западно-Приазовского, причем последний более проявлен по всей глубине разреза. Аномально низкоомная зона, отвечающая Орехово-Павлоградскому разлому, смещается на восток, отображая его наклон. В то же время, имеется довольно мощное (до 20 км) высокоомное (до 50 кОм·м) тело на глубине от 6 до 24 км, протягивающееся от ПК15 до ПК41. Это образование искажает и коренным образом изменяет линию низкоомного отображения Орехово-Павлоградского разлома (рис. 4в). Довольно мощно проявляется низкоомная зона в районе ПК15 на глубинах более 25 км, находящаяся под каналом, подходящим под Малотерсянский щелочной массив.

На основе интерпретации результатов геоэлектрических исследований можно отметить следующие особенности глубинного строения области сочленения Орехово-Павлоградской шовной зоны и Днепровско-Донецкой впадины:

1. В районе сочленения ОПШЗ и ДДВ Орехово-Павлоградскому разлому сопутствуют высокопроводящие субвертикальные тела, которые, возможно, могут быть сложены железистыми кварцитами новопавловской и волчанской толщ.

2. В отличие от Орехово-Павлоградского разлома, на северном склоне Украинского щита чрезвычайно ярко проявлена в электрическом поле зона влияния Западно-Приазовского разлома.

Возможно, Западно-Приазовский имеет свое продолжение и за пределами Украинского щита, что необходимо уточнять проведением профильных геоэлектрических исследований далее к северу.

3. Впервые для исследуемого региона выделена аномально низкоомная зона на глубинах более 25 км.

Природу этой зоны можно объяснить, по аналогии с Кировоградской аномалией электропроводности, наличием здесь высокометаморфизованных (в гранулитовой фации) породных ассоциаций, содержащих кварцит-магнетитовые образования.

СПИСОК ССЫЛОК

1. Каляев Г.И., Глевасский Е.Б., Димитров Г.Х. Палеотектоника и строение земной коры докембрийской железорудной провинции Украины. – Киев: Наукова думка, 1984. – 240 с.
2. Трипольский А.А., Шаров Н.В. Литосфера докембрийских щитов северного полушария Земли по сейсмическим данным. – Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2004. – 159 с.
3. Крутиховская З.А. Глубинное строение и прогнозная оценка Украинской железорудной провинции. – Киев: Наукова думка, 1972. – 205 с.
4. Крутиховская З.А., Силина И.М., Завойский В.Н. и др. Структура фундамента и железорудные месторождения северного склона Украинского щита. – Киев: Наукова думка, 1975. – 229 с.
5. Чекунов А.В. Структура земной коры и тектоника юга Европейской части СССР. – Киев: Наук. думка, 1972. – 176 с.
6. Глевасский Е.Б. Реконструкция активной континентальной окраины восточной части Украинского щита в протерозое // Геологическая история территории СССР и тектоника плит. – М.: Наука, 1989. – С. 32-42.
7. Азаров Н.Я., Анциферов А.В., Шеремет Е.М. и др. Геолого-геоэлектрическая модель Орехово-Павлоградской шовной зоны Украинского щита. – Киев: Наук. думка, 2005. – 190 с.
8. Глевасский Е.Б., Кулиш Е.А., Шеремет Е.Б., Николаев И.Ю. Палеогеодинамическая интерпретация геологического строения Орехово-Павлоградской полосы // Тектоника, металлогения, минеральные ресурсы. Сборник науч. раб. ИГОС НАН и МЧС Украины. – Киев, 2005. – Вып. 11. - Том I, II. - С. 33 – 54.

9. Николаев И.Ю. Геолого-геофизическая глубинная модель Орехово-Павлоградской шовной зоны Украинского щита по данным геоэлектрических исследований и ее металлогения // Сучасні проблеми геологічної науки: Зб. наук. пр. ІГН НАН України. – К., 2003. – С. 61 – 63.
10. Шеремет Е.М., Глевасский Е.Б., Николаев И.Ю., Сухой В.В. и др. Геоэлектрические исследования железорудных месторождений Орехово-Павлоградской шовной зоны Украинского щита и их геодинамическая позиция // Фізико-технічні проблеми гірничого виробництва/ Під загальною редакцією А.Д. Алексєєва. – Донецьк: ООО «Апекс», 2004. – С. 122–135.
11. Николаев И.Ю. Железорудные месторождения Орехово-Павлоградской полосы и Западного Приазовья (геолого-геоэлектрическое сопоставление) // Науковий вісник Національного гірничого університету. Геологія, геофізика, геоінформаційні системи, гідрогеологія, геоекологія. – Дніпропетровськ. –2005. - №9. – С. 62 – 66.
12. Донской А.Н., Кулиш Е.А., Донской Н.А. Нефелиновые породы Украины – комплексные алюминий-глиноземные и редкометальные руды. – Киев: Логос, 2004. – 222 с.