

УДК 550.83:553.411

ГЕОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ИНГУЛЬСКОМ МЕГАБЛОКЕ УКРАИНСКОГО ЩИТА

Шеремет Е. М., Николаев И. Ю., Николаев Ю. И.,
Сетая Л. Д., Агаркова Н. Г.
(УкрНИМИ НАНУ, г. Донецк, Украина)

У Ингульському мегаблоці центральної частини Українського щита більшу частину площі займає Кіровоградський рудний район. У ньому знаходяться родовища урану уран-альбітитової формації, родовища золота і літію, утворення яких супроводжується інтенсивними метасоматичними процесами, що приводять до формування електропровідних мінералів. Як показали геоелектричні дослідження методами АМТЗ і МТЗ, аномалії підвищеної електропровідності, як правило, тяжіють до ділянок і зон метасоматичної переробки. Площові геоелектричні дослідження Інгульського мегаблока дозволили виявити найперспективніші площі на виявлення корисних копалин.

Kirovograd ore district occupies the greater area in the central part of the Ingul megablock of the Ukrainian Shield where there are uranium deposits of uranium-albitite formation, gold and lithium deposits, formation of which is accompanied by profound metasomatic changes that lead to the formation of electrically conductive minerals. Geoelectric prospecting based on AMTS and MTS shows that anomalies of increased conductivity gravitate generally toward areas and zones of metasomatic changes. Areal geoelectrical survey of the Ingul megablock has allowed for delineating the most promising areas for location of useful minerals.

Введение. Состояние вопроса по магнитотеллурическому зондированию в пределах Ингульского мегаблока, начиная с 1976 года, изложено [1]. Дополнительно в 2005 году были выполнены

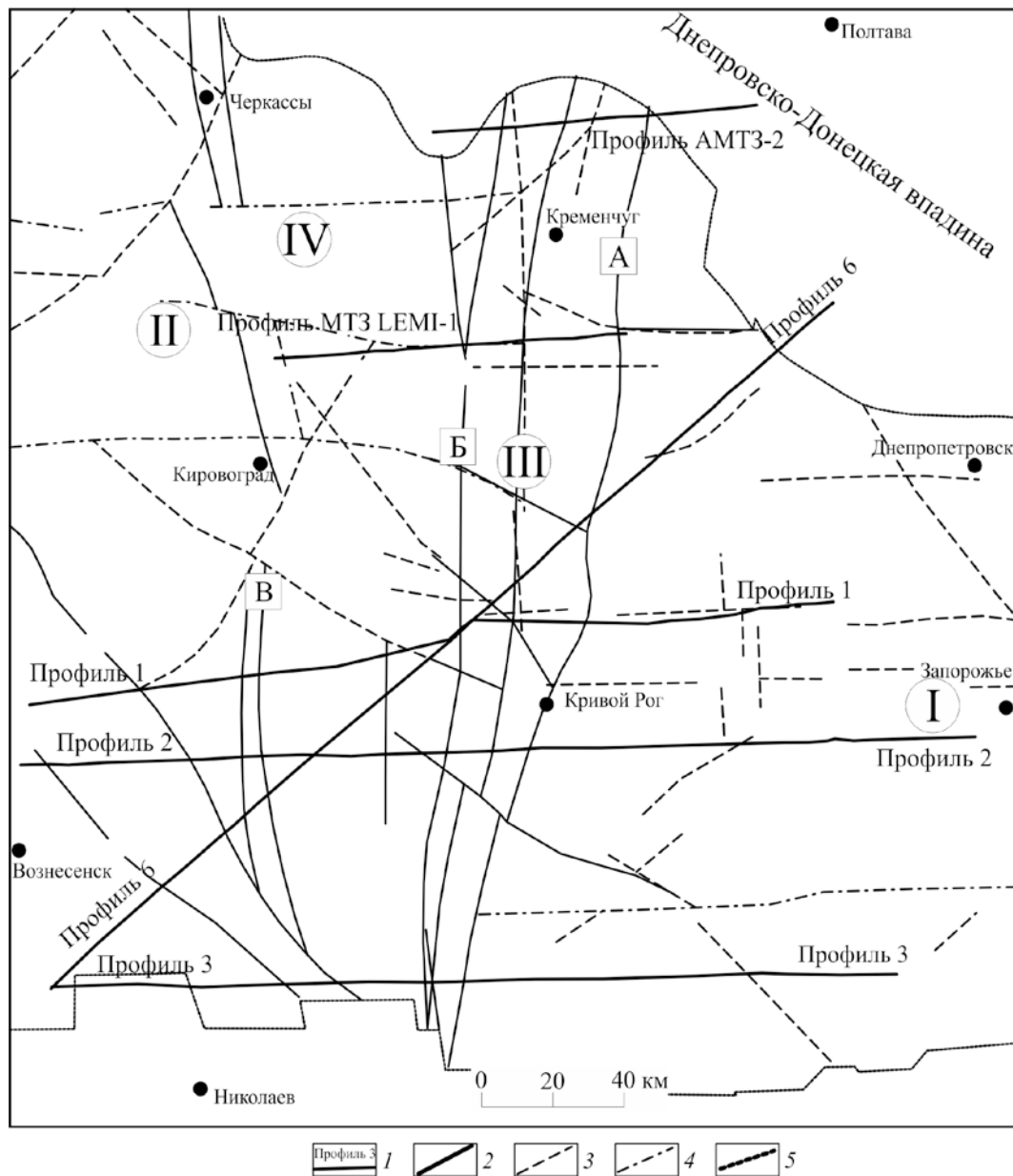
УкрНИМИ НАН України [1] полевые наблюдения МТЗ и АМТЗ по профилям LEMI-1 и АМТЗ-2 в северной части Ингулецко-Криворожской шовной зоны (ИКШЗ), которая не была достаточно исследована. В 2011 году в Кировоградском рудном районе УкрНИМИ НАН України (Николаев И. Ю.) и Институтом геофизики им. С.И. Субботина НАН України (Зайцев Г. Н. и Кушнир А. Н.) проведены полевые магнитотеллурические и магнитовариационные исследования по шести профилям субширотного простирания. УкрНИМИ НАН України пройдены Кировоградский (8 пунктов), Клинцовский (7 пунктов) и Бобринецкий (6 пунктов) профили, Институтом геофизики НАН України были пройдены также три профиля (Северный, Южный и Клинцовский) в количестве 10 пунктов.

Полученные нами данные геоэлектрических исследований методами АМТЗ и МТЗ последних лет существенно увеличили плотность исследований, что позволило провести их переинтерпретацию с подключением новых результатов. Ранее все геоэлектрические разрезы до глубины 60 км по нижеприведенным профилям рассматривались в [1]. Дополнительная информация позволила увеличить глубину построения разрезов до 400 км, чтобы выявить корни низкоомных аномалий.

Построены площадные геоэлектрические срезы распределения электросопротивлений по данным одномерной инверсии МТЗ для глубин от 0,5 км до 100 км, что явилось основанием для создания пространственной геоэлектрической модели Ингульско-го мегаблока для этих глубин. Выявленные низкоомные аномалии были сопоставлены с площадным распространением месторождений и проявлений полезных ископаемых.

Одномерная инверсия МТЗ исследований «Днепрогеофизика», 1984–1986 гг. (переинтерпретация).

Профиль 1 проходит с востока на запад, пересекает западную часть Среднеприднепровского мегаблока, ИКШЗ и Ингульский мегаблок (рис. 1). В Среднеприднепровском мегаблоке на пикетах (ПК) 1184-983 разрез проходит через ответвление Верховцевской зеленокаменной структуры (ЗКС) – ПК 1183-1181 и Авдотьевскую вулкано-тектоническую ЗКС (ПК 1175) (рис. 3.3 а). Между ними находятся плагиогранитоиды архея [2].



I – Среднеприднепровский мегаблок, II – Ингульский мегаблок, III – Ингулеcko-Криворожская шовная зона, IV – Приингульский геоблок. Основные разломы: А – Криворожско-Кременчугский, Б – Западно-Ингулецкий, В – Кировоградский. 1 – профиль МТЗ. Разрывные нарушения: 2 – региональные разломы, 3 – локальные разломы, 4 – раздвиги, 5 – краевые сбросы УЩ.

Рис. 1. Расположение пунктов МТЗ в центральной части Украинского щита [1]

Вся рассмотренная часть Среднеприднепровского мегаблока характеризуется высоким электросопротивлением [1].

На разрезе значений кажущегося электросопротивления (рис. 2 б) Первомайская, Кировоградская, Западно-Ингулецкая, Ингулецкая и Криворожско-Кременчугская зоны разломов характеризуются узкими вертикальными аномалиями по всей глубине разреза.

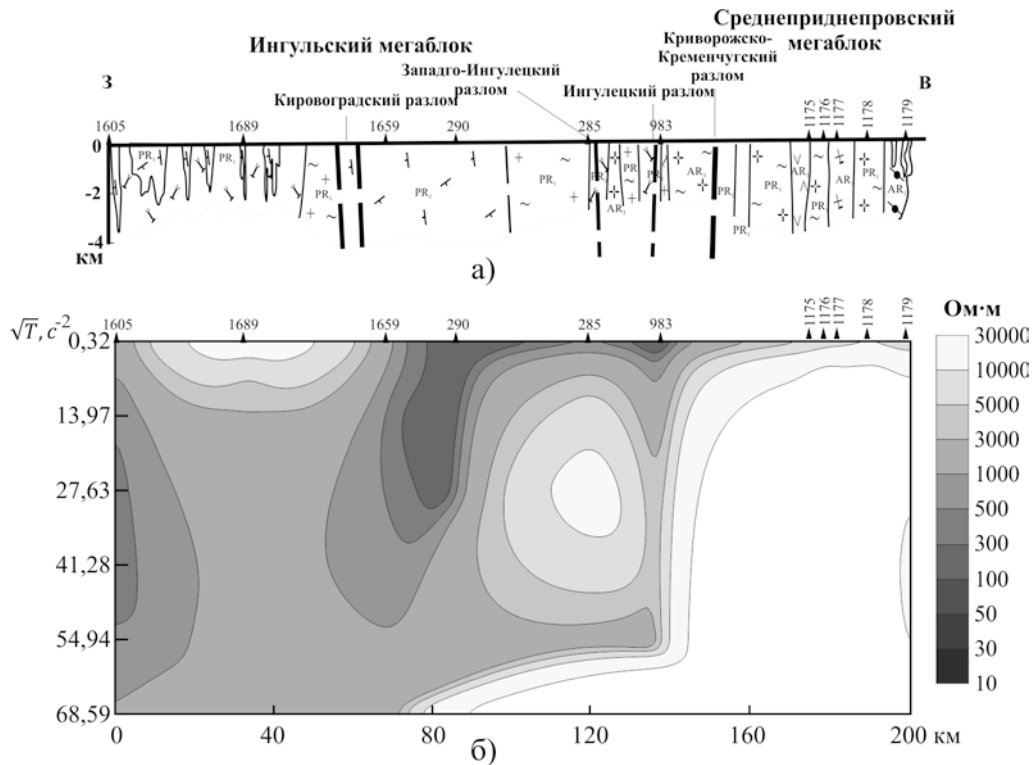


Рис. 2. Геологический (а) и амплитуды ρ_k (б) разрезы по линии профиля МТЗ 1

На геоэлектрическом разрезе до глубины 60 км (рис. 3 б) видна приуроченность низкоомных аномалий 100-300 Ом·м к Кировоградской, а также к Западно-Ингулецкой, Ингулецкой и Криворожско-Кременчугской зонам разломов. Корни аномалий для Кировоградской зоны разломов не исчезают на глубине 200 км (рис. 3 в), в то время как для Западно-Ингулецкой, Ингулецкой и Криворожско-Кременчугской зон разломов корни аномалий фиксируются на глубине 160 км.

Для последних это отчетливо видно на разрезе до глубины 400 км, в то время как для Кировоградской зоны разломов корни аномалий не появляются и на глубине 400 км (рис. 3 г).

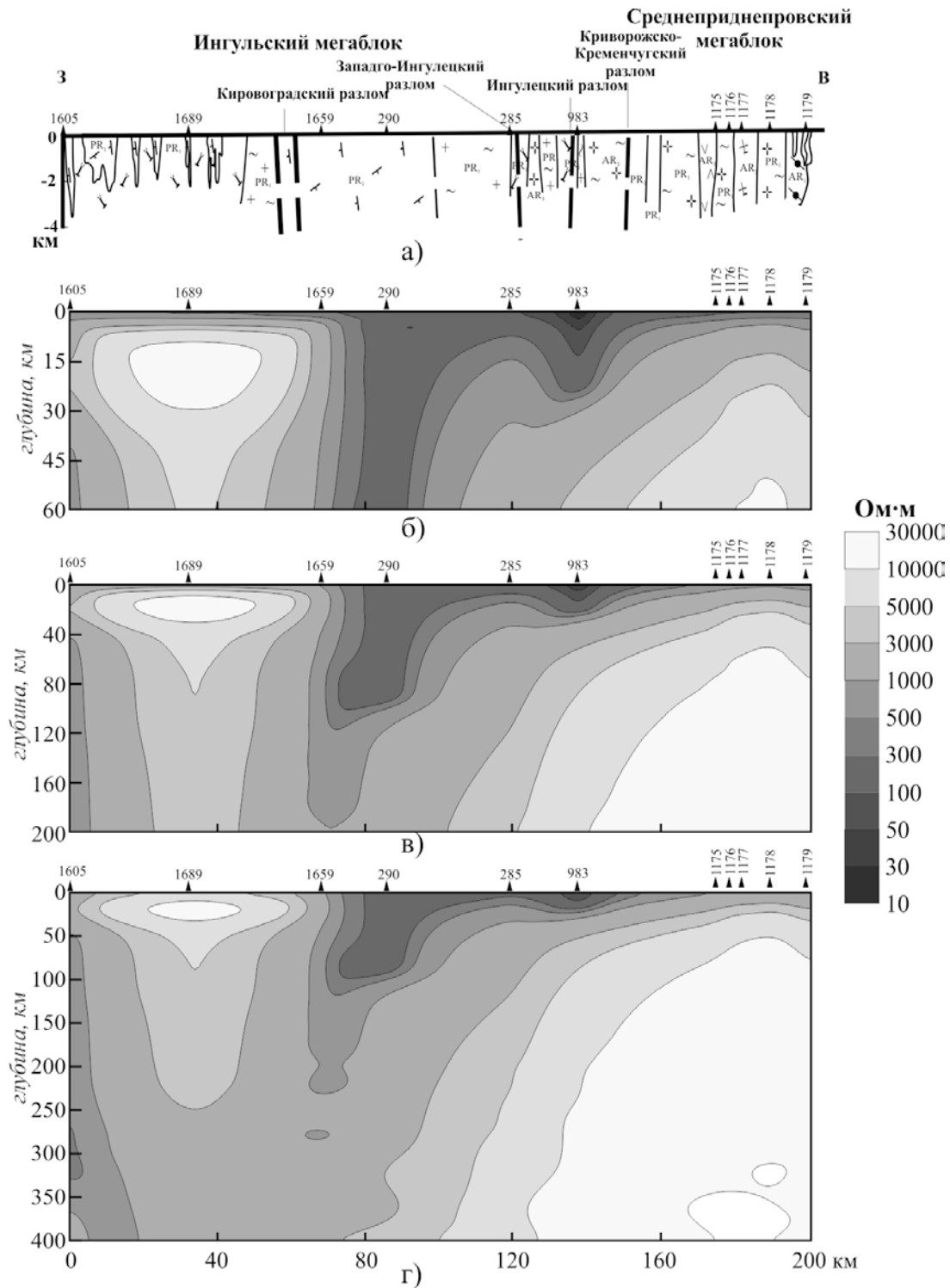


Рис. 3. Геологический (а) и геоэлектрические (б, в, г) разрезы по линии профиля МТЗ 1

Интересным является также появление низкоомной аномалии на глубине 20–320 км в районе Первомайской зоны разломов.

Подытоживая геологическую интерпретацию разреза по профилю 1, следует подчеркнуть, что он, в целом, убедительно показывает структурную делимость коры межмегаблоковой сuture. Что же касается анализа структуры собственно Ингульско-го мегаблока, то для этого пока недостаточно данных: нет пересечений профилями МТЗ ни Новоукраинского массива, ни Корсунь-Новомиргородского плутона.

Значительная часть гранито-гнейсовой коры Ингульского мегаблока является существенно высокоомной.

Таким образом, здесь подтверждается закономерность, отмеченная при характеристике Орехово-Павлоградской шовной зоны (ОПШЗ) и смежных мегаблоков [3]: преобразованная архейская кора, как правило, в отношении электронной проводимости является высокоградиентной, а непреобразованная – архейская или протерозойская – обычно высокоомна.

Профиль 2 имеет широтное направление, он начинается от г. Томаковка Днепропетровской области, пересекает ИКШЗ в районе пгт. Широкий, проходит через Ингульский мегаблок и оканчивается в районе населенных пунктов Братское (южнее) и Петропавловское (севернее) Кировоградской области. В геологическом отношении профиль 2 проходит через западную часть Среднеприднепровского мегаблока, ИКШЗ и Ингульский мегаблок (см. рис. 1).

Западная часть Среднеприднепровского мегаблока, которая пересекается профилем 2, характеризуется высокими значениями электросопротивления (рис. 4).

Геологические образования по данным ГДП-200 [2] вдоль профиля 2 представлены плагиогранитоидами и мигматитами саксаганского комплекса верхнего архея, в районе пикетов 1189, 1188, 1187 и 999 профиль пересекает Чертомлыкскую зеленокаменную структуру (ЗКС), сложенную габбро-амфиболитами верховцевского комплекса верхнего архея.

ПК 399 расположен в зеленокаменном обрамлении Саксаганского гранитоидного (плагиограниты и мигматиты) купола и вулканогенно-тектонической депрессии центрального типа, сложенной породами коматиит-базальтовой и перидотитовой формации [2].

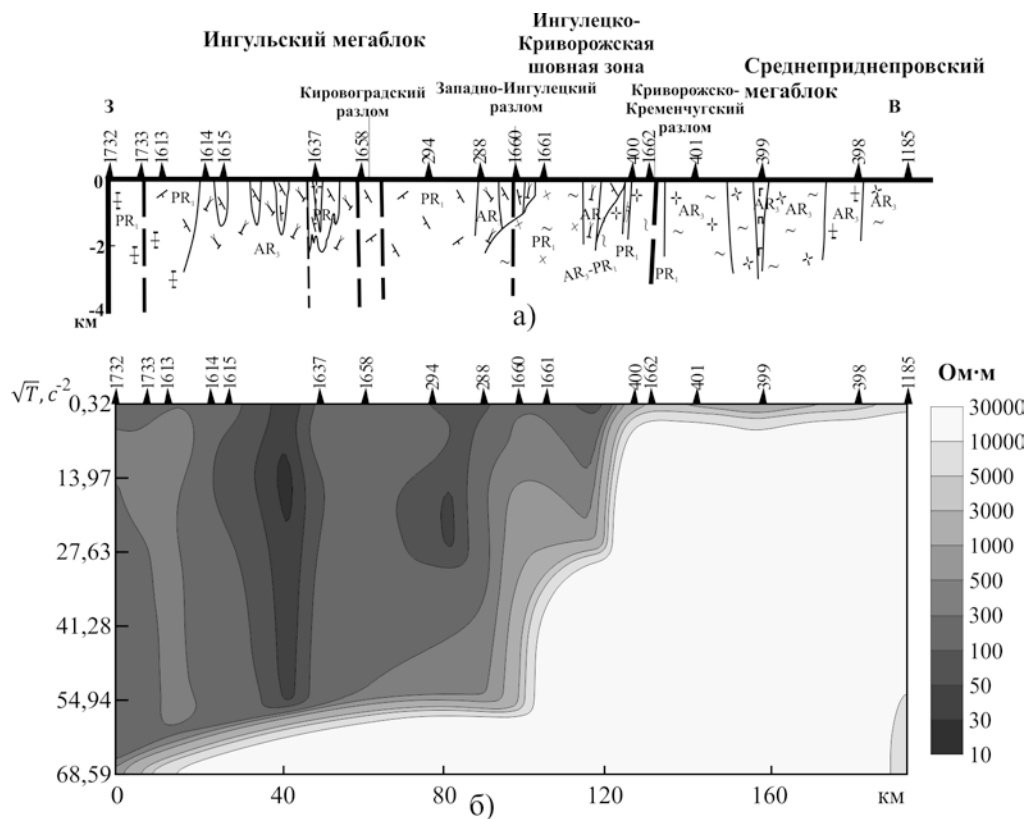


Рис. 4. Геологічний (а) і амплитуди ρ_k (б) розрізи по лінії профіля МТЗ 2

Последовательно профиль 2 проходит в местах выхода региональных или глубинных разломов: Криворожско-Кременчузького, Інгулецького, Західно-Інгулецького, Кіровоградського. Область между Криворожско-Кременчузьким и Кіровоградським разломами характеризується низкими значеннями електричного опору. Весь этот участок сложен мигматитами кіровоградського комплексу кислої і середнього складу граніт-мигматитової формації [2]. Тут також зустрічаються ділянки порід сланцево-кремністої формації, віднесені до інгуло-інгулецької серії.

Всю область Інгулецького мегаблоку, представлену на геоелектричному розрізі до глибини 60 км (рис. 5 б), по значенням електричного опору можна розділити на дві частини: західну низкоомну (ПК 1662-1613 – до 300-500 Ом·м) і східну високоомну (ПК 1185-1615 – до 1000 Ом·м).

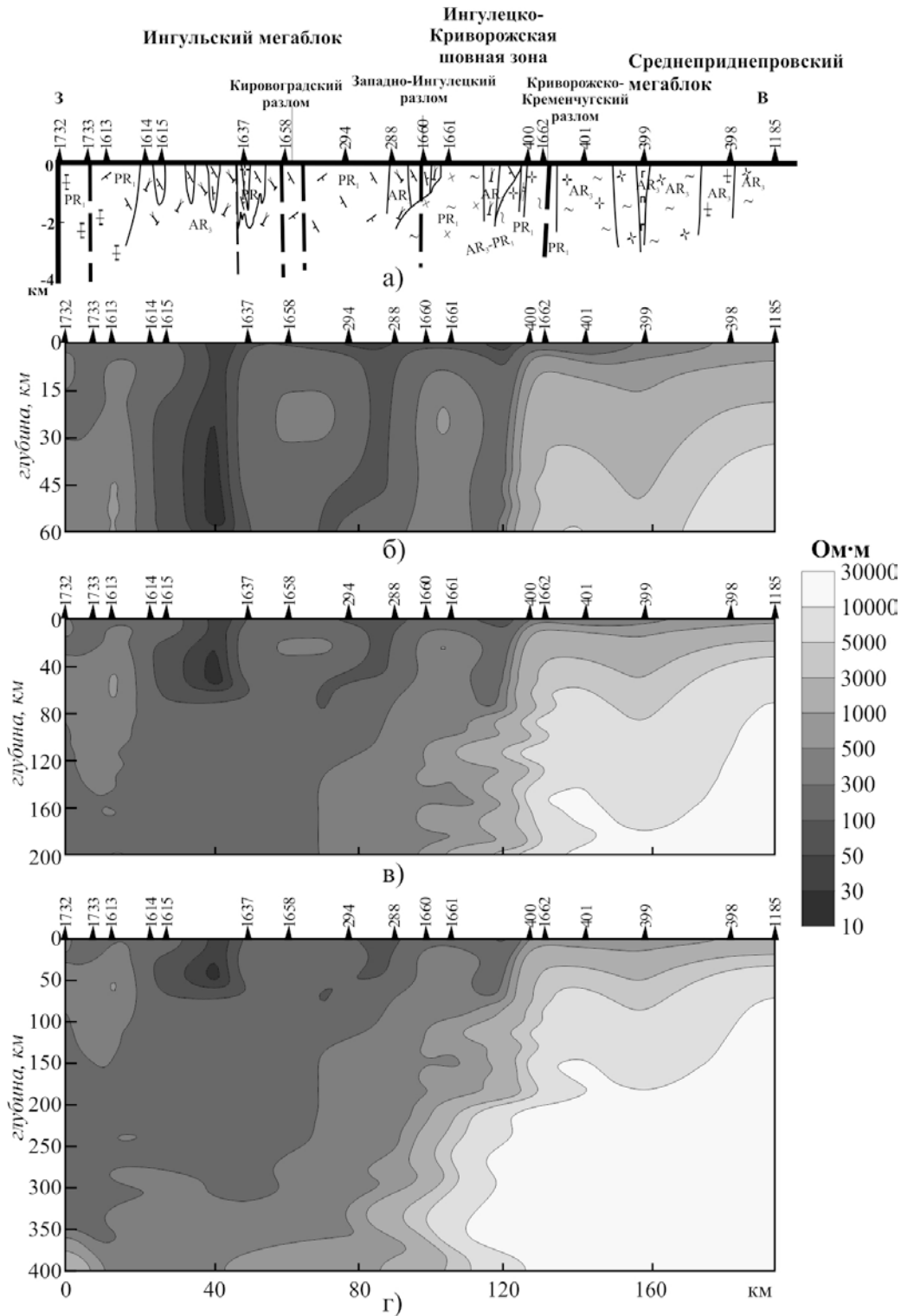


Рис. 5. Геологический (а) и геоэлектрические (б, в, г) разрезы по линии профиля МТЗ 2

Кировоградская зона разломов (ПК 1637-1658) характеризуется низкоомной областью до 100 Ом·м, уходящей на глубину

свыше 60 км (рис. 5 в). Такой же характер имеют низкоомные участки на пикетах 288 и 400-1662, соответствующие Западно-Ингулецкому и Криворожско-Кременчугскому разломам соответственно.

Низкоомный характер Ингульского мегаблока прослеживается до глубины порядка 350 км (рис. 5 г).

Профиль 3 пройден вкрест простирания ИКШЗ и смежных регионов – западной части Среднеприднепровского мегаблока и восточной части Ингульского мегаблока с востока и запада от с. Гюневка в районе Верх. Рогачин Днепропетровской области до с. Степное в районе Нов. Одесса на западе (см. рис. 1).

В геологическом отношении геоэлектрический профиль МТЗ 3 в восточной части разреза пересекает архейские плагиогранитоиды (рис. 6).

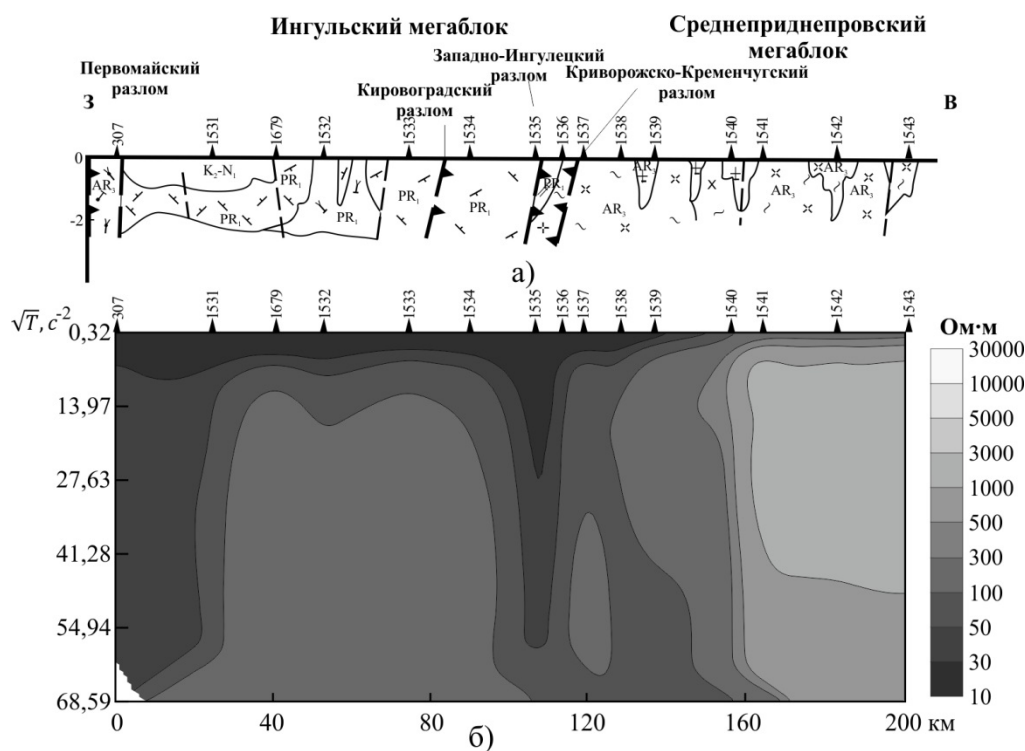


Рис. 6. Геологический (а) и амплитуды ρ_k (б) разрезы по линии профиля МТЗ 3

Относительно низкие значения электросопротивления (рис. 6 б) в верхней части геоэлектрического разреза (30-50 Ом·м)

для таких пород можно объяснить значительной степенью их трещиноватости и, как следствие, водонасыщенности.

Возрастание удельного электросопротивления с глубиной для пород такого состава целиком закономерно.

На разрезе значений кажущегося электросопротивления весь Ингульский мегаблок находится в низкоомной (50-300 Ом·м) зоне (рис. 6 б). Резкая граница между низкоомной и высокоомной областями по всей глубине амплитудного разреза находится в зоне перехода Среднеприднепровского мегаблока в Ингульский. Вертикальная низкоомная область по всей глубине амплитудного разреза охватывает область между Криворожско-Кременчугской и Западно-Ингулецкой зонами разломов. Такая же зона наблюдается между Первомайской зоной разломов и западной частью Ингульского блока.

Кировоградская зона разломов резко не проявлена, хотя расчлененная низкоомная область (в верхней части интенсивностью в 50-75 Ом·м, в нижней – 100-300 Ом·м) занимает пространство между ПК 1534 (Кировоградская зона разломов) и ПК 1679 (трансрегиональный разлом Смоленск-Херсон).

Геоэлектрические разрезы по профилю 3 до глубин 60, 200 и 400 км свидетельствуют, что рассматриваемая низкоомная область и на глубине 400 км не имеет корней (рис. 7).

На глубине 400 км отчетливо прослеживается граница между высокоомной областью (Среднеприднепровский мегаблок) и низкоомной (Ингульский мегаблок). Граница погружается примерно под углом 45° , при этом корни низкоомной аномалии прослеживаются на глубине от 330 км (ПК 1539-1534, район зон разломов Криворожско-Кременчугского и Западно-Ингулецкого) до 400 км (ПК 1534-1533, район зоны Кировоградского глубинного разлома). Начиная от ПК 307 и до ПК 1679 – западной конечной точки разреза – граница погружается на глубину свыше 400 км.

Криворожский глубинный разлом на геоэлектрическом разрезе приурочен к низкоомной аномалии с электросопротивлением 50-100 Ом·м.

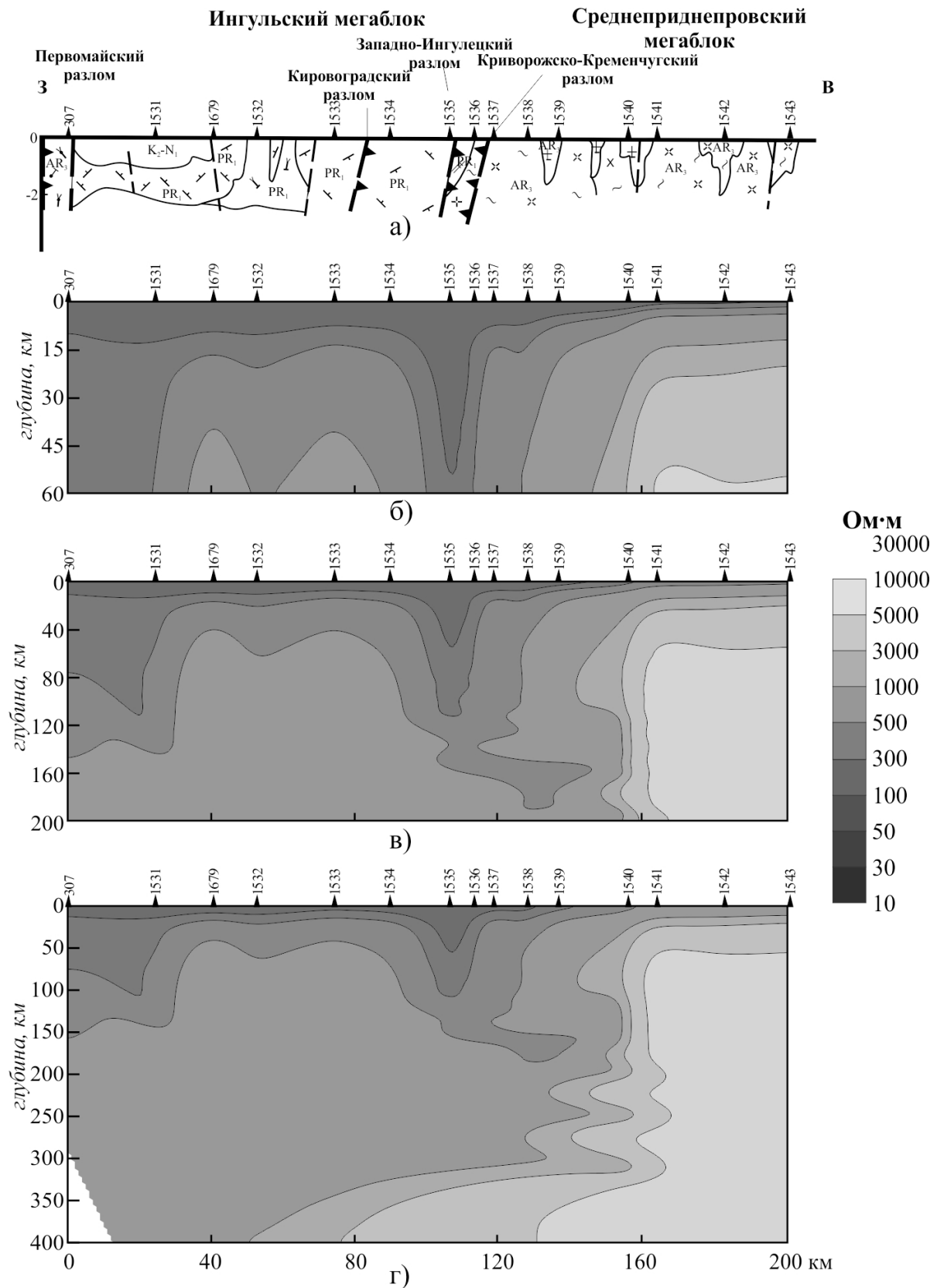


Рис. 7. Геологічний (а) і геоелектричні (б, в, г) розрізи по лінії профіля МТЗ 3

Ширина аномалии в верхней части разреза (ПК 1537-1535) составляет 20 км, с глубиной она сужается до 10 км (рис. 7 б).

На участке ПК 1537-1535 распространены реоморфизованные плагиогранитоиды архея и метаморфиты криворожской и ингуло-ингулецкой серий.

Участок разреза между ПК 1535 (Криворожская зона разломов) и ПК 307 (Первомайский разлом) в геологическом отношении отвечает области развития метафлишоидов роцаковской и чечелевской свит раннего протерозоя.

В западной части геоэлектрического разреза (ПК 1531-307), в районе Первомайского разлома, находится область контакта (главным образом, тектонического) северо-западного направления между кировоградскими гранитами Вознесенского массива и гранулитами и чарнокитоидами Голованевского блока. Судя по [4], глубинное строение рассматриваемого участка (в районе ПК 300 пересекающихся VI и VIII геотраверсов) характеризуется сочетанием полого надвинутых пород с аномально низкой плотностью и подстилающих их высокоплотных образований. Причем, в последних, на глубине порядка 30 км, установлен блок с намагниченностью 6 А/м, граница которого полого воздымается к юго-западу в сторону Одесских магнитных аномалий (ОМА). Поэтому не исключено, что отмеченная здесь низкоомная аномалия аналогична Кировоградской и вызвана железисто-кремнистыми породами ОМА, перекрытыми надвинутыми гранулитами Голованевского блока.

Профиль б также пересекает все значительные геологические структуры исследуемой территории: Среднеприднепровский мегаблок, ИКШЗ, Ингульский мегаблок и часть Голованевской шовной зоны (ГШЗ) с северо-востока на юго-запад (см. рис. 1). Этот профиль практически совпадает с геотраверсом VIII [4], на котором, пожалуй, впервые были обоснованы зоны пологих разломов в докембрии щита.

Часть профиля проходит через архейские плагиогранитоиды Среднеприднепровского мегаблока (рис. 8 а).

На разрезе значений кажущегося электросопротивления этой части соответствует высокоомная область. Для зон Кирово-

градского и Криворожско-Кременчугского разломов характерны вертикальные низкоомные зоны (рис. 8 б).

На геоэлектрическом разрезе до глубины 60 км отчетливо видна приуроченность низкоомных аномалий (до 150 Ом·м) к Западно-Ингулецкой, Ингулецкой и Криворожско-Кременчугской зонам разломов (рис. 9 б).

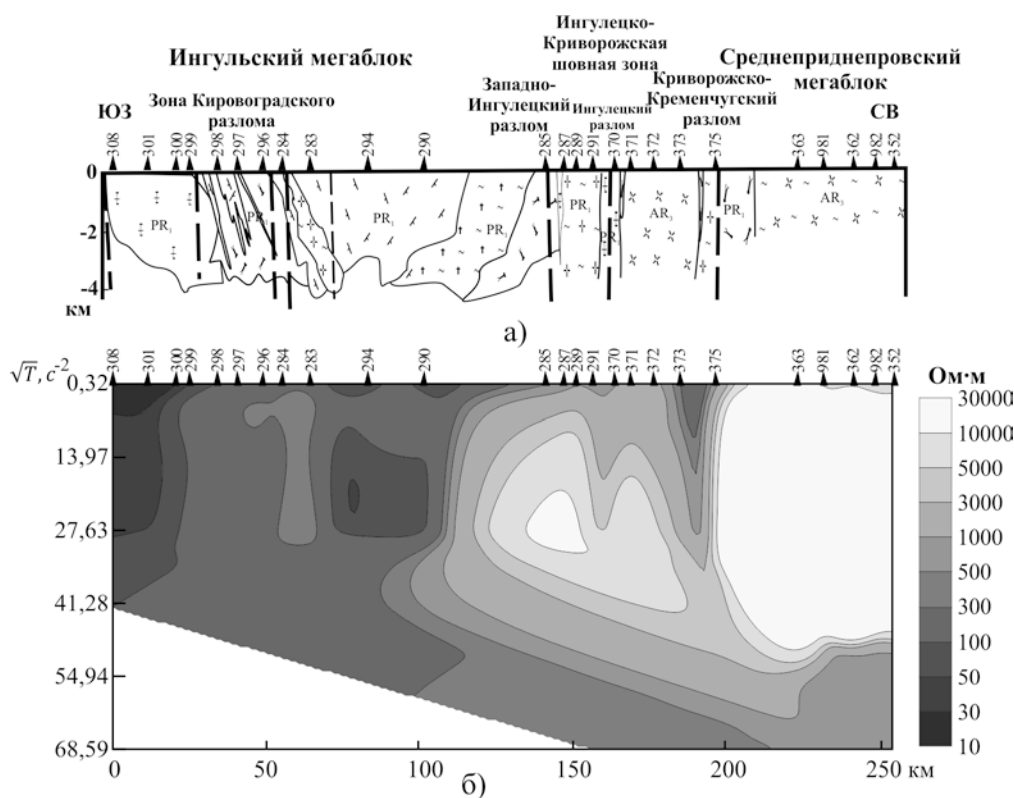


Рис. 8. Геологический (а) и амплитуды ρ_k (б) разрезы по линии профиля МТЗ 6

Аномальная зона заканчивается на глубине 81 км на разрезе до 200 км, особенно четко корни аномалии проявлены на разрезе до глубины 400 км.

Низкоомные зоны между ПК 290 и ПК 284 (Кировоградская зона разломов), между ПК 298 и ПК 307 (Первомайская зона разломов) характеризуются распространением до глубины 60 км на разрезе до 60 км (рис. 9 б); до глубины 180 км на разрезах до 200 км (рис. 9 в); и особенно четко – на разрезе до глубины 400 км (рис. 9 г).

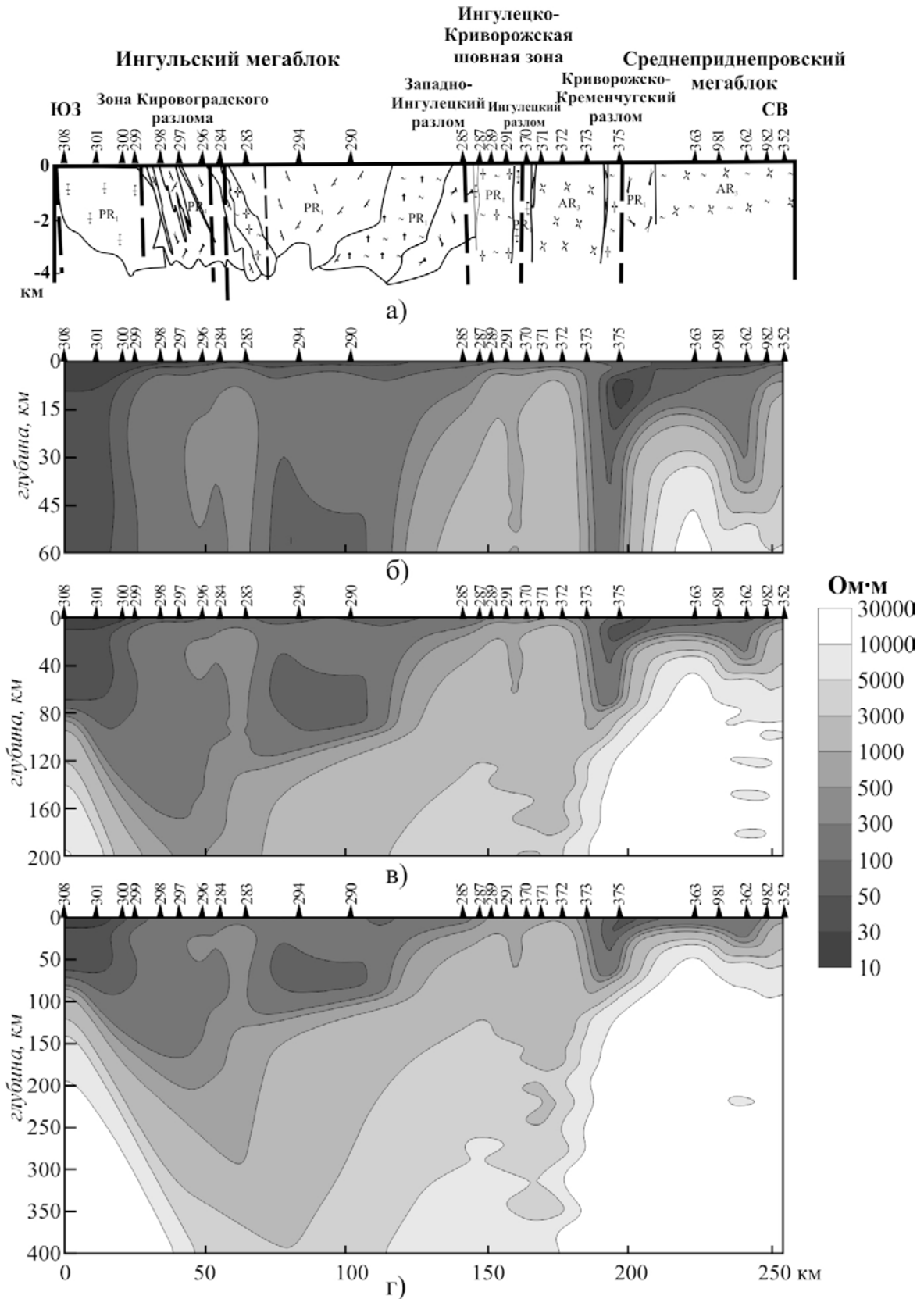


Рис. 9. Геологічний (а) і геоелектричні (б, в, г) розрізи по лінії профіля МТЗ 3

Одномерная инверсия МТЗ по профилю LEMI-1 (исследования УкрНИМИ НАНУ, 2005 г.)

Методика и технология измерений параметров МТ-поля приведены в [3].

Профиль LEMI-1 имеет широтное направление и протягивается от с. Елизаветградка Кировоградской области до с. Мишурин Рог Днепропетровской области (см. рис. 1).

Западная часть геоэлектрического профиля LEMI-1 расположена в Ингульском мегаблоке (ПК 10-18). Далее на восток отрезок профиля между ПК 1 и ПК 5 пересекает ИКШЗ (Васильковская и Зыбковская синклинали, Лозоватский купол и одноименная синклиналь, Млынковская синклиналь). Восточнее (от ПК 5 до ПК 6) геоэлектрический разрез захватывает небольшую часть Среднеприднепровского мегаблока (рис. 10 а).

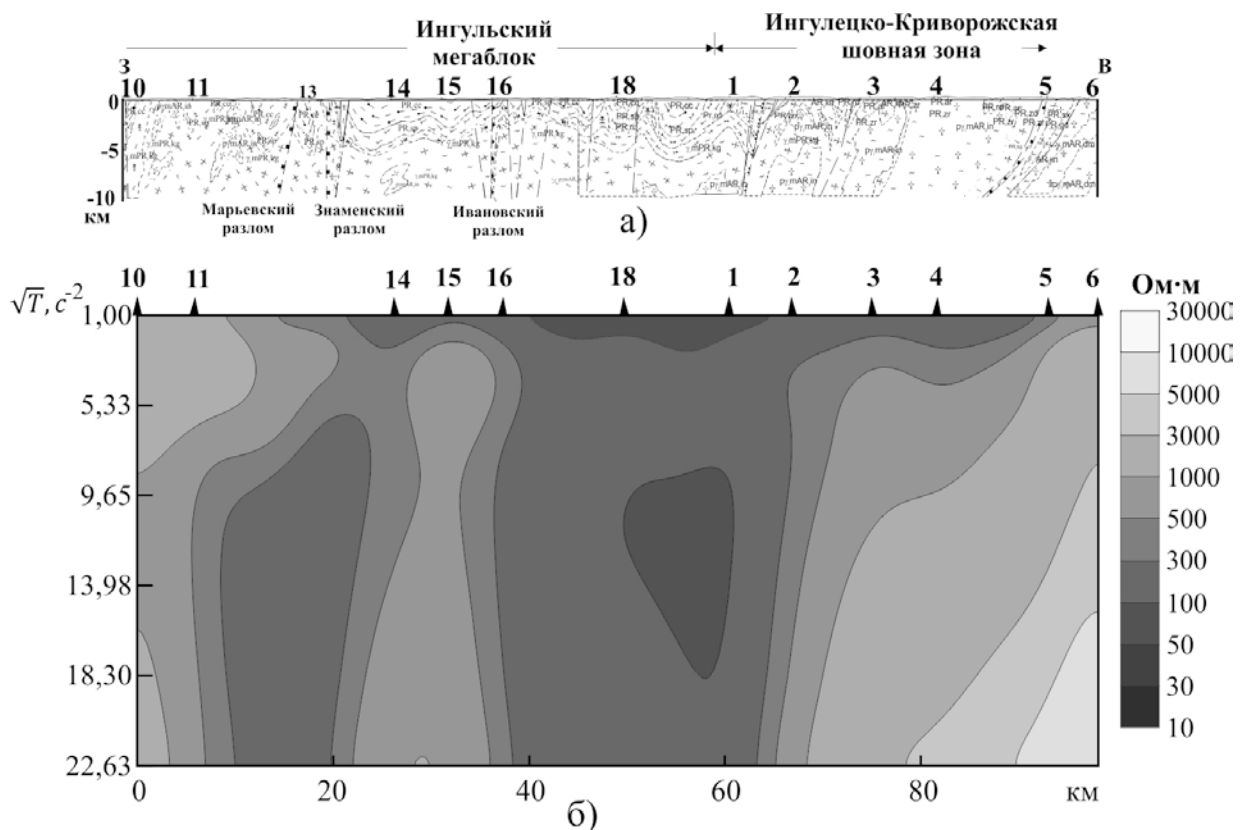


Рис. 10. Геологический (а) и амплитуды ρ_k (б) разрезы по линии профиля МТЗ LEMI-1

Низкоомные аномалии на границах геологических структур, представленных, как правило, разломными зонами, проявились в виде вертикальных узких зон (рис. 10 б). Это Криворожско-Кременчугская зона разломов в районе Млынковской синклинали; граница между ИКШЗ и Ингульским блоком в виде Западно-Ингулецкой зоны разломов; глубинный разлом на восточной границе Дмитриевской синклинали; разломы в ее осевой части; Знаменский глубинный разлом, ограничивающий синклиналь с запада, и ряд других разломов.

В электромагнитном поле геологическое строение региона исследований просматривается довольно четко – части Ингульского (западная часть разреза) и Среднеприднепровского мегаблоков характеризуются высоким электросопротивлением (рис. 11 б). Породы здесь представлены преимущественно плагиогранитами и плагиомигматитами, гнейсо-гранитовыми и метафлишоидными формациями.

На геоэлектрическом разрезе до глубины 60 км (рис. 11 б) низкоомная область интенсивностью 10-500 Ом·м до глубины 10 км охватывает пространство между Криворожско-Кременчугской зоной разломов и Знаменским разломом.

Одна глубинная низкоомная аномалия такой же интенсивности расположена под восточной частью Ингульского блока между западной границей ИКШЗ (Западно-Ингулецким глубинным разломом) и Ивановским глубинным разломом. Эта аномальная область распространена до глубины 60 км, корни ее фиксируются на глубине 120 км.

Вторая площадная низкоомная аномалия интенсивностью 300-500 Ом·м зафиксирована на протяжении от осевой части Дмитриевской синклинали до Марьевской зоны разломов также до глубины 60 км, корни ее прослеживаются на глубине 150 км, что подтверждается и геоэлектрическим разрезом до глубины 400 км (рис. 11 г).

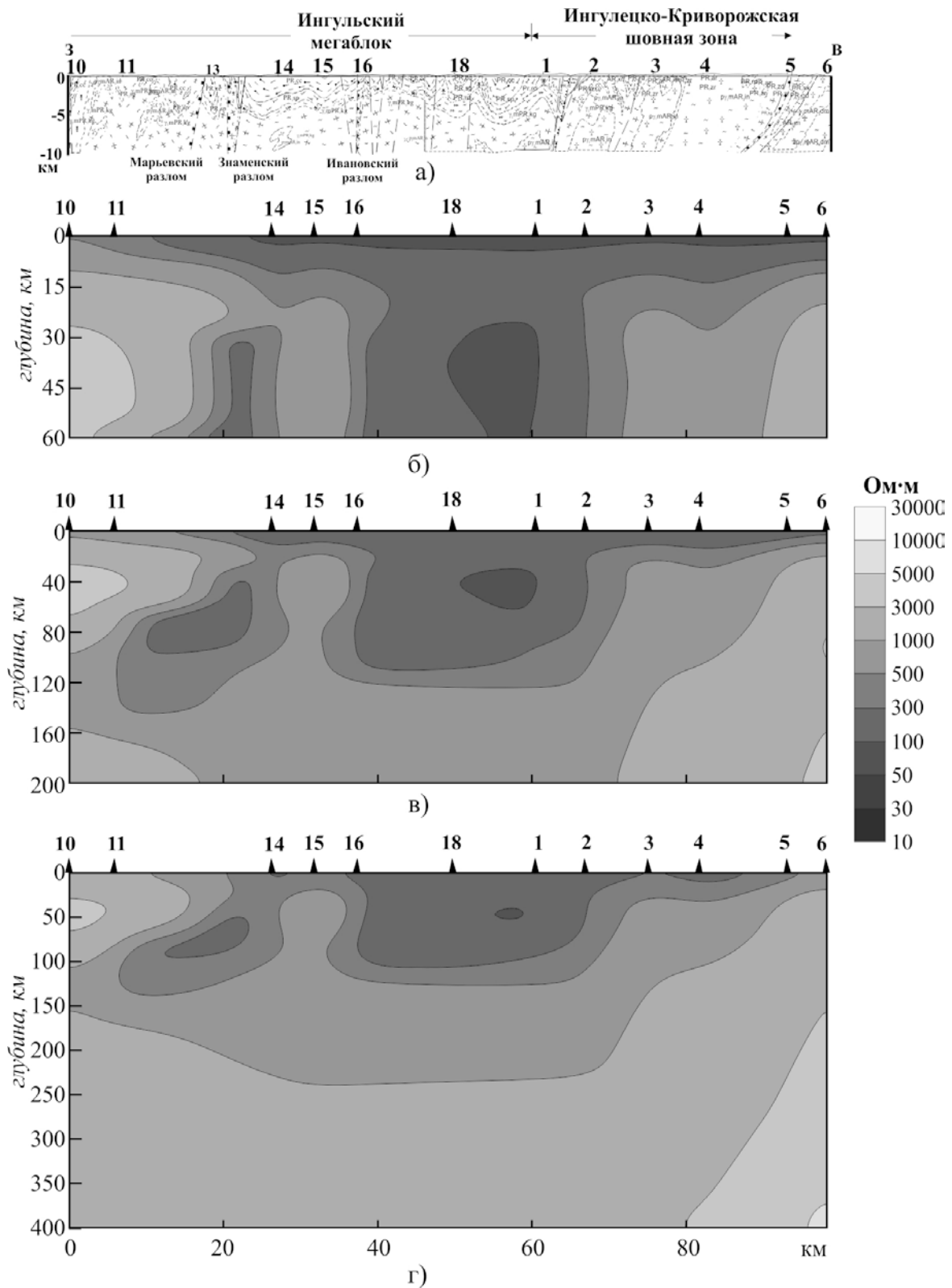


Рис. 11. Геологический (а) и геоэлектрические (б, в, г) разрезы по линии профиля МТЗ LEMI-1

Геоэлектрические исследования МТЗ в Кировоградском рудном районе в 2011 г. (УкрНИМИ НАН Украины).

В пределах Кировоградского рудного района (КРР), вкрест простирания Кировоградского глубинного разлома, пройдено три профиля МТЗ – Кировоградский, Клинцовский и Бобринецкий (рис. 12).

Профиль «Кировоградский» расположен к северу от г. Кировограда. Количество точек наблюдения – 8 (рис. 13, 14), среднее расстояние между пикетами – 4,5 км.

Начало профиля «*Клинцовский*» – с. Федоровка, конец – с. Рыбчино. Количество точек наблюдения – 7 (рис. 15), среднее расстояние между пикетами – 4 км.

Начало профиля «*Бобринецкий*» – станция Червоная Долина, конец – с. Зеленовка. Количество точек наблюдения – 6 (рис. 16), среднее расстояние между пикетами – 4 км.

Профиль «Кировоградский»

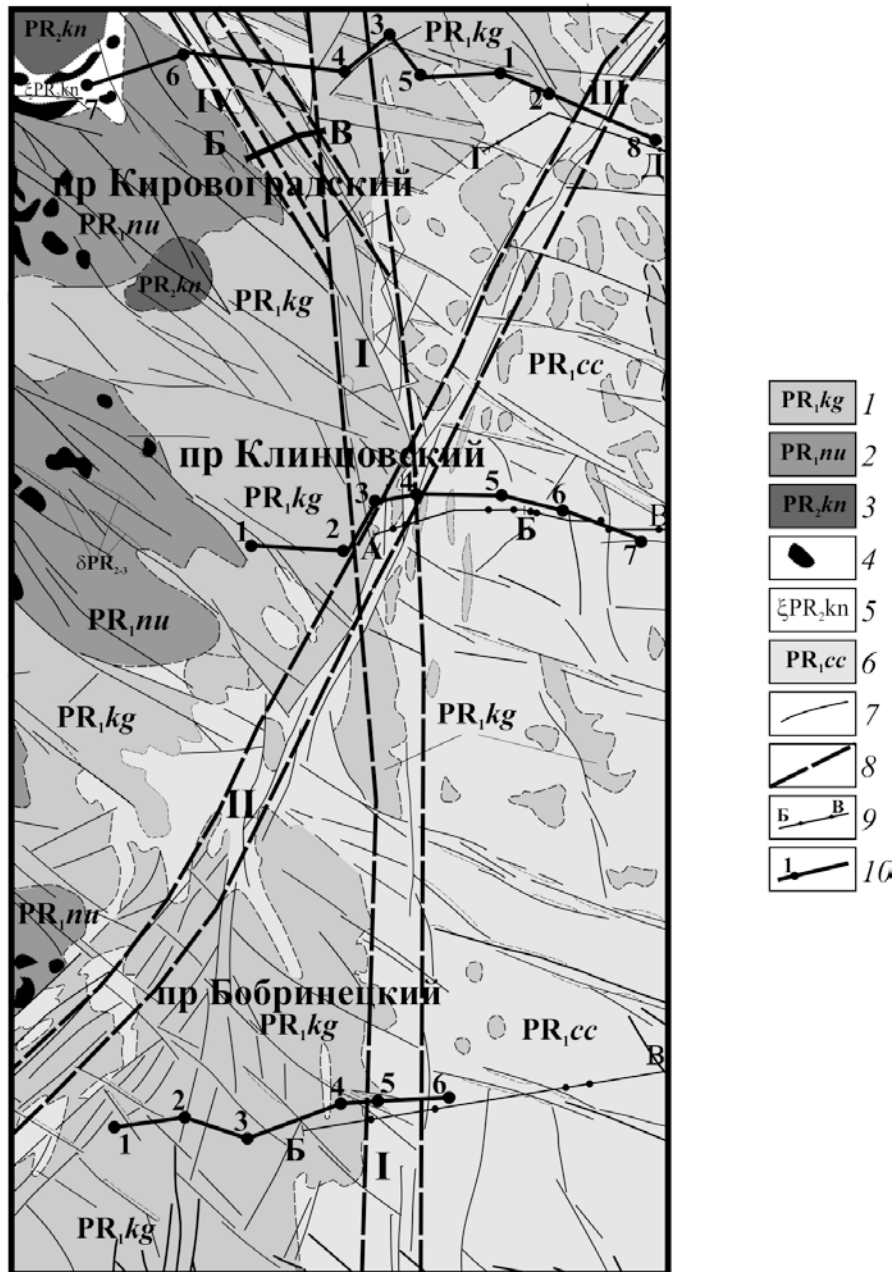
На разрезе значений ρ_k наиболее низкоомная область 10-50 Ом·м по всей глубине разреза приурочена к Кировоградской зоне разломов (рис. 17 б).

На геоэлектрическом разрезе (рис. 18 б) четко фиксируется низкоомная аномалия в районе Кировоградской зоны разломов. На глубине 45–60 км она принимает вид горизонтальной зоны шириной до 25 км, которая начинается от Первомайского глубинного разлома.

На геоэлектрическом разрезе (рис. 18 в) эта горизонтальная протяженная глубинная низкоомная зона распространяется до глубины 120 км. На геоэлектрическом разрезе (рис. 17 г) описываемая низкоомная зона не изменяется до глубины 120 км (это корни аномалии), но на глубине от 228 до 400 км появляется еще одна низкоомная аномалия по всей длине разреза.

Профиль «Клинцовский»

На разрезе значений ρ_k (рис. 19 б) низкоомные аномалии 10-50 Ом·м по всей глубине разреза приурочены к глубинным зонам разломов на ПК 5 и ПК 6, между которыми расположено Клинцовское месторождение золота.



1-3 – граніти: 1 – кировоградського комплексу PR₁kg, 2 – новоукраїнського комплексу PR₁nu, 3 – корсунь-новомиргородського комплексу PR₂kn; 4 – монцоніти і кварцеві монцоніти, габбро-монцоніти; 5 – сієніти корсунь-новомиргородського комплексу PR₂kn; 6 – гнейси чечелевської свити; 7 – розривні порушення; 8 – зони основних рудоконтролюючих розломів: I – Кіровоградська зона розломів, II – Софіївсько-Компанєєвський розлом, III – Мар'євський, IV – Лелековський, V – Севериновський, VI – Західний (Родниківський); 9 – геологорозведочні профілі; 10 – профілі і точки МТЗ.

Рис. 12. Схема розміщення профілів МТЗ 2011 року на геологічній схемі фрагмента центральної частини УЩ

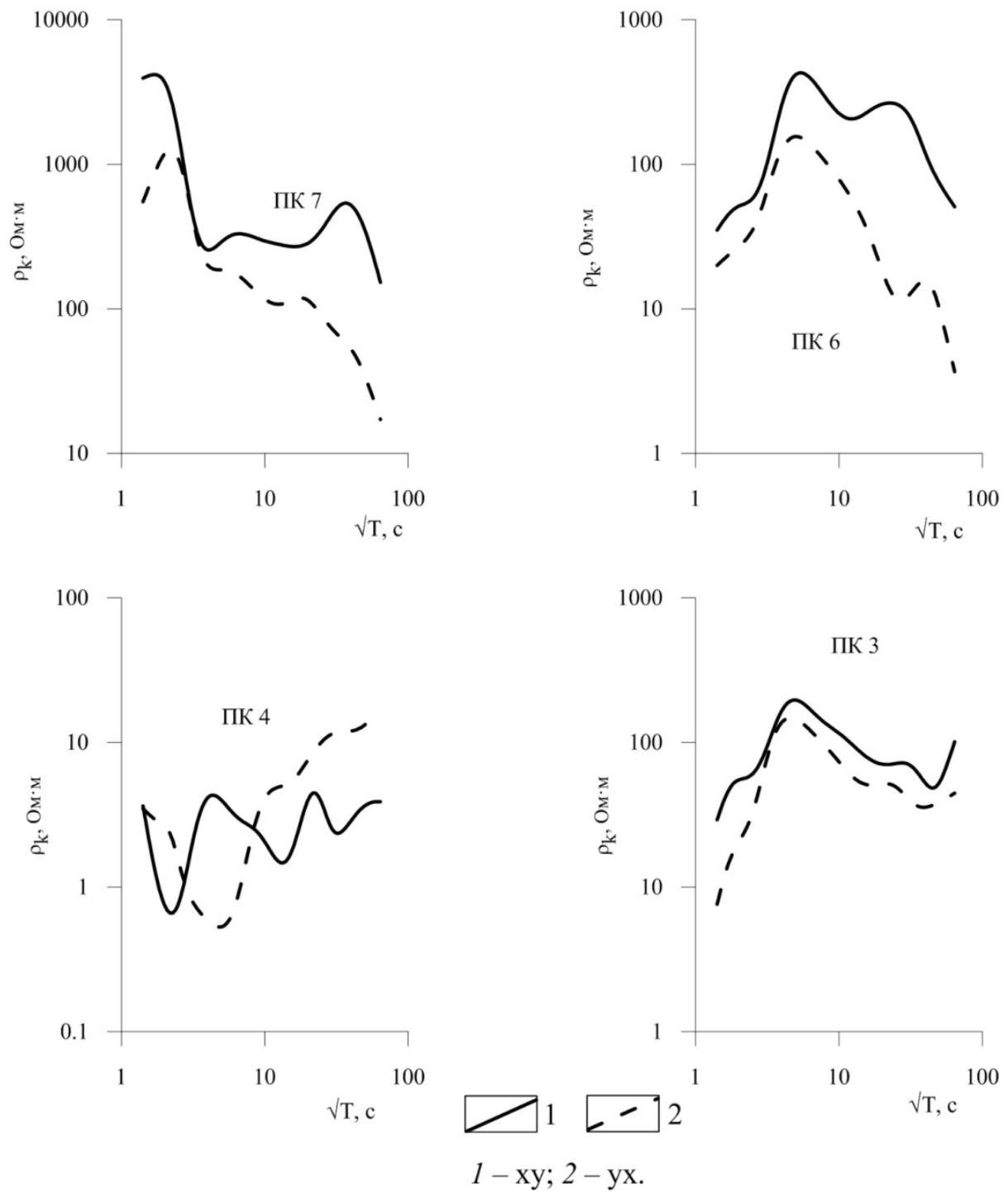


Рис. 13. Графики кривых МТЗ, пр. «Кировоградский», пикеты 7, 6, 4, 3

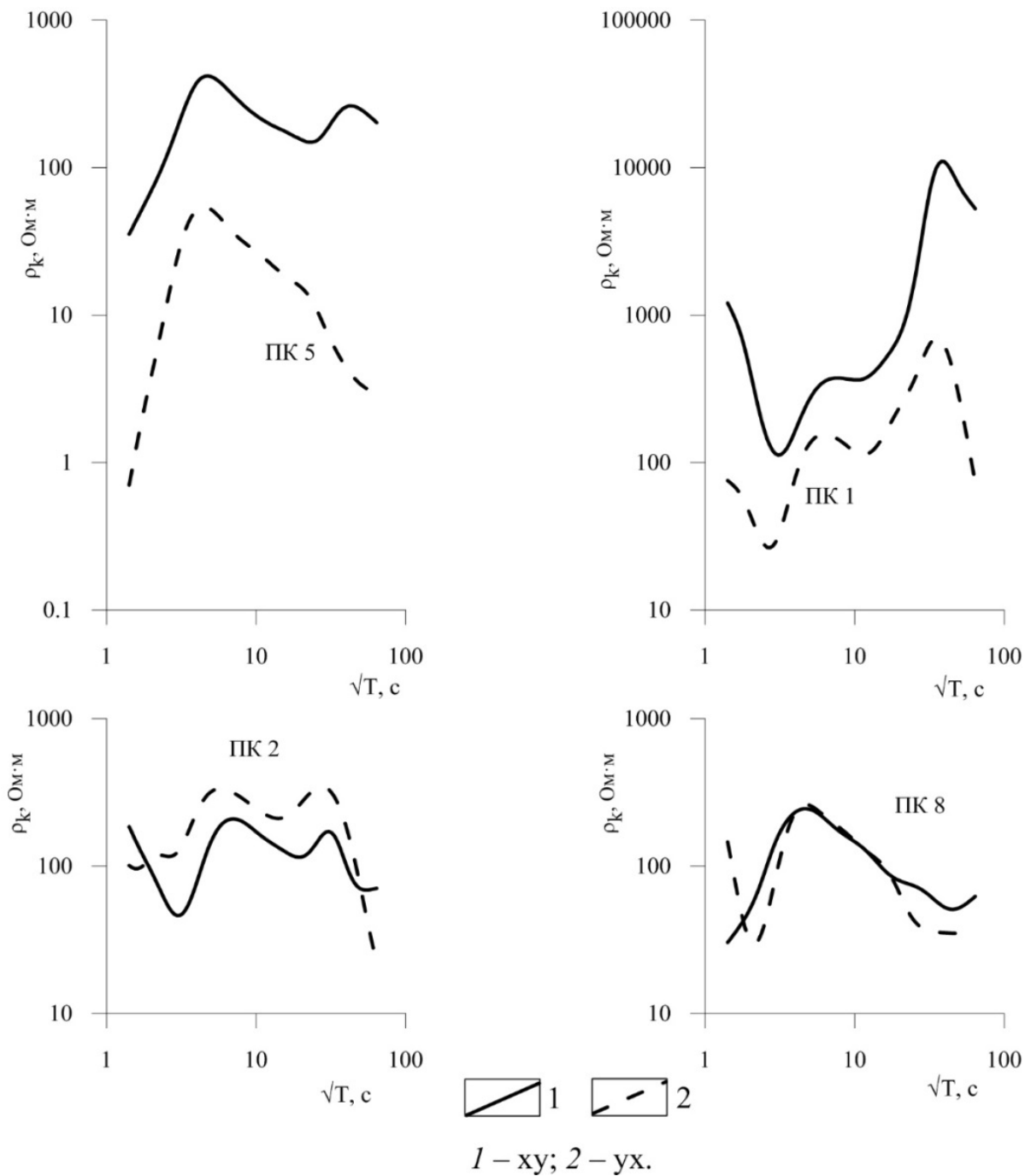


Рис. 14. Графики кривых МТЗ, пр. «Кировоградский», пикеты 5, 1, 2, 8

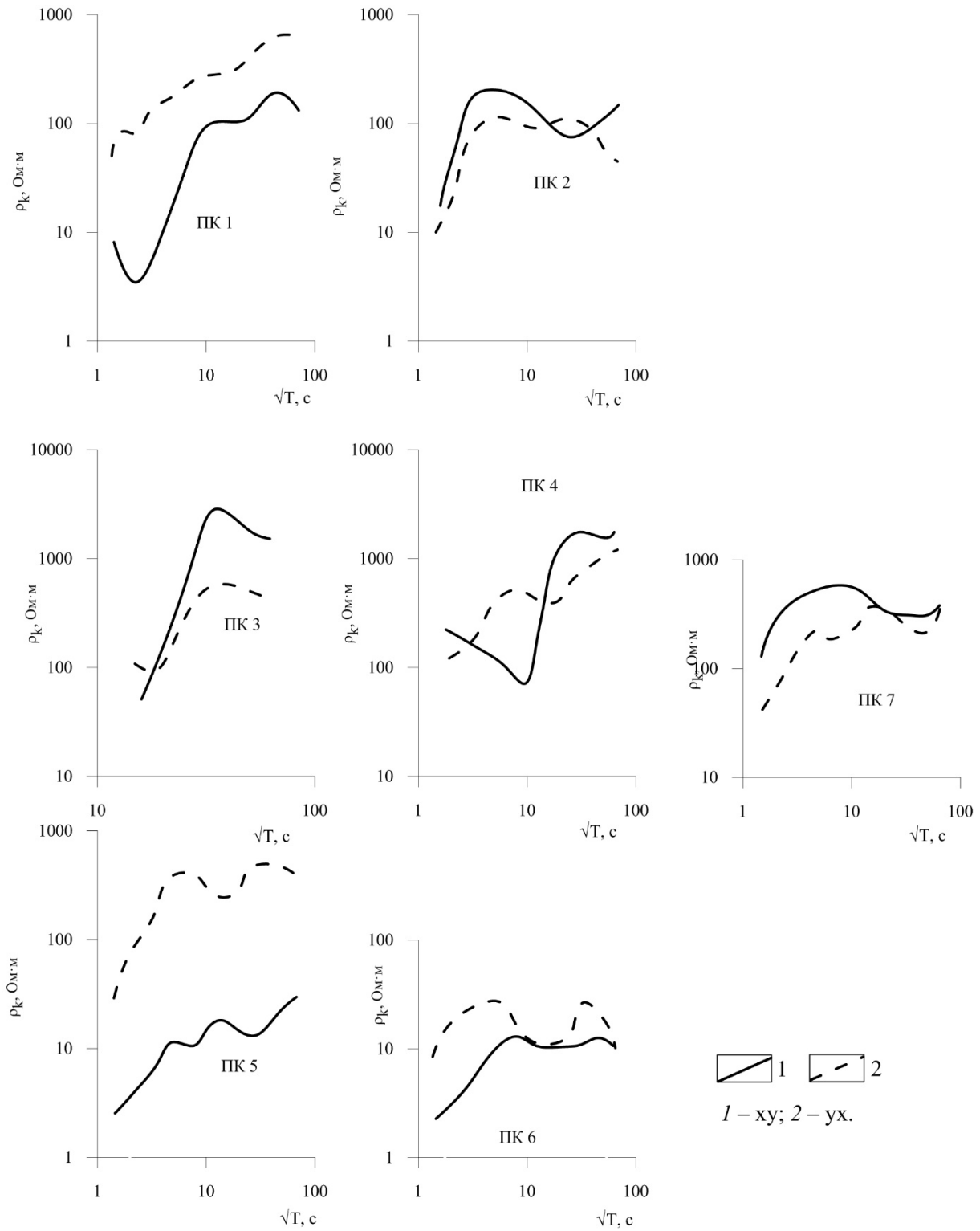


Рис. 15. Графики кривых МТЗ, пр. «Клинцовский», пикеты 1–7

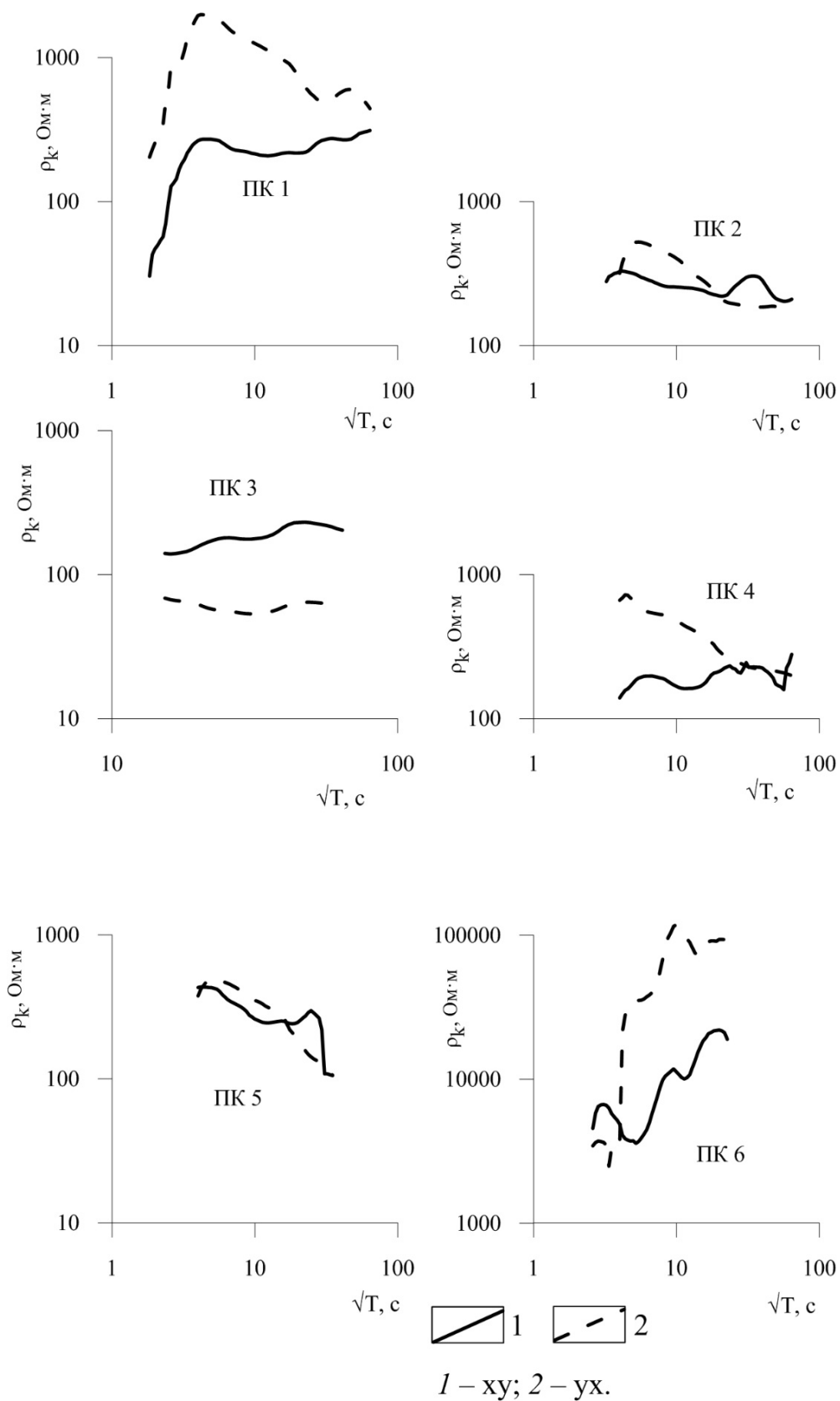


Рис. 16. Графики кривых МТЗ, пр. «Бобринецкий», пикеты 1-6

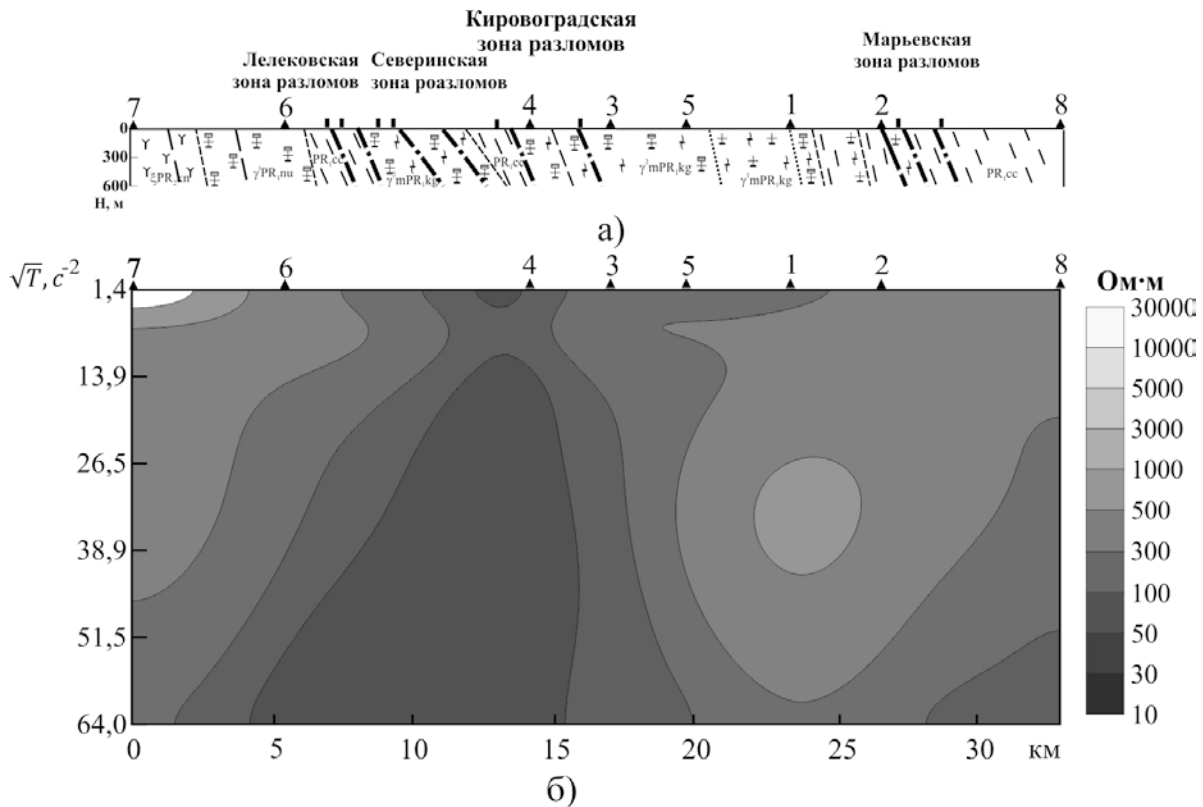


Рис. 17. Геологический (а) и амплитудный ρ_k (б) разрезы по линии профиля МТЗ «Кировоградский»

Подобная аномалия фиксируется и на геоэлектрических разрезах (рис. 20 б, в) до глубин 60 и 200 км. На геоэлектрическом разрезе (рис. 20 г) корни рассматриваемой низкоомной аномалии зафиксированы на глубине 228 км.

Что касается низкоомной аномалии между Первомайской и Кировоградской зонами разломов, то она проявлена на глубине 35–60 км (рис. 20 б) и на глубине 40–170 км (рис. 20 в, г).

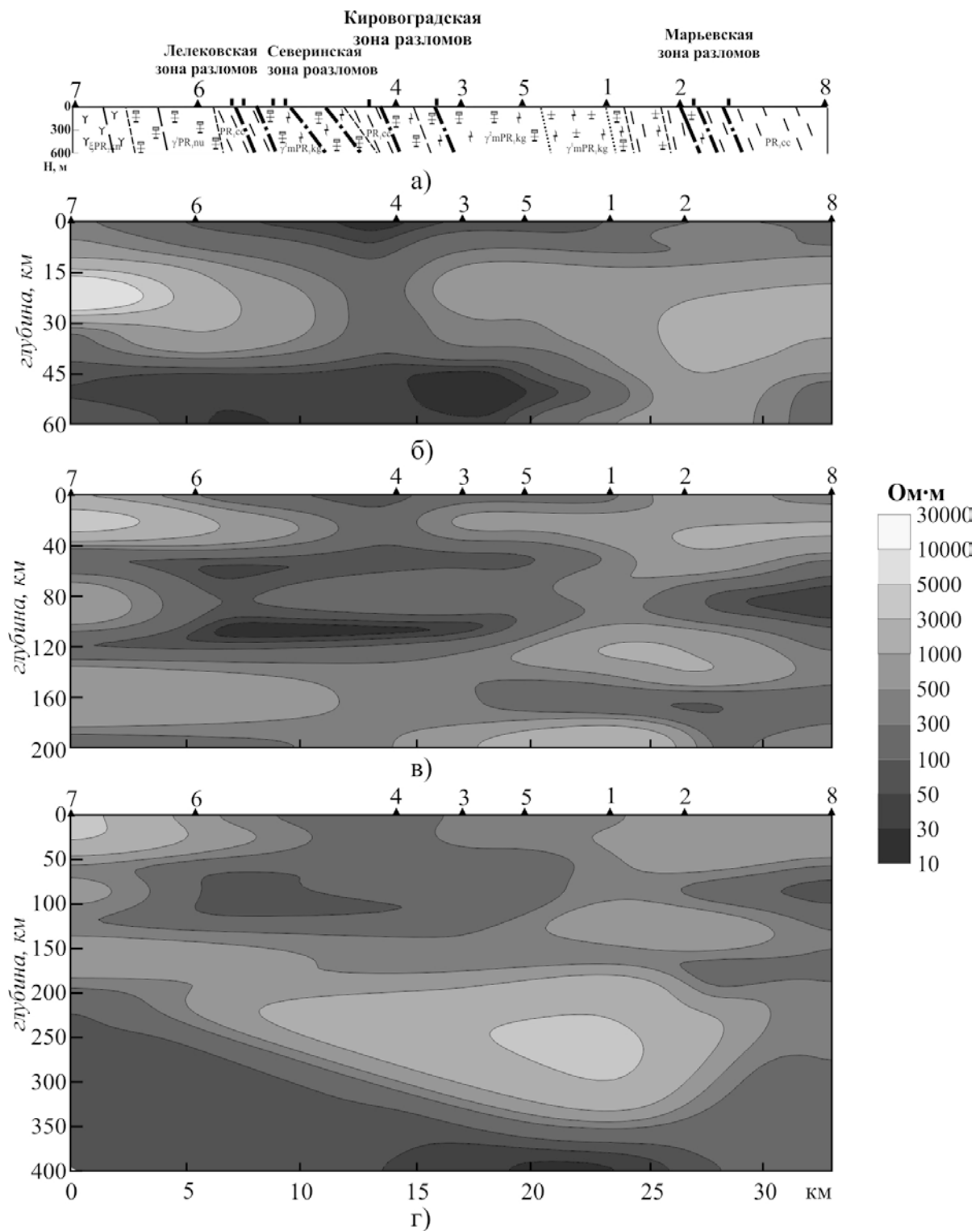


Рис. 18. Геологический (а) и геоэлектрические (б, в, г) разрезы по линии профиля МТЗ «Кировоградский»

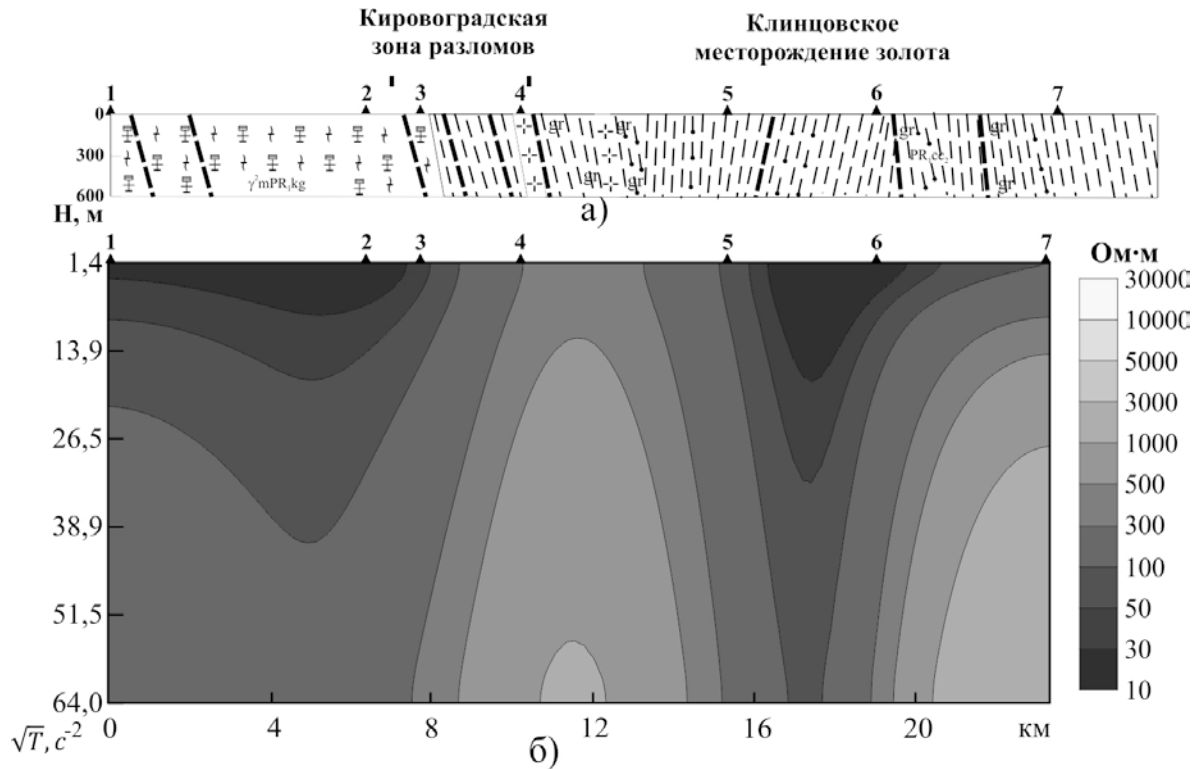


Рис. 19. Геологический (а) и амплитуды ρ_k (б) разрезы по линии профиля МТЗ «Клинцовский»

Профиль «Бобринецкий»

На разрезе значений ρ_k (рис. 21 б) область низкоомных аномалий охватывает пространство между ПК 1 и ПК 6. Как видно из распределения значений ρ_k до глубины 60 км (рис. 22 б), область низкоомных аномалий 10-300 Ом·м между ПК 1 и ПК 6 распространяется в приповерхностной части до глубины 12 км.

На разрезе до глубины 200 км (рис. 22 в) между ПК 1 и ПК 5, начиная с глубины 80 км и до глубины 200 км, фиксируется еще одна низкоомная аномалия в 300 Ом·м. Ее корни зафиксированы на глубине 285 км на разрезе до 400 км (рис. 22 г).

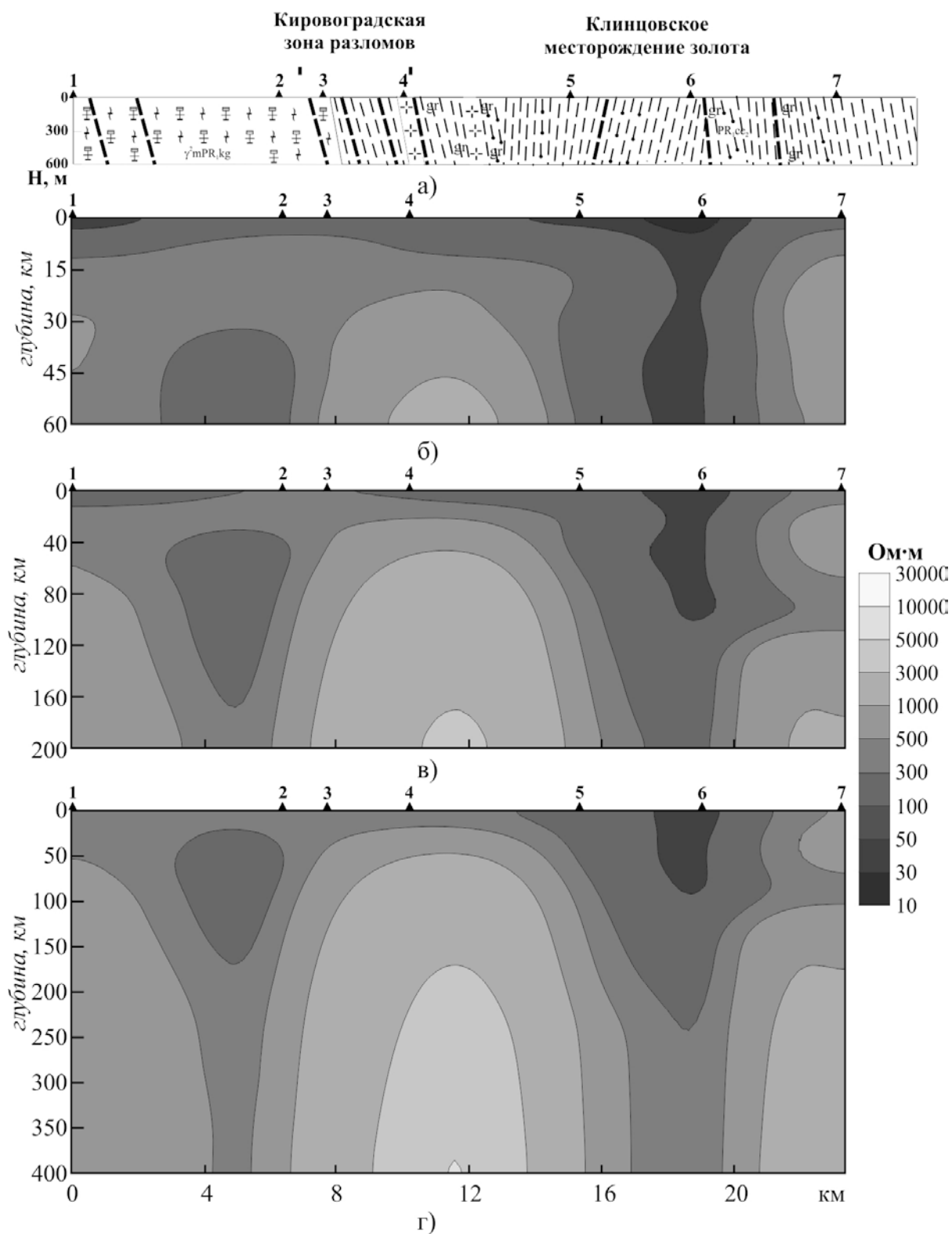


Рис. 20. Геологический (а) и геоэлектрические (б, в, г) разрезы по линии профиля МТЗ «Клинцовский»

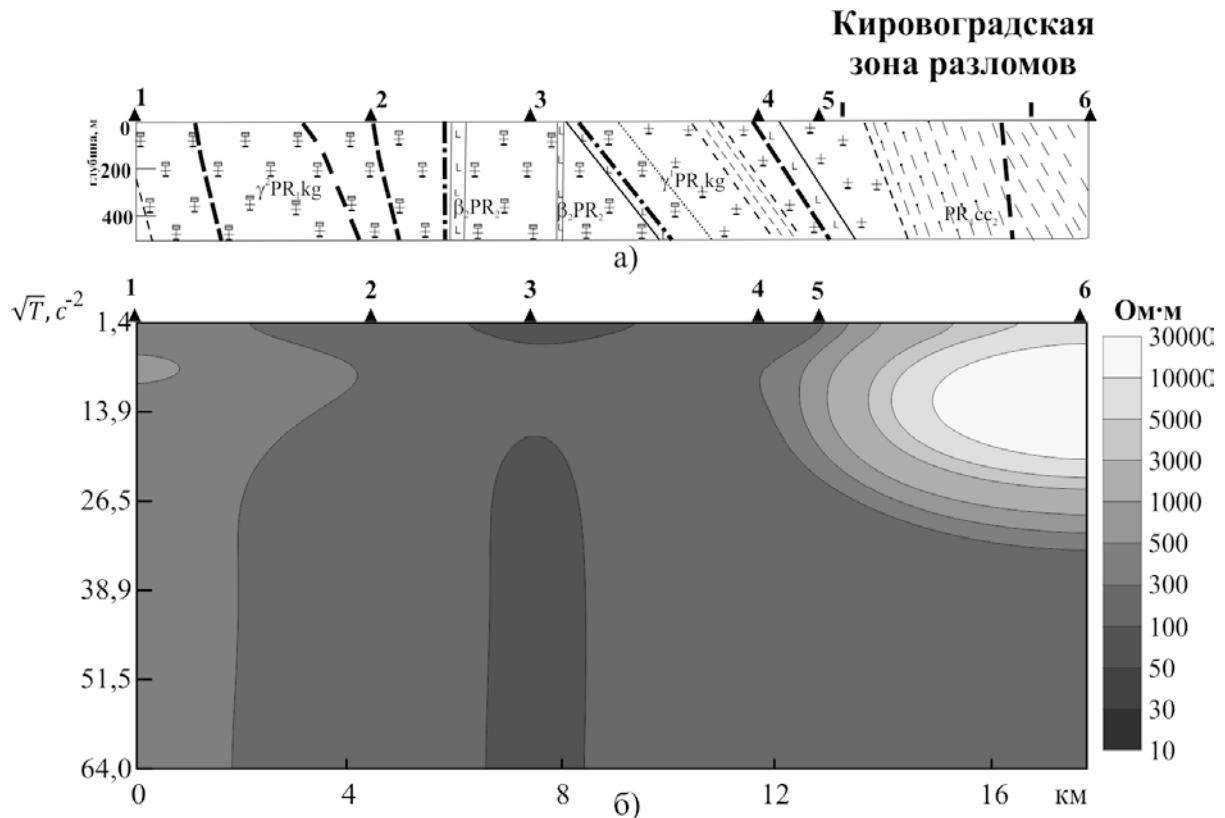


Рис. 21. Геологический (а) и амплитуды ρ_k (б) разрезы по линии профиля МТЗ «Бобринецкий»

Пространственная геоэлектрическая модель по данным одномерной инверсии МТЗ.

Построение карт-срезов на различных глубинах по данным одномерной инверсии МТЗ требует, прежде всего, равномерного распределения пунктов наблюдения по площади исследований. Это, вне всякого сомнения, желаемый результат. Но приходится пользоваться имеющимися данными геоэлектрических наблюдений МТЗ, выполненных, как показано выше, в различные годы. Естественно, что карты-срезы, построенные при неравномерном распределении точек наблюдений, будут отражать разные участки территории исследований с различной степенью детальности. Но общая картина, на наш взгляд, позволит судить о приуроченности низкоомных аномалий к определенным геологическим структурам и, в первую очередь, к зонам глубинных разломов, как это было показано на геоэлектрических разрезах до глубин 60, 200 и 400 км.

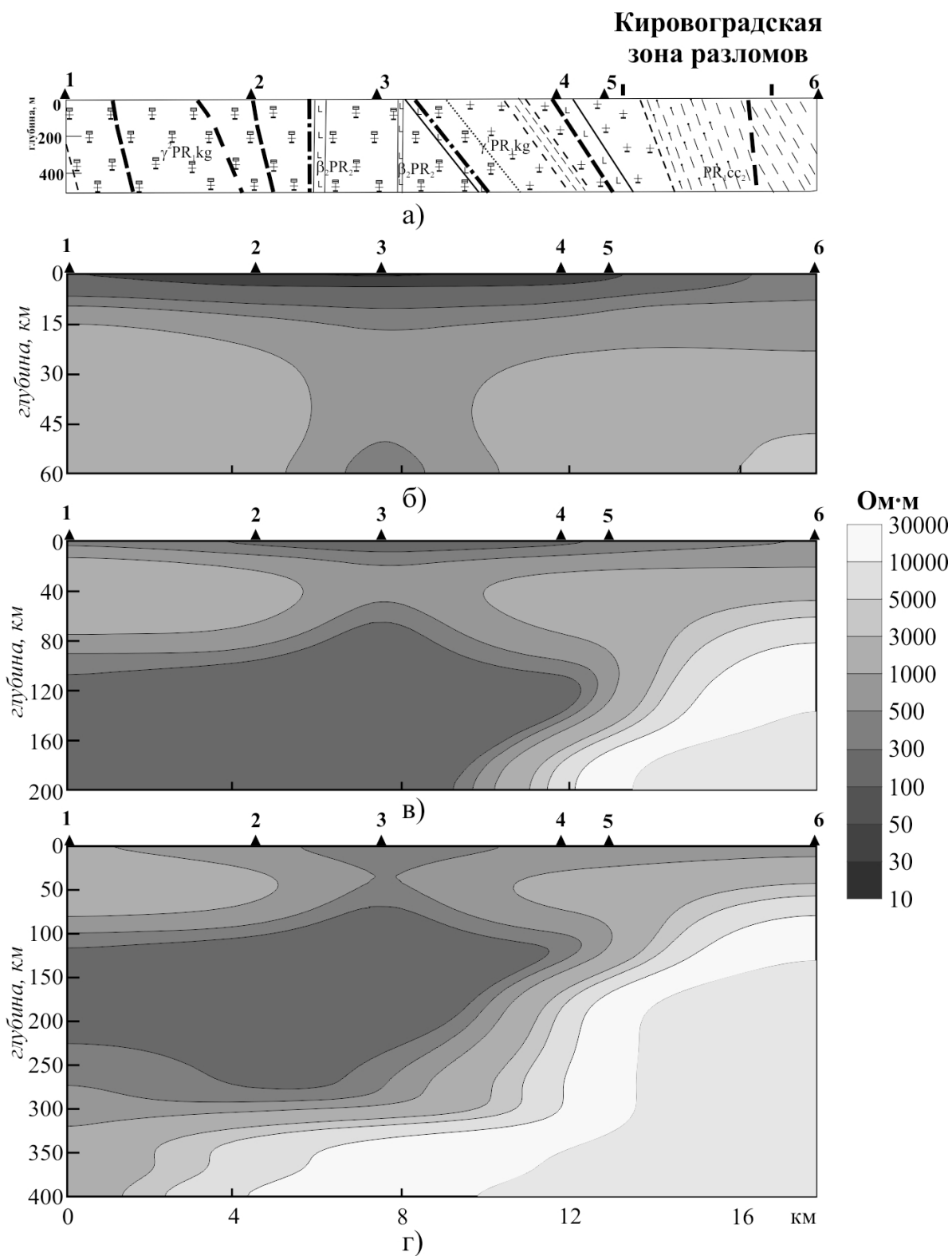


Рис. 22. Геологический (а) и геоэлектрические (б, в, г) разрезы по линии профиля МТЗ «Бобринецкий»

Глубина 500 м. Протяженная низкоомная геоэлектрическая аномалия интенсивностью 10-50 Ом·м занимает пространство на юге исследуемой территории по всей ширине Ингульского мегаблока (рис. 23). Обращает на себя внимание, что в этой области сходятся все глубинные разломы Ингульского мегаблока.

В дальнейшем, по мере движения на север, интенсивность низкоомной аномалии уменьшается до 100-50 Ом·м. Аномалия сужается по мере того, как расстояние между глубинными разломами увеличивается, занимая пространство между Западно-Ингулецким и Кировоградским разломами в районе профилей «Бобринецкий», «Кировоградский» и «Клинцовский». Интенсивность низкоомной аномалии достигает 30-50 Ом·м в районе Кировоградской зоны глубинных разломов между профилями МТЗ «Бобринецкий» и «Клинцовский». Аномалия тяготеет к зоне разлома, и лишь небольшой ее участок приурочен к восточной стороне Новоукраинского плутона.

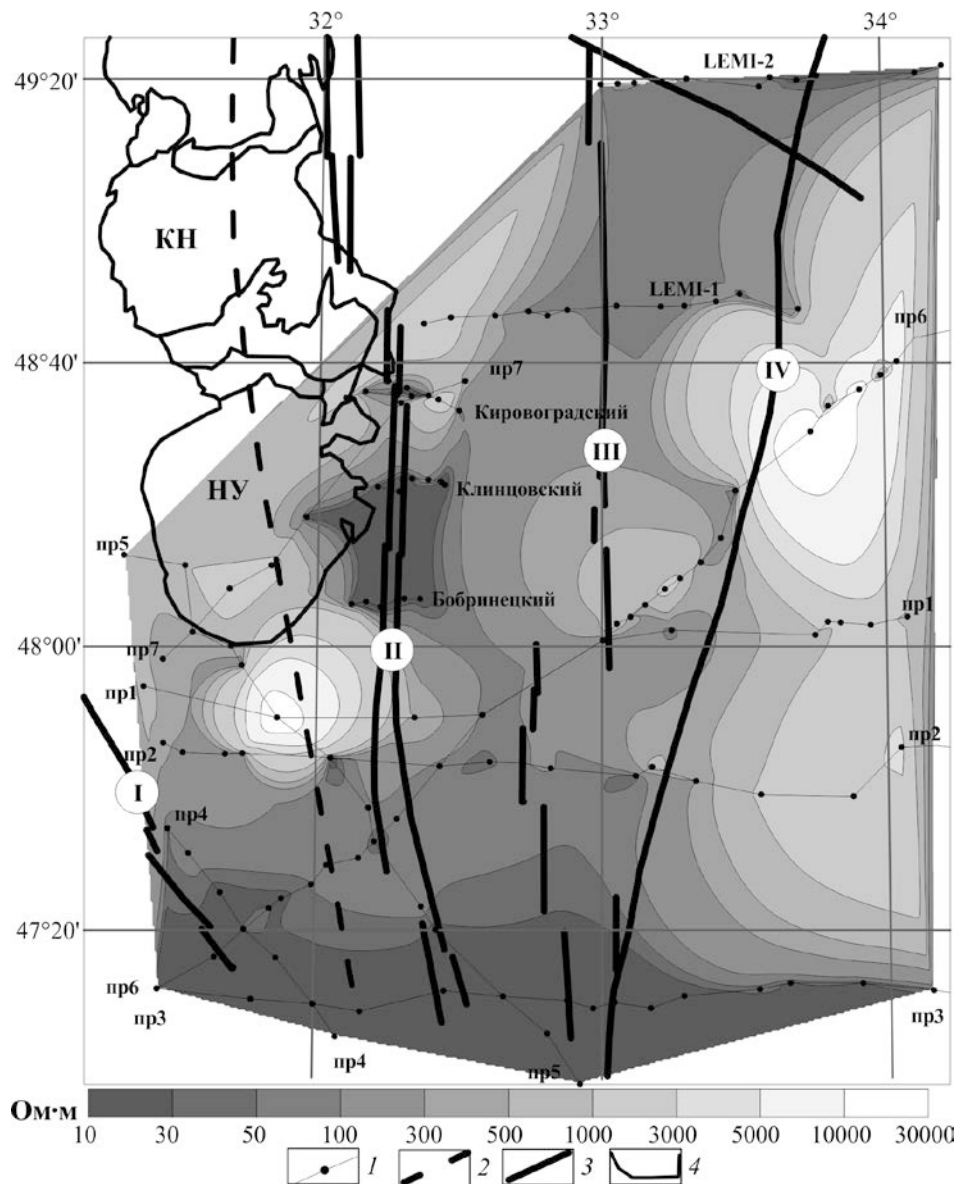
Уже в самой северной части Ингульского мегаблока рассматриваемая низкоомная аномалия имеет интенсивность 100-300 Ом·м и занимает пространство между Криворожско-Кременчугским и Западно-Ингулецким зонами глубинных разломов.

Глубина 2,5 км. Как видно из карты-среза распределения значений электросопротивления на глубине 2,5 км, местоположение аномалии сохранилось (рис. 24), но ширина аномалии интенсивностью 10-50 Ом·м на самом юге площади несколько изменилась в сторону уменьшения. В остальном она повторяет контуры аномалии, выявленной на срезе 500 м.

Глубина 7,5 км. Площадная низкоомная аномалия, рассмотренная на срезях 500 м и 2,5 км, на срезе 7,5 км значительно сузилась, ее интенсивность несколько возросла (рис. 25). Как и на предыдущих срезях, её наиболее низкоомный участок со значениями электросопротивления 50-100 Ом·м и 100-300 Ом·м находится на юге Ингульского блока, где сходятся концы всех глубинных зон разломов.

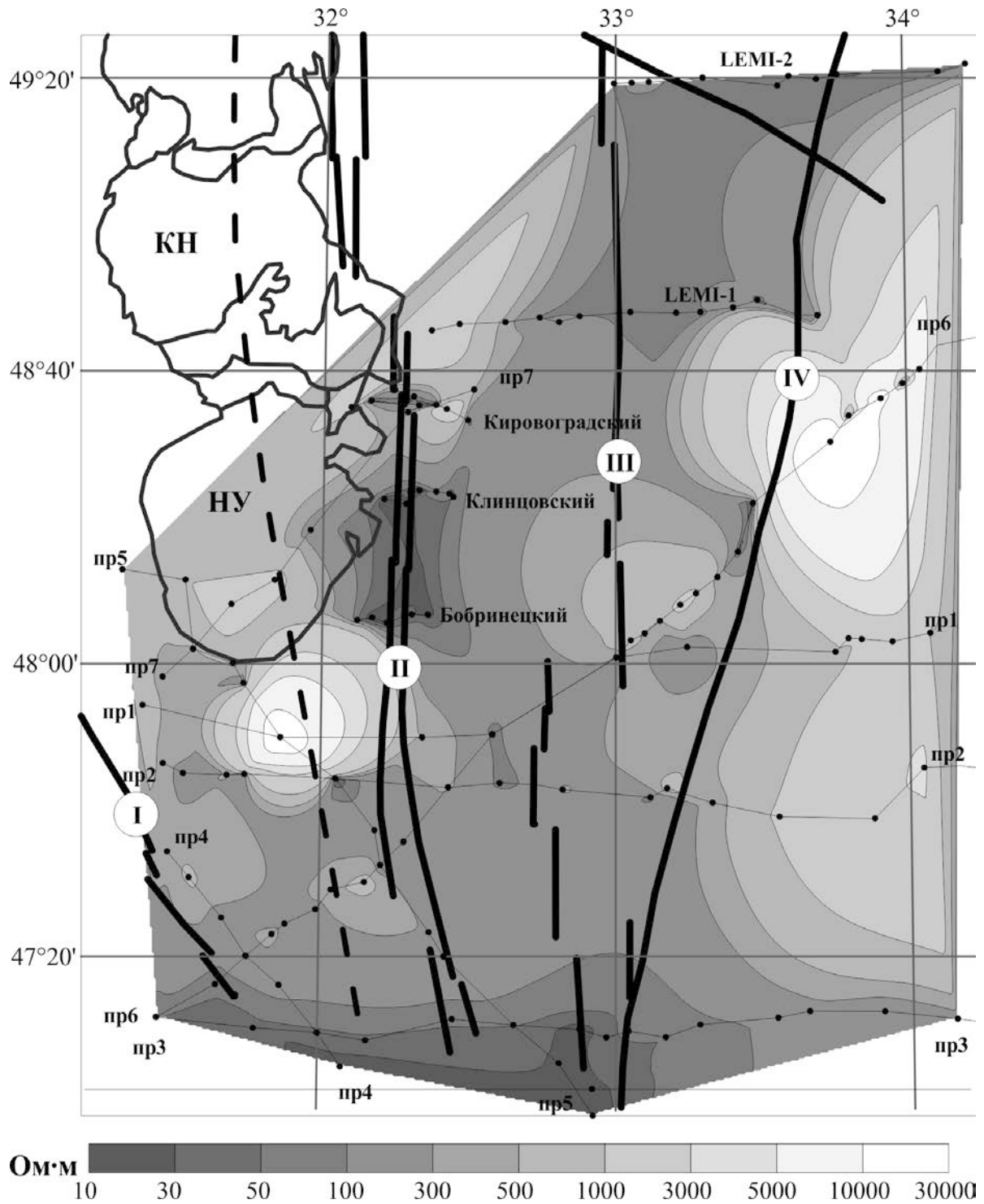
Но сама рассматриваемая низкоомная аномалия по мере движения с юга на север приобретает более строгие очертания и уже тяготеет полностью к Кировоградской глубинной зоне раз-

ломов, участки которой обладают минимальными значениями электросопротивления в районе трансрегионального разлома Херсон-Смоленск (профиль 2 и профиль 6), в районах профилей «Бобринецкий», «Клинцовский» и «Кировоградский».



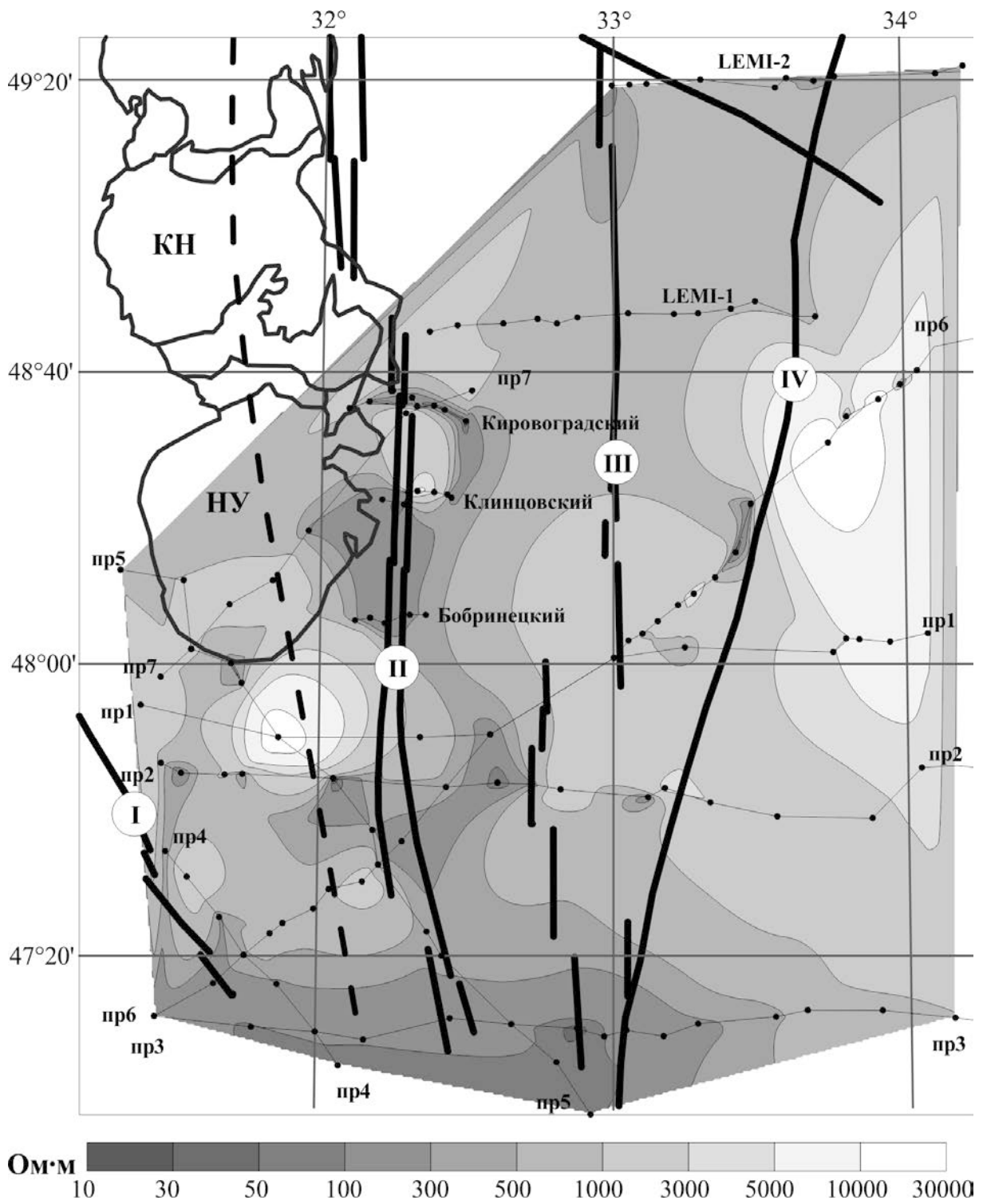
1 – пункт МТЗ на профиле; 2 – трансрегиональный тектонический шов Херсон-Смоленск; 3 – тектонические нарушения (разломы): I – Первомайский, II – Кировоградский, III – Западно-Ингулецкий, IV – Криво-рождско-Кременчугский); 4 – геологические границы массивов (КН – Корсунь-Новомиргородский, НУ – Новоукраинский).

Рис. 23. Геоэлектрический срез на глубине 0,5 км по данным МТЗ



Усл. обозн. см. рис. 23.

Рис. 24. Геоэлектрический срез на глубине 2,5 км по данным МТЗ



Усл. обозн. см. рис. 23.

Рис. 25. Геоэлектрический срез на глубине 7,5 км по данным МТЗ

Северная часть низкоомной аномалии сокращается до участка, расположенного вдоль Кировоградского разлома и Новоукраинского плутона.

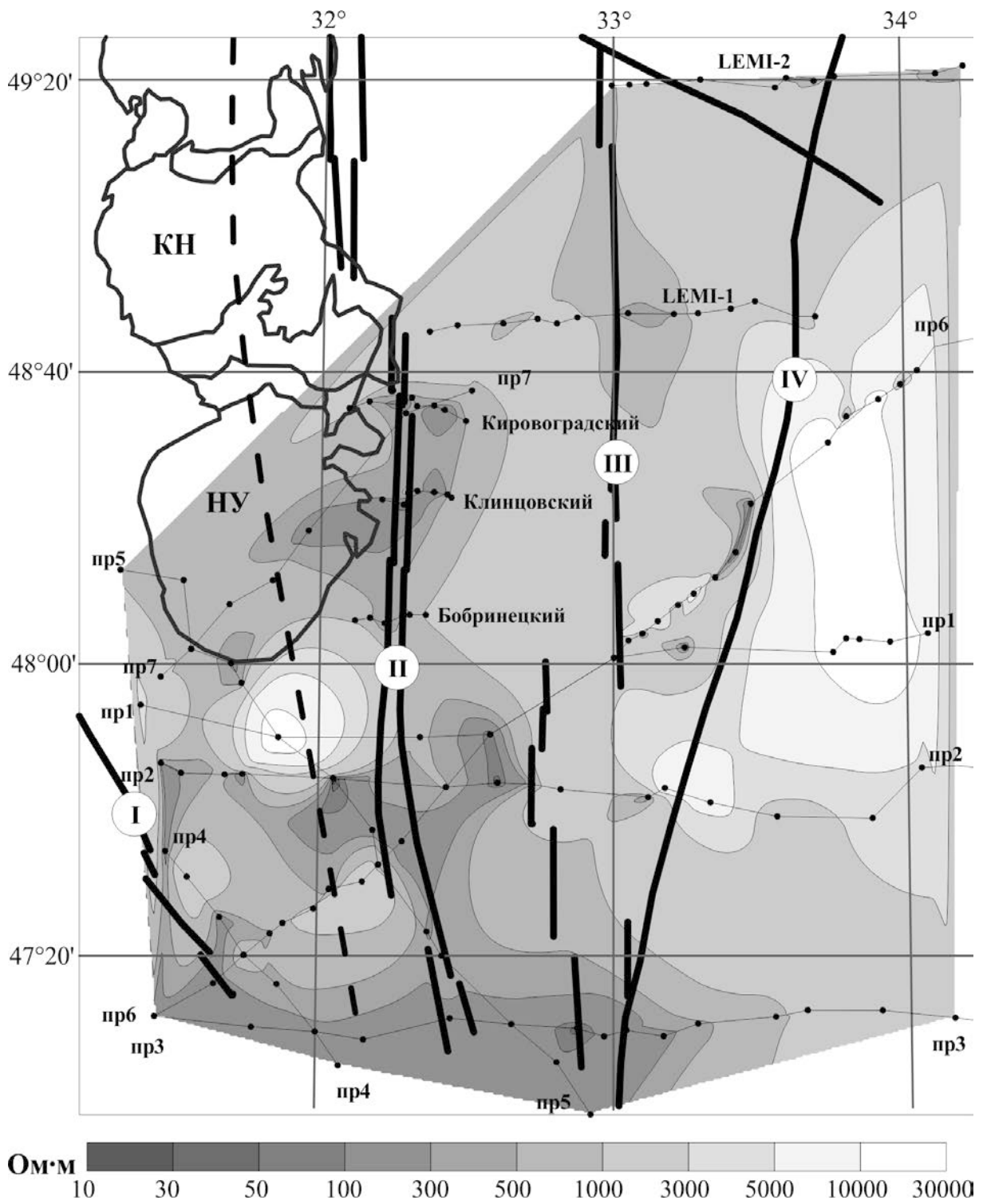
Глубина 15 км. Как видно из карты-среза распределений значений электросопротивления на глубине 15 км, местоположение низкоомной аномалии осталось тем же, что и на глубине 7,5 км (рис. 26). Наиболее низкоомные части рассматриваемой аномалии находятся на тех же местах. Можно говорить лишь о несколько иной ориентировке низкоомных участков в районе профилей «Бобринецкий», «Клинцовский» и «Кировоградский», приближающейся к субширотной.

Вышеописанная северная оконечность низкоомной аномалии, тяготеющая к Кировоградскому глубинному разлому и Новоукраинскому плутону, разбивается на две низкоомные аномалии интенсивностью 50-100 Ом·м. Из них южная приобретает северо-восточную ориентировку. Половина этой аномалии расположена уже в восточной части Новоукраинского плутона.

Глубина 20 км. Как видно из карты-среза распределения значений электросопротивлений на глубине 20 км (рис. 27), местоположение низкоомной аномалии осталось тем же, что и на глубине 15 км, но она значительно сузилась и сместилась на запад Ингульского блока. Наиболее низкоомные части рассматриваемой аномалии находятся на тех же местах. Можно говорить о сдвиге низкоомной аномалии в районе профиля «Клинцовский» в сторону Новоукраинского массива и ее субширотной ориентировке.

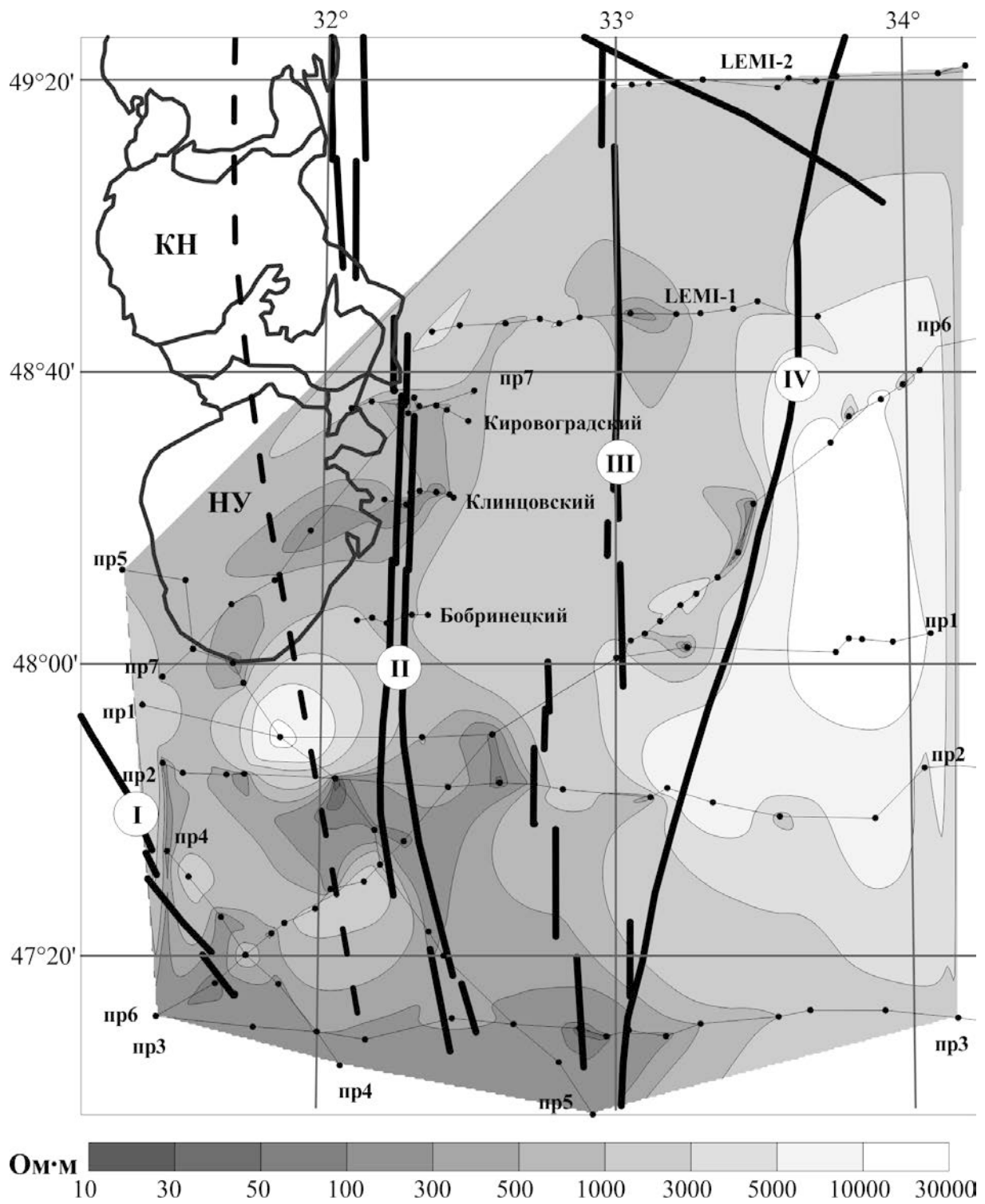
Вся низкоомная аномалия тяготеет к зоне Кировоградского глубинного разлома.

Глубина 25 км. Как видно из карты-среза распределения значений электросопротивлений на глубине 25 км (рис. 28), низкоомная аномалия сместилась на запад и сократилась по площади. Наиболее низкоомный участок интенсивностью 50-100 Ом·м находится в южной части Ингульского блока между зонами глубинных разломов Херсон-Смоленск, Кировоградского и Западно-Ингулецкого. Низкоомная аномалия в районе профиля «Клинцовский» почти полностью сместилась в южную часть Новоукраинского массива.



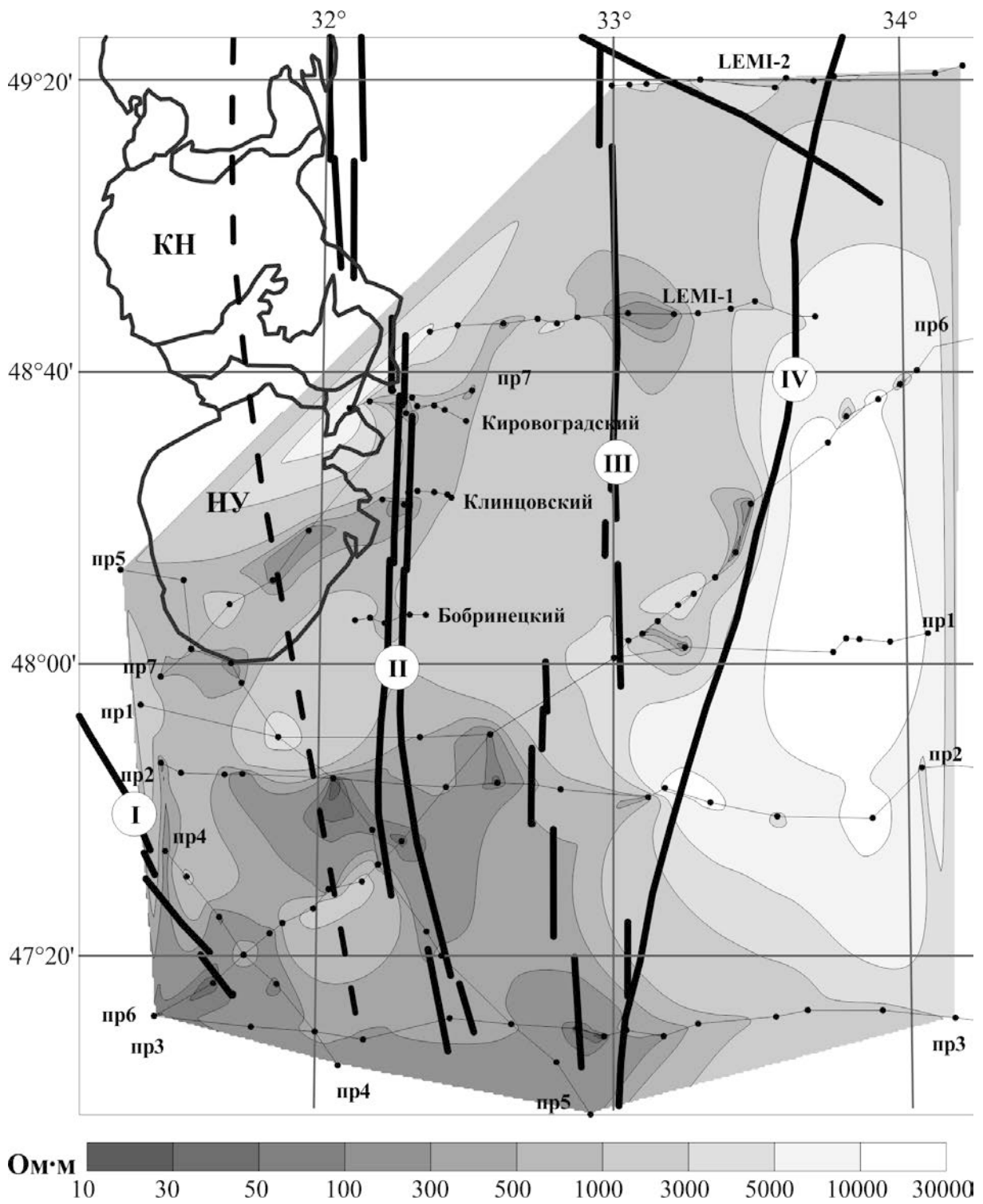
Усл. обозн. см. рис. 23.

Рис. 26. Геоэлектрический срез на глубине 15 км по данным МТЗ



Усл. обозн. см. рис. 23.

Рис. 27. Геоэлектрический срез на глубине 20 км по данным МТЗ



Усл. обозн. см. рис. 23.

Рис. 28. Геоэлектрический срез на глубине 25 км по данным МТЗ

Глубина 50 км. Рассматриваемая низкоомная аномалия на срезе 50 км значительно сместилась на запад Ингульского мегаблока (рис. 29). Наибольшая ее часть интенсивностью в 50-300 Ом·м находится в южной части Ингульского блока между зонами глубинных разломов Херсон-Смоленск, Кировоградского и Западно-Ингулецкого.

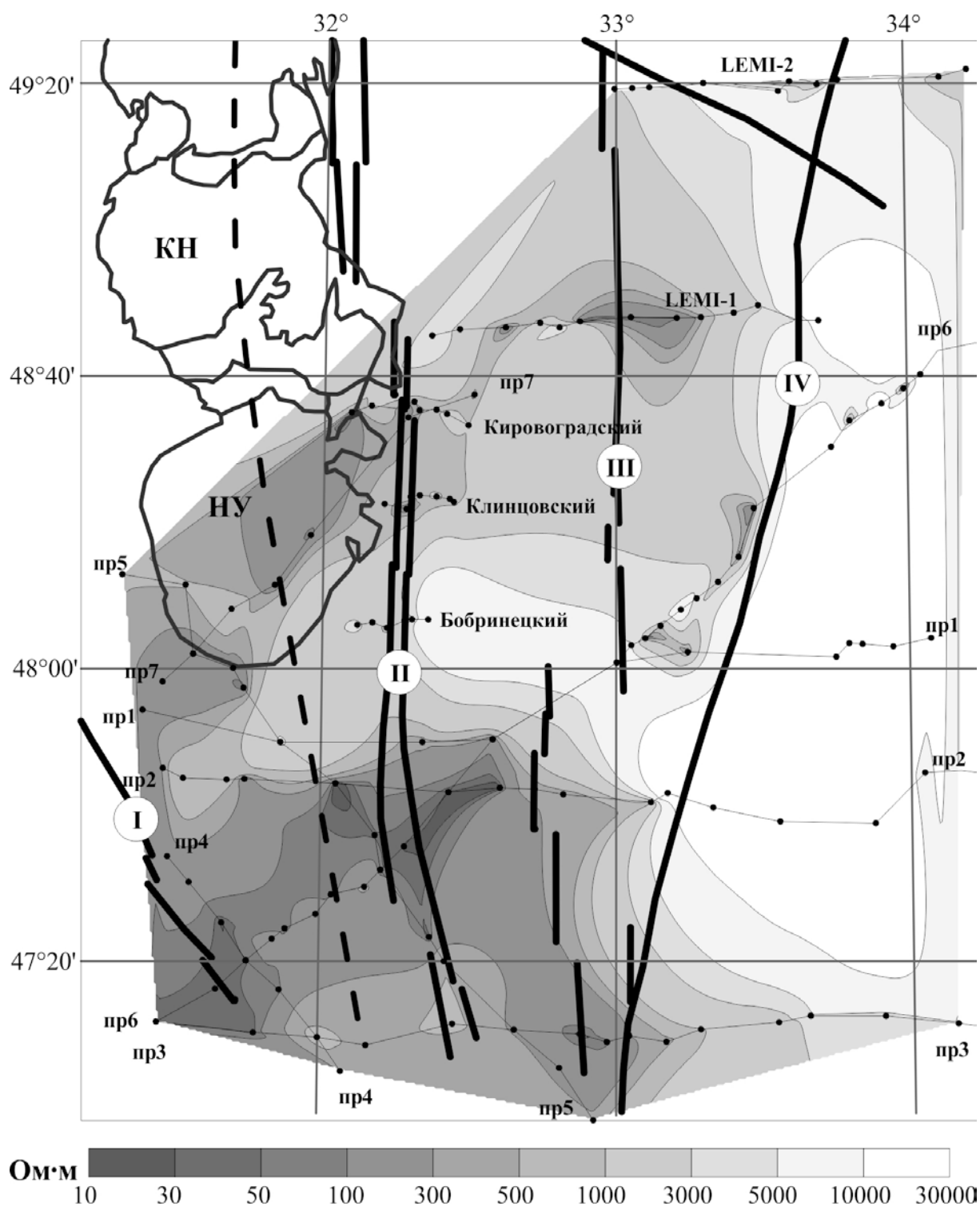
Низкоомная аномалия в районе профиля «Клинцовский» теперь находится уже в центральной части Новоукраинского массива. Появился еще один участок низкоомной аномалии в районе профиля LEM1-1, приуроченный к ИКШЗ.

Глубина 75 км. Рассматриваемая низкоомная аномалия на срезе 75 км еще больше сместилась на запад Ингульского мегаблока (рис. 30). Наиболее значительная ее часть интенсивностью 50-300 Ом·м находится в южной части Ингульского блока между зонами глубинных разломов Херсон-Смоленск, Кировоградского и Западно-Ингулецкого.

Низкоомная аномалия в районе профилей «Клинцовский» и «Кировоградский» теперь занимает уже всю центральную часть Новоукраинского массива, имея северо-восточную ориентировку и устремляясь на север блока в район профиля LEM1-1 и ИКШЗ.

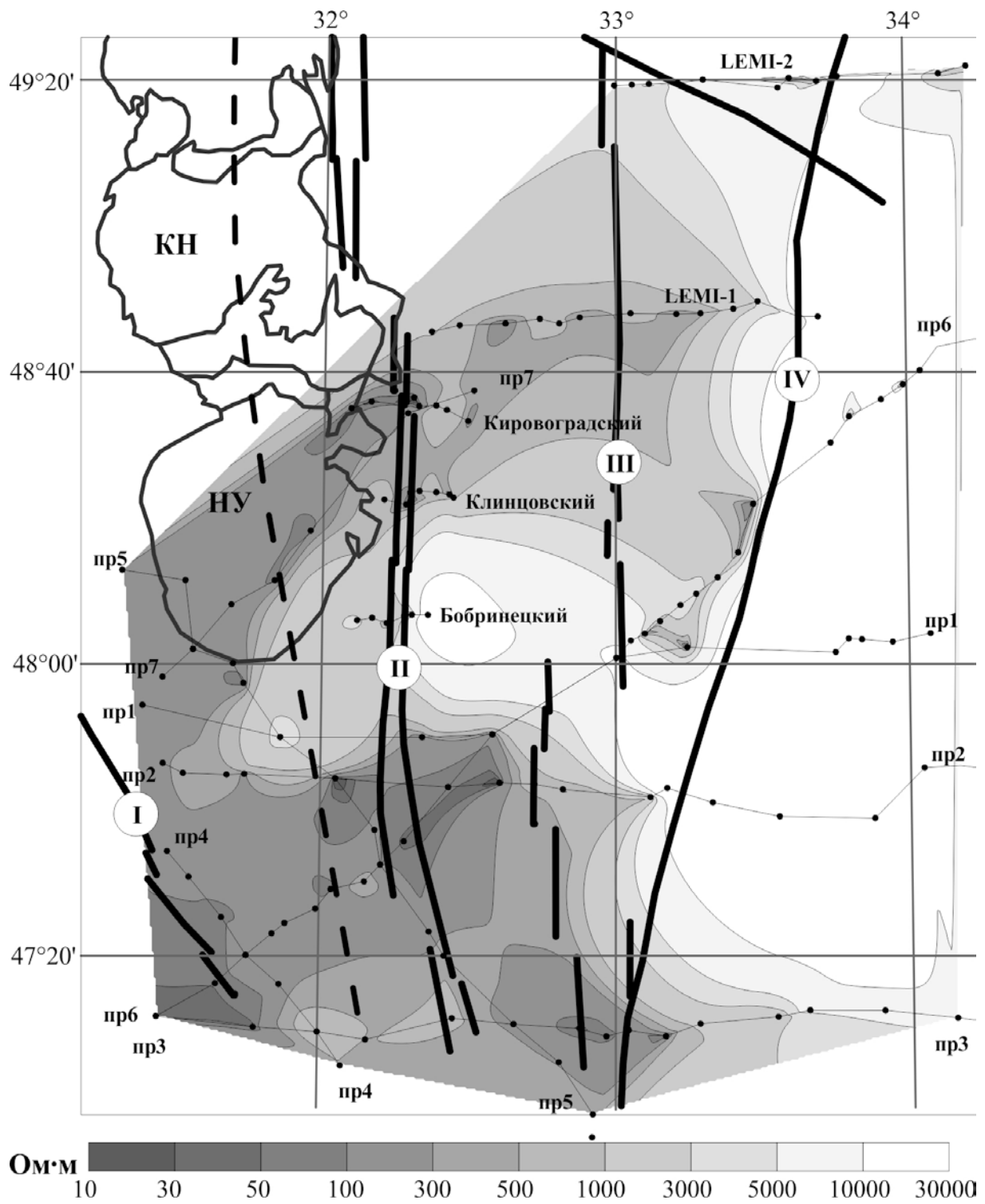
Глубина 100 км. Рассматриваемая низкоомная аномалия на срезе 100 км далее смещается на запад Ингульского мегаблока (рис. 31). Низкоомная аномалия в районе профилей «Клинцовский» и «Кировоградский» теперь уже занимает большую часть Новоукраинского массива, имея северо-восточную ориентировку и устремляясь на север блока в район профиля LEM1-1, где образует еще один участок низкоомной аномалии.

Интервал глубин 0,5–25 км. Пространственная геоэлектрическая модель распределения значений электросопротивления по данным одномерной инверсии МТЗ до глубины 25 км свидетельствует о том, что верхняя часть модели (глубина 0,5-2,5 км) характеризуется наиболее обширным распространением низкоомной области интенсивностью в 10-50 Ом·м.



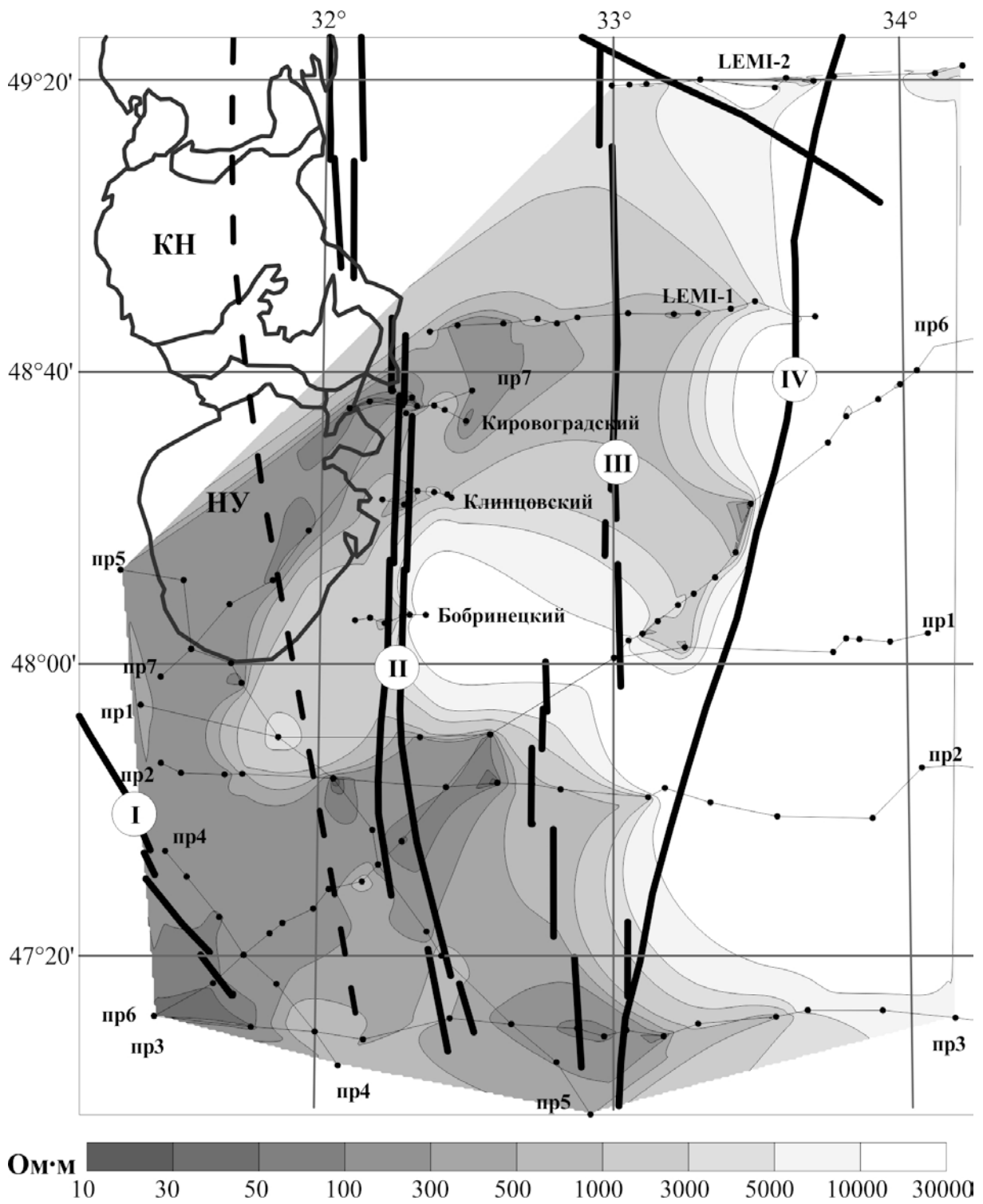
Усл. обозн. см. рис. 23.

Рис. 29. Геоэлектрический срез на глубине 50 км по данным МТЗ



Усл. обозн. см. рис. 23.

Рис. 30. Геоелектрический срез на глубине 75 км по данным МТЗ



Усл. обозн. см. рис. 23.

Рис. 31. Геоэлектрический срез на глубине 100 км по данным МТЗ

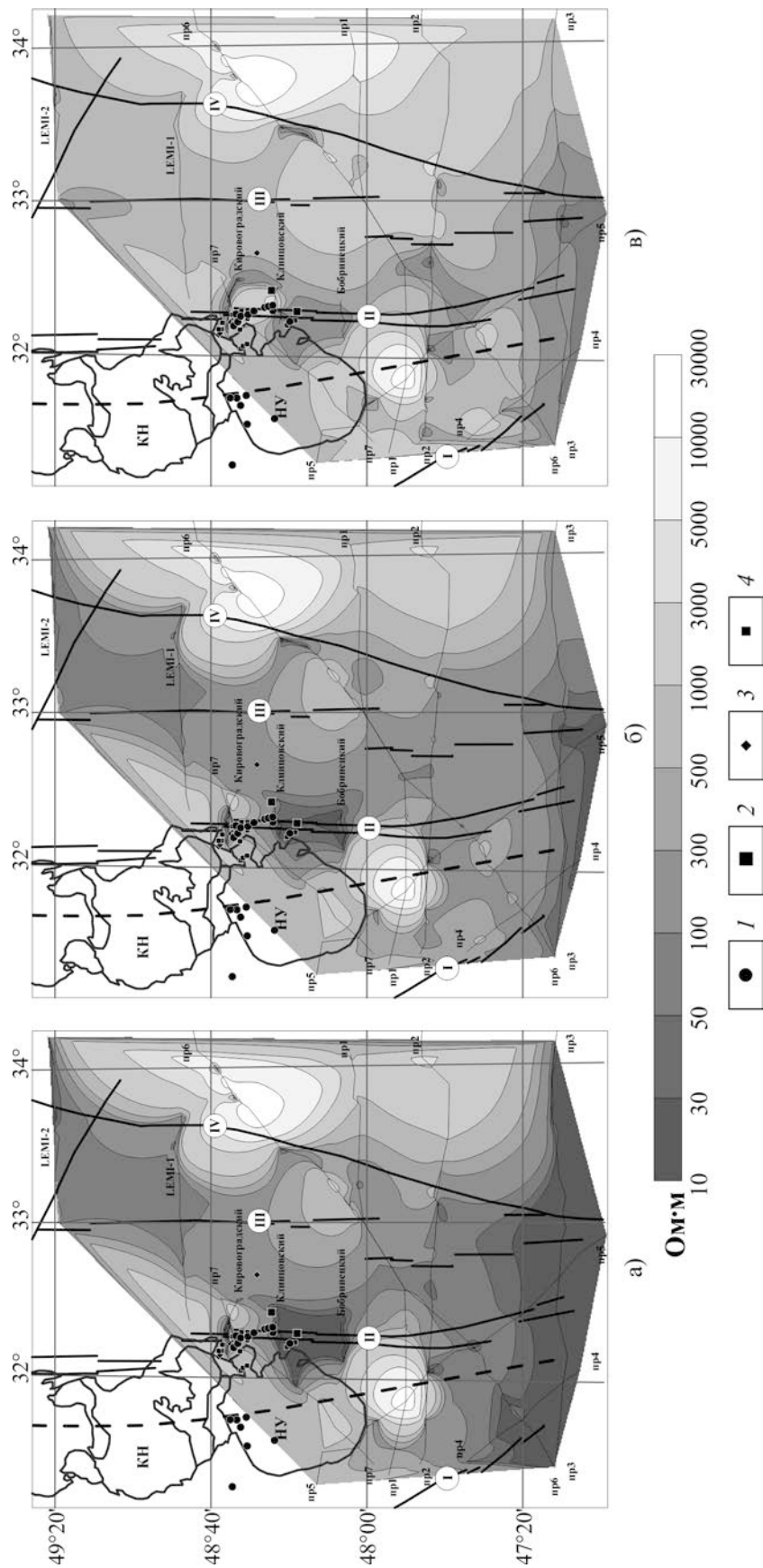
Простиране низкоомной аномалии меридиональное или субмеридиональное в направлении север-северо-восток. Осью этой аномалии является Кировоградская зона разломов. С глубины 7,5 км площадь низкоомной аномалии сокращается, но, по-прежнему, ее осевой частью является Кировоградская зона разломов. Аномалия последовательно, начиная с глубины 7,5 км, смещается на запад Ингульского блока.

Наиболее низкоомная часть аномалии в южных ограничениях Ингульского мегаблока, приуроченная к веерообразно сходящимся зонам разломов, фиксируется по всей глубине рассматриваемой модели, значительно сокращаясь в размерах с глубиной.

Интервал глубин 0,5–100 км. Начиная с глубины 50 км, рассматриваемая низкоомная аномалия расширяется по площади в ее южной части со смещением на запад Ингульского мегаблока до глубины 100 км. Но, по-прежнему, осевой частью аномалии является Кировоградская зона разломов. Необходимо отметить также некоторое увеличение площади аномалии в ее северной части в направлении Западно-Ингулецкой шовной зоны.

Связь низкоомных аномалий с распределением месторождений полезных ископаемых. На рисунке 32 отображено размещение месторождений полезных ископаемых на картах-срезах глубин 0,5 км, 2,5 км, 7,5 км. Наблюдается четкая приуроченность месторождений полезных ископаемых КРР к низкоомным аномалиям на этих срезах. Наибольшее совпадение фиксируется для глубин 0,5 км и 2,5 км. Вероятнее всего, эта связь не случайна и обусловлена региональной метасоматической переработкой рамы кристаллического фундамента. Корни подобной переработки уходят на мантийные глубины. Об этом свидетельствует наличие низкоомных аномалий на глубинах до 100 км, приуроченность их к зонам глубинных разломов, которые являлись рудоподводящими каналами для мантийных флюидов, несущих тепло и рудные компоненты.

Центральная часть Ингульского мегаблока по данным электромагнитных исследований является наиболее перспективной на обнаружение новых месторождений полезных ископаемых.



Месторождения: 1 – урана; 2 – золота; 3 – графита; 4 – дайки кимберлитов и субщелочных пикритовидов.

Рис. 32. Геоэлектрические срезы на глубинах 0,5 км (а), 2,5 км (б) и 7,5 км (в) по данным МТЗ и месторождения и проявления полезных ископаемых

Выводы. Основные результаты одномерной инверсии данных МТЗ центральной части Украинского щита можно охарактеризовать следующим образом:

1) выделяются существенно высокоомный Среднеприднепровский мегаблок, дифференцированный по электросопротивлению Ингульский мегаблок, низкоомные ИКШЗ и ГШЗ, Причерноморская впадина, Кировоградская зона разломов;

2) территория между Кировоградской зоной разломов и Криворожско-Кременчугским разломом с поверхности и до глубин порядка 30 км характеризуется низким электросопротивлением;

3) зоны глубинных разломов (Криворожско-Кременчугская, Западно-Ингулецкая, Ингулецкая, Кировоградская, Первомайская) на геоэлектрических разрезах выделяются как низкоомные субвертикальные структуры;

4) КРР на картах-срезах значений электросопротивления характеризуется как низкоомная область (менее 300 Ом·м);

5) в пределах КРР в юго-восточной части Новоукраинского массива на глубине от 7 до 100 км и глубже прослеживается низкоомная аномалия (менее 100 Ом·м).

6) Центральная часть Ингульского мегаблока по данным электромагнитных исследований является наиболее перспективной на обнаружение новых месторождений полезных ископаемых

7) Наблюдается четкая приуроченность месторождений полезных ископаемых КРР к низкоомным аномалиям на срезах для глубин 0,5 км и 2,5 км.

СПИСОК ССЫЛОК

1. Геолого-геофизическая модель Криворожско-Кременчугской шовной зоны Украинского щита / [Н. Я. Азаров, А. В. Анциферов, Е. М. Шеремет и др.]. — К. : Наук. думка, 2006. — 196 с.
2. Державна геологічна карта України. Масштаб 1:200 000. Центральноукраїнська серія. Аркуші: М-36-XXXIV (Жовті Води), L-36-IV (Кривий Ріг) / [В. В. Захаров, А. В. Мартинюк, Ю. М. Токар та ін.] — К. : Геоінформ, 2002. — 101 с.

3. Геолого-геоэлектрическая модель Орехово-Павлоградской шовной зоны Украинского щита / [Н. Я. Азаров, А. В. Анциферов, Е. М. Шеремет и др.] — К. : Наук. думка, 2005. — 190 с.
4. Старостенко В. И. Новые данные о металлогении и глубинном строении Кировоградского полиметалльного рудного района (Украинский щит) / [В. И. Старостенко, В. И. Казанский, Н. И. Попов и др.] // Геофиз. журн. — 2013. — Т. 35, № 2. — С. 3—17.