

УДК 550.372 (477)

**ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ
РУДОНОСНОСТИ НА ОСНОВЕ ОСОБЕННОСТЕЙ
МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКОЙ ЗОНАЛЬНОСТИ
ПРИАЗОВСКОГО МЕГАБЛОКА УКРАИНСКОГО ЩИТА
КАК ПРОТЕРОЗОЙСКОЙ ЗОНЫ СУБДУКЦИИ
АНДИЙСКОГО ТИПА**

**Шеремет Е. М., Николаев И. Ю., Николаев Ю. И.,
Сетая Л. В., Агаркова Н. Г., Семенов А. В., Донченко Э. А.,
Федотов С. М.**

(УкрНИМИ НАНУ, г. Донецк, Украина)

Седова Е. В.

(ДонНТГУ, г. Донецк, Украина)

На основі концепції формування корисних копалин в Українському щиті (концепція тектоніки плит); побудови геолого-геофізичних моделей шовних зон Українського щита; зміни магматизму, петрохімічних, акцесорно-мінералогічних і геохімічних складів протерозойських магматитів вхрест області субдукції; повномасштабних геоелектричних досліджень з залученням матеріалів по сейсміці, гравіки і магнітиці; закономірностей локалізації корисних копалин в різних геодинамічних зонах області субдукції та встановлення металогенічної зональності при локалізації та розвитку зруденіння розроблені геолого-геофізичні критерії рудоносності.

Based on the concept of formation of minerals in the Ukrainian Shield (the concept of plate tectonics), the construction of geological and geophysical models of suture zones of the Ukrainian Shield, and changes of magmatism and petrochemical, accessory-mineralogical and geochemical compositions of the Proterozoic magmatic transversely of subduction, full-scale geoelectric research involving materials on seismic, gravics and magnetic prospecting, the localization

patterns of minerals in in different geodynamic zones of subduction and establishing metallogenic zonation in the localization and development of the mineralization developed geological and geophysical criteria for ore.

Введение

Для того чтобы искать полезные ископаемые необходима стратегия поисков, основанная на геолого-тектонической концепции их формирования в недрах Земли. Для завершающего протерозойского (2,1-1,65 млрд. лет) этапа формирования магматизма УЩ известны гипотезы мантийного диапира [1], мантийного плюма («горячей точки») [2]. За период 2003-2011 гг. нами [3-7] для докембрия УЩ созданы геолого-геофизические модели Орехово-Павлоградской (ОПШЗ), Западно-Ингулецко-Криворожско-Кременчугской (ЗИККШЗ), Голованевской (ГШЗ), Немировско-Кочеровской (НКШЗ) шовных зон Украинского щита, которые находятся в Восточной (Приазовский мегаблок), Центральной (ЗИККШЗ, Кировоградский ороген, ГШЗ) и Западной (Белоцерковско-Бугский блок, НКШЗ. Росинско-Тикичский блок) частях УЩ. На основе этих моделей применительно к областям субдукции разработаны геолого-геофизические критерии рудоносности. В данной статье рассматривается подход к их выделению в последовательном рассмотрении всех факторов, способных влиять на закономерности формирования и локализации полезных ископаемых для восточной части Украинского щита, как области протерозойской зоны субдукции андийского типа.

Геодинамические обстановки формирования

Представления о геодинамических обстановках протерозойского этапа развития Приазовского блока приведены на рис. 1 по Е. Б. Глевасскому [8]. На рис. 1а показана сутуровая зона Орехово-Павлоградской шовной зоны (ОПШЗ) и направление погружения океанической плиты под Приазовский блок, наклоненный фронт активной континентальной окраины (западная часть Западного Приазовья) и остальные части Приазовского блока с за-

пада на восток – Западное Приазовье, Центральное Приазовье (Мангушский синклиорий), Восточное Приазовье.



а – стадия конвергенции; б – фрагмент фронта активной континентальной окраины: схема захоронения осадков континентального склона в результате обдущивания океанической коры в шарьировании пластин гранитного основания; в – стадия столкновения.

1 – океаническая кора: а – обдущиванные фрагменты; б – гипотетическая раннедокембрийская литосфера; 2 – континентальная кора, 3 – зеленокаменные пояса, 4 – магматическая зональность андийского типа; 5-6 - осадки континентального склона: 5 – недеформированные, 6 – деформированные; 7 – осадки океанического дна.

Рис. 1. Схема геодинамических обстановок протерозойского этапа развития восточной части Украинского щита

Фронты активной магматической деятельности, сформировавшие последующую магматическую и металлогеническую зональности изображены в виде куполообразных поднятий.

История геологического развития региона в протерозое делится на два этапа. К первому отнесен период развития ОПШЗ до поддвига под Приазовский мегаблок. В этот период рассматриваемая структура была швом объединения Среднеприднепровского и Приазовского мегаблоков протоостроводужного происхождения. В сформированной сутуре того времени образовались месторождения полезных ископаемых, первоначально накапливающиеся вместе с осадками в эпиконтинентальных бассейнах на уже сформированной коре микроконтинентов.

Последние сформировались в результате закрытия гранит-зеленокаменных областей – архейских протодуг. В нынешней ШЗ эти осадки сохранились в основном в разрезах месторождений железистых кварцитов. Принятое здесь время их формирования ограничивается временным интервалом 2,8-2,6 млрд. лет. Считается, что в этот период в условиях континентальной субдукции и формировались месторождения железистых кварцитов. В это же время и произошло формирование магматических расплавов, давших начало интрузиям старобогдановского и шевченковского комплексов.

Второй этап субдукции охватывает интервал времени 2,1-1,65 млрд. лет. За это время произошло погружение океанического дна, сутурой которого является ОПШЗ, под Приазовский мегаблок, сопровождавшееся подъемом геоизотерм, расколом Приазовского мегаблока на части, внедрением по ослабленным зонам базальтовых расплавов и интенсивным палингенезом верхних этажей земной коры. По мере погружения океанического дна в глубины мантии, менялся и состав флюидов в сторону увеличения щелочных компонентов. Это привело к магматической и металлогенической зональности.

Ниже будут рассмотрены аспекты этого этапа.

Особенности проявления магматизма.

Существующая в настоящее время схема магматизма второго этапа развития области субдукции Восточной части УЩ в последовательности от нижних к верхним магматическим комплек-

сам заключается в следующем. Для ОПШЗ выделяются анадольский и малотерсянский комплексы. Для Западного Приазовья – интрузии обиточненского, черниговского анадольского, салтычанского и хлебодаровского комплексов. Для Восточного Приазовья – коларовский, хлебодаровский, южнокальчикский, каменномогильский, октябрьский комплексы и завершается дайковым комплексом (1,7 млрд. лет).

ОПШЗ. Анадольский комплекс представлен средне- и крупнозернистыми гранитами, образующими многочисленные тела разнообразной формы, и жильным материалом биотитовых полосчатых мигматитов.

Отмечается отчетливая приуроченность гранитов к зонам разломов и узлам их пересечения. Принято считать их ультраметаморфическими автохтонными образованиями.

На крайнем севере ОПШЗ, на границе с Среднеприднепровским мегаблоком, расположен **Малотерсянский массив щелочных пород**, которые представлены габбро-диабазами, щелочными и нефелиновыми сиенитами (фойяитами), а также дайками и жилами пикритов, лампрофиров, микрофойяитов, фойяитпорфиров и сиенит-пегматитов. Возраст массива, определенный калий-аргоновым методом по амфиболу – 1740 млн. лет.

Западноприазовская часть ОПШЗ. По своей внутренней структуре рассматриваемая зона считается переходной, так как обладает структурой промежуточного типа между субмеридионально сжатыми складками и разлинзованными блоками собственно Орехово-Павлоградской полосы и субконцентрической гранитокупольной структурой Приазовского мегаблока. Наиболее интересными фактами при изучении Западноприазовской части ОПШЗ являются: разница в возрасте чередующихся гранитоидов (преимущественно архей) и метаморфитов продуктивных пачек железорудных месторождений (протерозой); смена по латерали седиментогенных разрезов амфиболитов метаультрабазиитами (месторождения Куксунгур, Орловское); резкая смена простираения полос метаморфитов с меридионального на субширотное. Кроме осадков шельфа под надвигающимися пластинами захоронялись и обдуцированные фрагменты океанской коры, с которыми соотносят амфиболит-метаультрабазитовые разрезы Ор-

ловского рудопроявления в восточной части месторождения Куксунгур, сменяющие по латерали седиментогенные разрезы.

Западное Приазовье. Согласно [9] в палеопротерозое выделяются следующие интрузивные комплексы: коларовский, салтычанский, черниговский, анадольский, обиточненский, новосельская асоциация.

Новосельская асоциация объединяет ультраосновные и основные породы, образующие небольшие штокоподобные интрузии (250-500 м в диаметре) в центральной части Салтычанского купола.

Обиточненский комплекс, согласно [10], обладает тоналит-диоритовым составом. Развита в виде серии массивов и крупных тел в антиклинальных структурах, преимущественно в пределах Салтычанского купола. Массивы строго согласны с вмещающими породами западно-приазовской серии и осями антиклинальных структур. Между всеми типами пород наблюдаются постепенные переходы.

Анадольский комплекс. Ареал распространения тел анадольских гранитов (жильных, порфиробластических, анатектических и др.) образует дугу, общий контур которой очерчивает южный Бегим-Чократский карбонатитовый массив. Породы анадольского комплекса здесь мало чем отличаются от гранитов одноименного комплекса переходной Западноприазовской зоны.

Черниговский комплекс. Наиболее широко распространены щелочные сиениты и карбонатиты. Им подчинены нефелиновые сиениты и щелочные пироксениты. Остальные породы встречаются в виде включений в карбонатитах или маломощных одиночных тел (карбонатитовые кимберлиты, эссекситы и др.). К черниговскому комплексу относятся также (существенно натриевые) метасоматиты – фениты. Большинство отмеченных образований комплекса слагают дайкообразные тела.

Изотопный возраст пород карбонатитового комплекса по цирконам из бефорситов составляет 2,09 млрд. лет [11].

Салтычанский комплекс сложен ортитсодержащими серыми равномернозернистыми гранитами. Обычно граниты образуют жильные и штокообразные тела среди пород западноприазовской серии и диоритов обиточненского комплекса. Со вмещающими

мигматитами они образуют постепенные переходы, а диориты содержат многочисленные жилы розовых гранитов.

Возраст гранитов, определенный по ортиту, находится в интервале 2130-1960 млн. лет.

Коларовский комплекс. Лампроиты разного состава образуют небольшие (до 200-500 м в диаметре) трубкоподобные штоки, первый из которых («Мрия») было выявлен вблизи с. Коларовка. Встречаются штоки слюдястых кимберлитов диаметром до 10 м среди плагиогнейсов и мигматитов.

Мангушский синклиний (Центральное Приазовье) разделяет ареал протерозойского магматизма Приазовского мегаблока на две части: западную зону распространения известково-щелочных магматитов обиточненского комплекса и восточную область, где широко представлены калиевые граниты (анадольский комплекс) и субщелочные породы хлебодаровского комплекса. К площади самого синклиория приурочено четыре малых массива гранитов литий-фтористого типа (каменномогильский комплекс). Петрология этих массивов детально рассмотрена в [7].

Восточное Приазовье. Схема гранитоидного магматизма Восточного Приазовья приведена от более древних к более молодым (сверху вниз) на рис. 2. Детальное петрологическое описание комплексов приведено в [7].

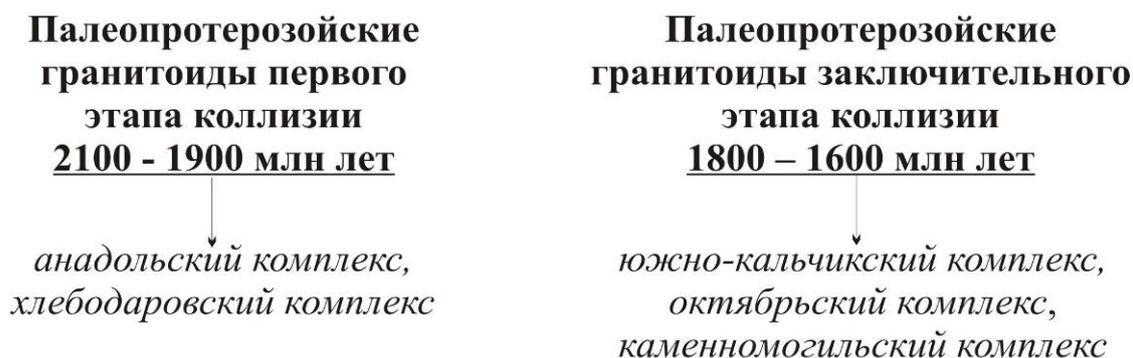
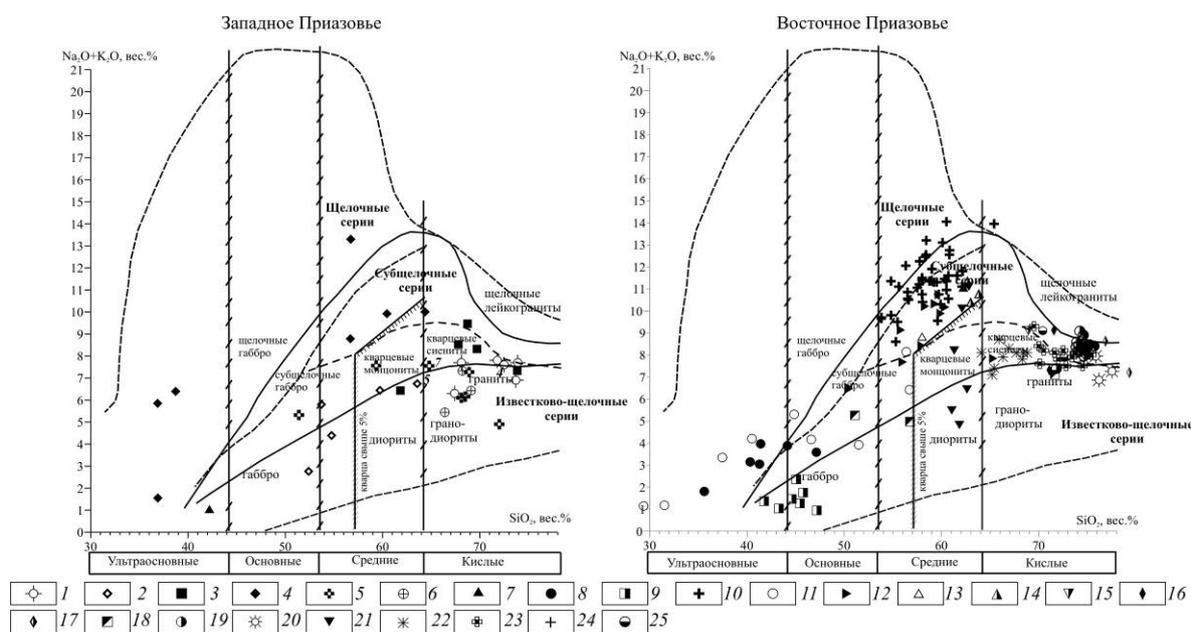


Рис. 2. Схема гранитоидного магматизма Восточного Приазовья

Изменение петрохимических, акцессорно-минералогических и геохимических составов протерозойских магматитов вкост области субдукции

Петрохимические составы. Как видно на рис. 3, для западной части зоны субдукции (Западное Приазовье) характерен известково-щелочной состав магматитов, а для восточной (Центральное и Восточное Приазовье) – субщелочной и щелочной.



Западное Приазовье, средние значения по: 1 – гранитам и пегматитам анадольского комплекса; 2 – диоритам обиточненского комплекса; 3 – гранитам салтычанского комплекса; 4 – карбонатитам черниговского комплекса; 5 – гранитоидам новопавловского комплекса; 6 – породам шевченковского комплекса; 7 – ультрабазитам гайчурского комплекса. **Восточное Приазовье**: 8-10 – Октябрьский массив октябрьского комплекса: 8 – габбро внутренней и эндоконтактной части, 9 – пироксениты эндоконтактной части, 10 – мариуполиты, пегматиты, сиениты; 11-17 – Южно-Кальчикский массив южнокальчикского комплекса: 11 – габброиды, 12 – фаялит-геденбергитовые сиениты, 13 – роговообманковые сиенито-диориты, 14 – роговообманковые и биотит-роговообманковые сиениты, 15 – биотитовые граносиениты, 16 – роговообманковые и роговообманково-биотитовые граниты, 17 – мелко-, среднезернистые аляскитовые граниты; 18 – чарнокиты Хлеבודаровского массива хлеבודаровского комплекса; 19-20 – биотитовые порфировидные и аплитовидные граниты каменномогильского комплекса: 19 – Каменномогильского массива, 20 – Екатерининского массива; 21-25 – хлеבודаровский комплекс: 21-23 – Кальмиусский массив: 21 – амфиболовые сиениты, 22 – роговообманковые граносиениты, 23 – роговообманковые и биотит-роговообманковые граниты, 24 – аплит-пегматиты, 25 – мелкозернистые порфировидные граниты Ново-Янисольского массива.

Рис. 3. Положение фигуративных точек состава пород Западного и Восточного Приазовья на классификационной диаграмме Na₂O+K₂O - SiO₂ (основа по [12])

Наличие в Западном Приазовье комплексов магматитов субщелочного состава (салтычанский и черниговский) говорит, вероятнее всего, в пользу того, что в процессе изначального поддвига плиты под Приазовский мегаблок, наряду с инициированием палингенного гранитоидного магматизма, существовали глубинные расколы до мантии, которые стали подводными каналами тепла, флюидов, несущих химические более щелочные подвижные компоненты и редкоземельные элементы (ортитовые салтычанские граниты, карбонатиты черниговского комплекса с редкоземельным оруденением).

Акцессории. В табл. 1 приведены ассоциации акцессорных минералов в породах различных субдукционных частей Приазовского мегаблока. Она очень наглядно демонстрирует те изменения, которые происходят в составе акцессорных минералов по мере движения с запада от сутуровой зоны субдукции ОПШЗ на восток к тыловой ее части – Восточному Приазовью.

Таблица 1

Сквозные и индивидуальные ассоциации акцессорных минералов в породах различных субдукционных частей Приазовского мегаблока

ОПШЗ		Западное Приазовье		Восточное Приазовье	
сквозные	индивидуальные	сквозные	индивидуальные	сквозные	индивидуальные
Магнетит, апатит, циркон	рутил ильменит; сфен, ортит, (западно-приазовская серия) турмалин, ставролит, андалузит (косивцевская толща), графит, шпидель (темрюкская свита)	магнетит, апатит, сфен, циркон, пирит, халькопирит, ильменит	рутил (обиточенский), ортит (салтычанский), монацит, ортит (аналодольский), топаз, бадделеит, торит, колумбит, флюорит, берилл, пирит, паризит, бастнезит пирохлор, молибденит (черниговский)	магнетит, ильменит, апатит, сфен, циркон, ортит, флюорит, бритолит (кроме хлебодаровского и анадольского)	бастнезит, чевкинит, пирохлор (кроме хлебодаровского и анадольского); топаз, берилл, касситерит, монацит, ксенотим, колумбит (каменномогильский)

В ОПШЗ сквозные минералы, присутствующие во всех породных образованиях (магнетит, апатит, циркон и индивидуальные, присущие лишь отдельным стратиграфическим подразделениям – рутил, ильменит, сфен, ортит и турмалин, ставролит, андалузит, графит, шпинель), имеют уже определенные отличия в Западном Приазовье. В нем, в породных образованиях, к сквозным аксессуариям, таким же, как и в ОПШЗ, добавляются сфен, пирит и халькопирит; в индивидуальных ассоциациях, за исключением аксессуариев присущих породам стратиграфических подразделений, появляются монацит, топаз, баделлеит, торит, колумбит, флюорит, берилл, пирохлор, молибденит – минералы - аксессуарии глубинного черниговского комплекса. И уже совершенно отличным является видовой состав аксессуариев в интрузивных комплексах Восточного Приазовья. Наряду с отмеченными сквозными минералами, характерными для ОПШЗ и Западного Приазовья, в их ассоциации появляются такие минералы как флюорит и бритоцит, а в индивидуальной ассоциации характерными аксессуариями являются бастнезит, чевкинит, пирохлор, топаз, берилл, касситерит, монацит, ксенотим, колумбит.

Металлогеническая зональность от полиметаллических рудопроявлений на западе к редкоземельным рудопроявлениям на востоке, фиксируемая для рассматриваемой области субдукции, четко просматривается в видовом составе ассоциаций аксессуарных минералов, как это видно из вышерассмотренных данных.

Геохимические особенности. Редкоэлементные составы гранитоидных комплексов Западного Приазовья сравнивались с таковыми Восточного Приазовья. Выбор элементов определялся следующими соображениями:

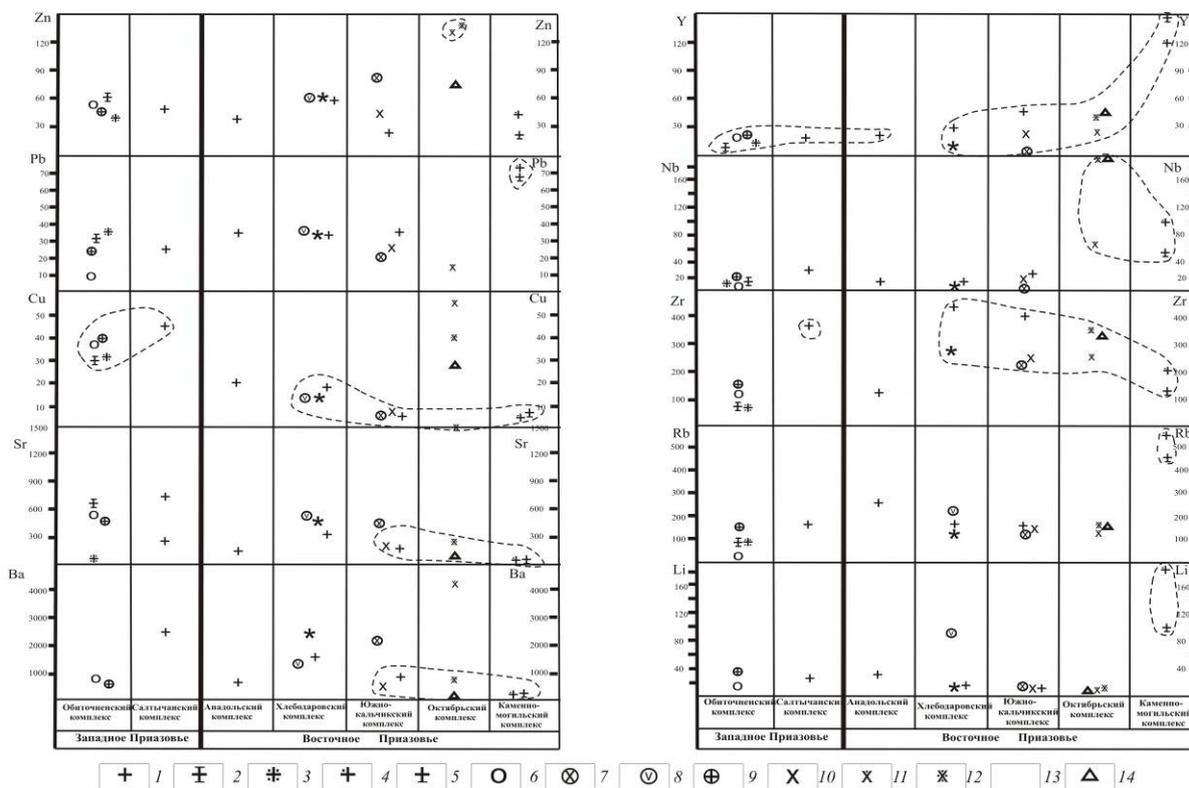
– Ba и Sr являются показателями дифференцированности расплавов;

– Cu, Pb и Zn взяты как показатели металлогенической специализации на полиметаллическое оруденение;

– Li, Rb, Zr, Nb и Y выбраны как показатели редкометально-редкоземельной металлогенической специализации рассматриваемых комплексов.

Концентрации Ba и Sr довольно надежно характеризуют дифференцированность пород комплексов (рис. 4) Так, в обиточ-

ненском комплексе диориты имеют более высокое содержание Ва и Sr (отношение = 1,4) по сравнению с таковым в гранодиоритах, тоналитах (отношение = 1,3); в хлебодаровском комплексе граносиениты содержат больше Ва по сравнению с гранитами за счет большего количества в них калиевых полевых шпатов; в южнокальчикском комплексе сиенит-диориты содержат больше Ва и Sr (отношение = 5,2) по сравнению с сиенитами, кварцевыми сиенитами (отношение = 4,4) и гранитами (отношение = 3,8).



1 - граниты, 2 - плагитограниты, 3 - жильные граниты, 4 - биотитовые граниты, 5 - аплитовидные граниты, 6 - диориты, 7 - сиенит-диориты, 8 - монцодиориты, 9 - гранодиориты, тоналиты, 10 - сиениты, 11 - сиениты эндоконтактовой части, 12 - сиениты центральной части, 13 - граносиениты, 14 - фойяиты. Примечание. Анализы для гранитоидов Западного Приазовья взяты из [13]; для гранитоидов Восточного Приазовья из [7].

Рис. 4. Средние содержания редких элементов в гранитоидах Приазовья

Наиболее показательными являются содержания их в октябрьском комплексе. Здесь, происходит уменьшение концентрации Ва и Sr от сиенитов эндоконтактовой части (отношение рав-

но 2,83) к сиенитам центральной части (отношение равно 2,8) и далее к тарамитовым фойяитам (отношение равно 1,4). Наиболее же низкими концентрациями Ba и Sr обладают граниты заключительной стадии протерозойского магматизма – каменномогильские граниты (отношение равно 1,4).

Распределение меди, как это видно из рис. 4, говорит о ее повышенной концентрации в породах обиточненского комплекса (30-40 г/т), салтычанского (45 г/т) Западного Приазовья и в породах октябрьского комплекса Восточного Приазовья (55-28 г/т).

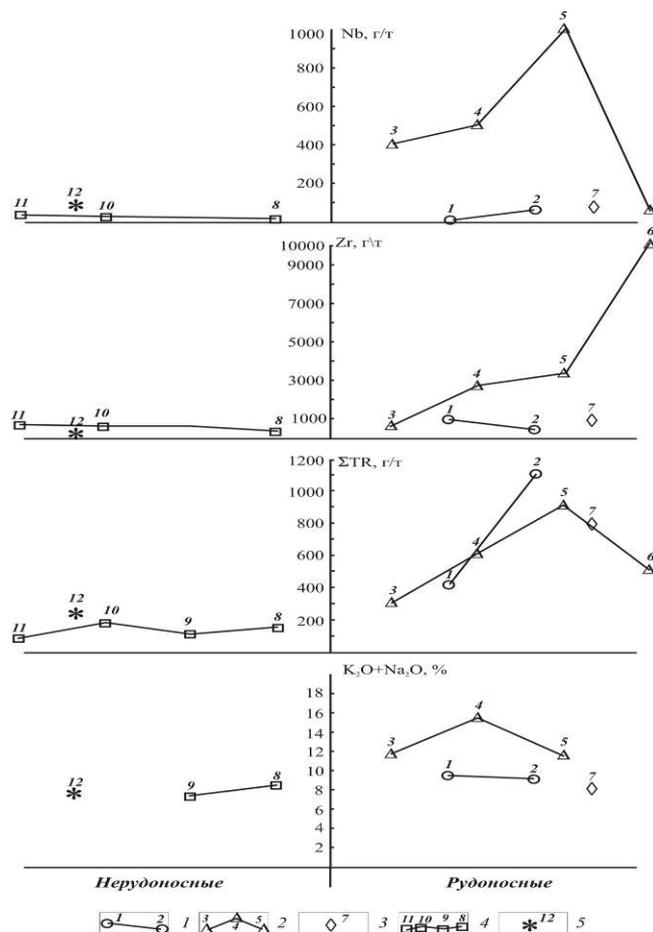
В остальных гранитоидах Восточного Приазовья содержание Cu изменяется от 6-12 до 18 г/т. Содержание Pb и Zn здесь примерно одинаково. Содержание Zr, Nb и Y (см. рис. 4) однозначно свидетельствует о редкометально-редкоземельной специфике гранитоидных комплексов Восточного Приазовья.

Среди комплексов Западного Приазовья высокие содержания этих элементов характерны для ортитоносного салтычанского комплекса. Содержания Li и Rb в рассматриваемых гранитоидах примерно одинаковые, кроме гранитов каменномогильского комплекса, характеризующегося редкометальной спецификой (в них содержания Li и Rb в несколько раз выше).

Геохимические отличия гранитоидных комплексов первого и второго этапов внедрения протерозойских гранитоидов в Восточном Приазовье отображены на рис. 5. Они наглядно отражают редкометально-редкоземельную специфику второго этапа внедрения протерозойских гранитоидов. Содержания в них суммы редких земель, циркония и ниобия выше в 2-3 раза по сравнению с таковыми в гранитоидах первого этапа внедрения.

Точки средних составов всех рассматриваемых магматических образований нанесены на дискриминантную диаграмму Nb – Y по [14] (рис. 6).

Как в Западном, так и Восточном Приазовье они попадают в поле гранитов вулканических дуг + синколлизийных гранитов J (изверженные) и S (осадочные) типов. Но в Восточном Приазовье точки пород щелочного октябрьского комплекса и гранитов каменномогильского комплекса по средним содержаниям Nb и Y попадают в поле внутриплитных гранитов (A-типа), подчеркивая этим, главным образом, свою редкоземельную специфику.



Комплексы: 1 - южно-кальчикский, 2 - октябрьский, 3 - каменномогильский, 4 - хлебодаровский, 5 - анадольский.

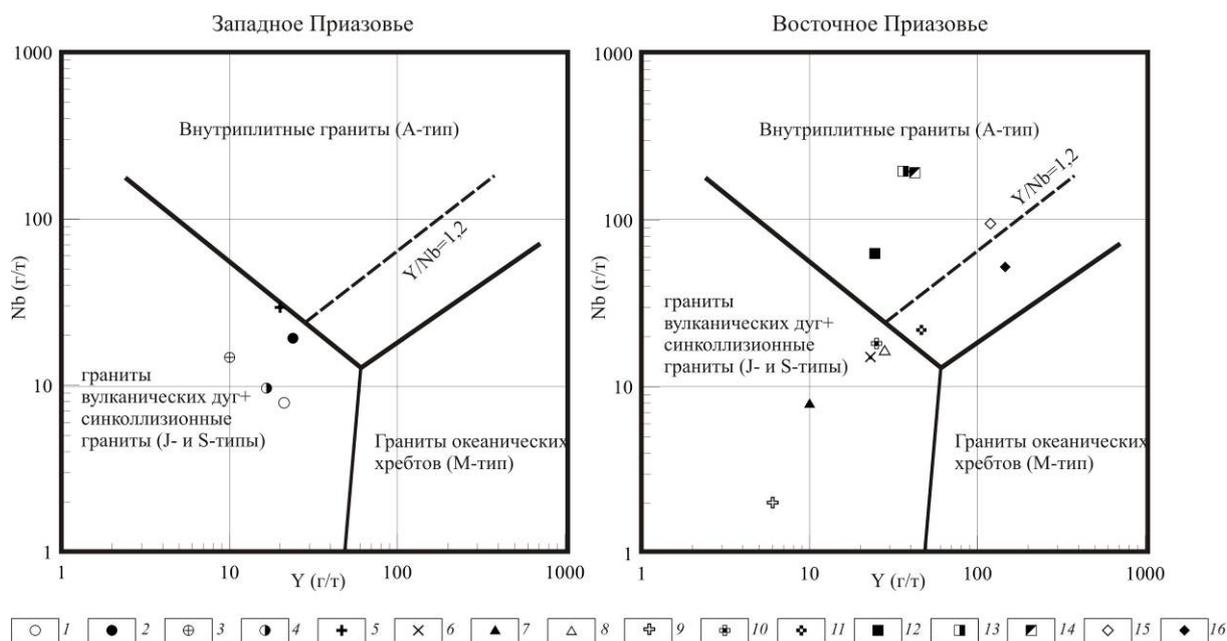
Рис. 5. Распределение элементов в протерозойских комплексах Восточного Приазовья

Распределение РЗЭ в магматитах

Известные данные по распределению РЗЭ в гранитоидах Приазовского блока суммированы в монографии И. Б. Щербакова [10]. Ниже приводятся эти данные и данные других авторов [7].

Анадольские граниты. Для спектра РЗЭ анадольских гранитов характерна четкая дифференциация и глубокий Eu-минимум, $Eu/Eu^* = 0,4-0,5$. Отношение $(La/Yb)_N = 74$, сумма РЗЭ – 285 г/т.

Салтычанские граниты. Распределение РЗЭ в салтычанских гранитах дифференцированное – $(La/Yb)_N = 28-39$. Сумма РЗЭ за счет ортита высокая – 500 г/т. Европиевая отрицательная аномалия проявляется не всегда четко.



1-5 - **Западное Приазовье**: 1-4-обиточненский комплекс: 1 - диориты, 2 - гранодиориты, тоналиты, 3- плагиограниты, 4 - жильные граниты; 5 - граниты салтычанского комплекса; 6-16- **Восточное Приазовье**: 6- анадольские граниты, 7- 8- хлебодаровский комплекс: 7- граносиениты, 8- граниты; 9 - 11 – южно-кальчикский комплекс: 9 - сиенитодиориты, 10- сиениты и кварцевые сиениты, 11 - граниты; 12- 14- октябрьский комплекс: 12 - сиениты эндоконтактной части, 13 - сиениты центральной части, 14 - тарамитовые фойяиты, 15-16 - каменногильский комплекс: 15 - биотитовые граниты, 16 - аплитовидные граниты.

Примечание: источники данных - средние содержания редких элементов в гранитоидах Западного и Восточного Приазовья [13]; для октябрьского комплекса [7]. Линия $Y/Nb = 1,2$ по G.N. Eby [15].

Рис. 6. Дискриминантные диаграммы для гранитоидов различных зон области субдукции Приазовья [14]

Хлебодаровский комплекс. Содержание РЗЭ в дубовских гранитах умеренно дифференцированное $(La/Yb)_N = 4,7$ и невысокое (100-170 г/т). Отрицательная европиевая аномалия фиксируется отчетливо. В Кальмиусском массиве хлебодаровского комплекса, согласно [7], отрицательная европиевая аномалия в сиенитах, граносиенитах и гранитах проявлена нечетко, хотя распределение РЗЭ довольно дифференцированное - $(La/Yb)_N = 16 - 39$.

Южнокальчикский комплекс. Согласно [7] распределение РЗЭ в сиенитах, граносиенитах и гранитах дифференцированное - $(La/Yb)_N = 24 - 130$. Отрицательная европиевая аномалия в сиенитах и граносиенитах проявлена нечетко, в гранитах она яр-

ко виражена. По характеру розподілення РЗЭ сиенити і граносиенити южнокальчикського комплексу подібні таким в Кальміуському масиві хлібодаровського комплексу.

Каменномогильський комплекс. Розподілення РЗЭ в каменномогильських гранітах характеризується різким дефіцитом Європія - $Eu/Eu^* = 0,02-0,27$ і високим вмістом РЗЭ, в тому числі важких РЗЭ = 500-1700 г/т.

Геофізическа характеристика області субдукції

ОПШЗ проводиться по західній гравітаційній ступені, приуроченій к Орехово-Павлоградському глибинному розлому (ОПГР), хоча межблокової границею можна вважати і східну гравітаційну ступінь, відповідну Західно-Приазовському (Азово-Павлоградському) розлому. ОПГР трасується далеко за межі УЩ, чітко виражен в фізических полях і, судя по профілю ГСЗ (рис. 7), зміщення з підняттями в розділі Мохо отмечены східніше його ерозійного розрізу.



1 - поверхню протофундаменту; 2 - розділ Мохоревичича; 3 - глибинні розломи по даним ГСЗ без внедрення основної магми; 4 - глибинні розломи по даним ГСЗ з внедренням основної магми; 5 - ізолінії швидкості (км/с); 6 - ізолінії швидкості 7 км/с; 7 - точки дифракції; 8 – значення ефективно намагніченості (А/м); 9 - значення щільності (г/см³).

Рис. 7. Фрагмент сводного геофізического розрізу по ІV геотраверсу (східна частина) [3]

ОПШЗ хорошо проявлена в поверхності розділа Мохо. На севері к неї приурочено поглиблення останньої до глибини 48-46 км. Поверхність здесь слабоизрезанная. В центрі вона має платообразную форму и «лежить» на глибині від 44 до 46 км [3].

Результати моделювання гравітаційного поля показали, що с розломом пов'язані інтрузії габбро-перидотитової формації Новопавлівського участка и Малотерсянського щелочного масива. Зона розлому має складне біфуркаційне строєння. На глибокому сейсмоелектричному розрізі по ізолініям ефективного опору і відображуваними площадками окремі пологіє гілки ОПШЗ можна зафіксувати в низах кори Західно-Приазовського блоку и в верхній мантії центральної частини Приазовського мегаблоку. ОПШЗ фіксується двома характерними сближеними гравітаційними ступенями, обмежуваними зоною інтенсивних лінійних магнітних аномалій на відстані вище 450 км. Магнітні аномалії пов'язані с ультрабазидами и залізно-кремністими породами.

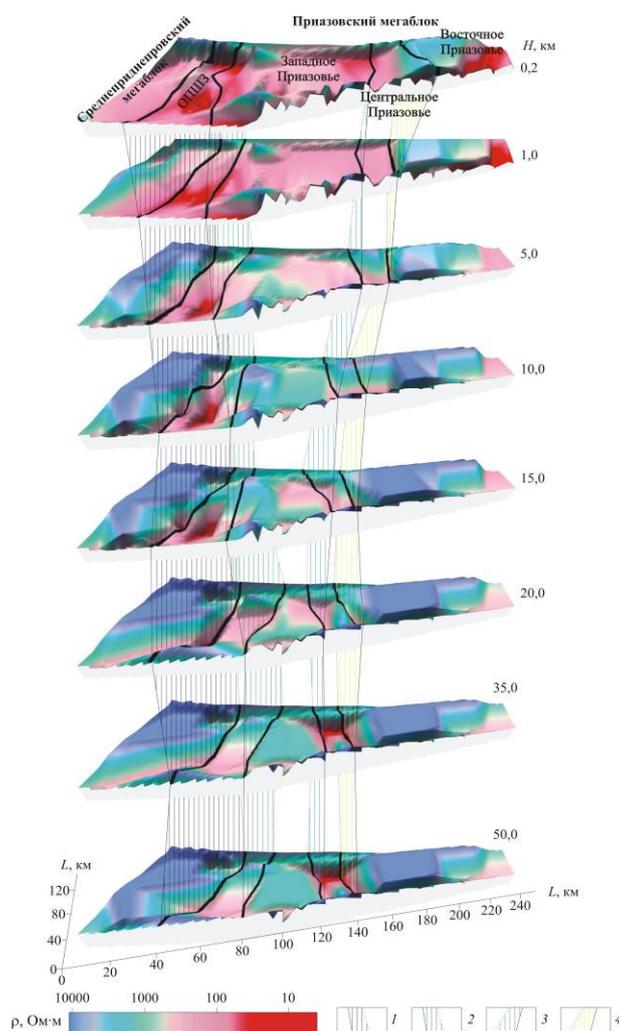
Характер розділа Мохо під ОПШЗ різко відрізняється від його характеру в регіонах, межуючих с західом и сходом, відповідно в Середньодніпровському и Приазовському геоблоках [3].

По розподілу швидкостей сейсмічних хвиль в земній корі цього району виділені верхній, середній и нижній етажі [3]. Для середнього етажу, підставою котрому служить поверхність розділа K_2 , характерно складне змінення швидкостей и понижені значення градієнта по відношенню к верхньому етажу.

Низы кори в южній частині зони, по всій видимості, мають найбільш високоскоростний розріз до $V = 7,3-7,5$ км/с, а на границі кора-мантія гранична швидкість може досягати 8,3-8,5 км/с. В ОПШЗ кора переважно грануліт-гранітна, прорвана інтрузивними тілами, пов'язаними с базитовим шаром и породами мантії.

Поле сили тяжесті над шовними зонами, згідно [3], характеризується чітко вираженими гравітаційними мінімумами. Виникнення мінімуму (градієнта) в гравітаційному полі, як раз на границі між континентальною и океанічною плитами (в палеожелобі?), обумовило великий дефект мас с континентальною стороною.

По результатам геоэлектрических исследований [3] была построена геоэлектрическая модель Приазовского геоблока (рис. 8). Здесь можно выделить три низкоомных участка (100-300 Ом·м), корни которых не исчезают даже на глубине 50 км. Это, во-первых, наиболее интенсивная низкоомная аномалия в районе ОПШЗ; во-вторых, низкоомная аномалия, приуроченная к Центральному Приазовью – границе с Восточным Приазовьем.



Плоскости сместителя разломов по данным электроразведки: 1 - Орехово-Павлоградского, 2 - Западно-Приазовского, 3 - Розовского, 4 - Мануильского
Гипотетическое положение линий тектонических нарушений соответствует контурам низкоомных аномалий

Рис. 8. Схематическая модель распределения электросопротивления восточной части УЩ, построенная по данным МТЗ и АМТЗ

Третий глубинный низкоомный участок расположен у восточной границы Восточного Приазовья между двумя зонами глубинных разломов. Объемная картина распределения электросопротивления приведена на рис. 9.

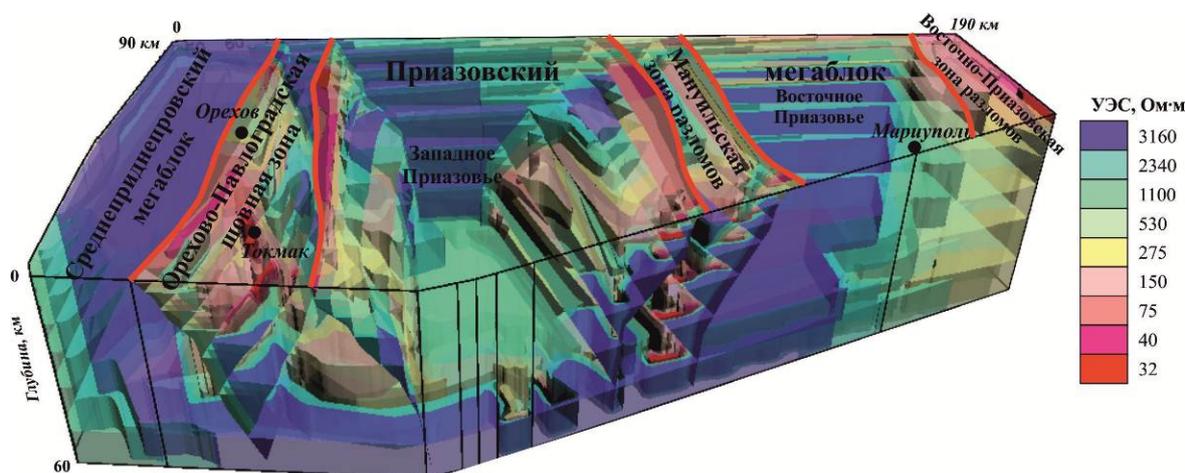


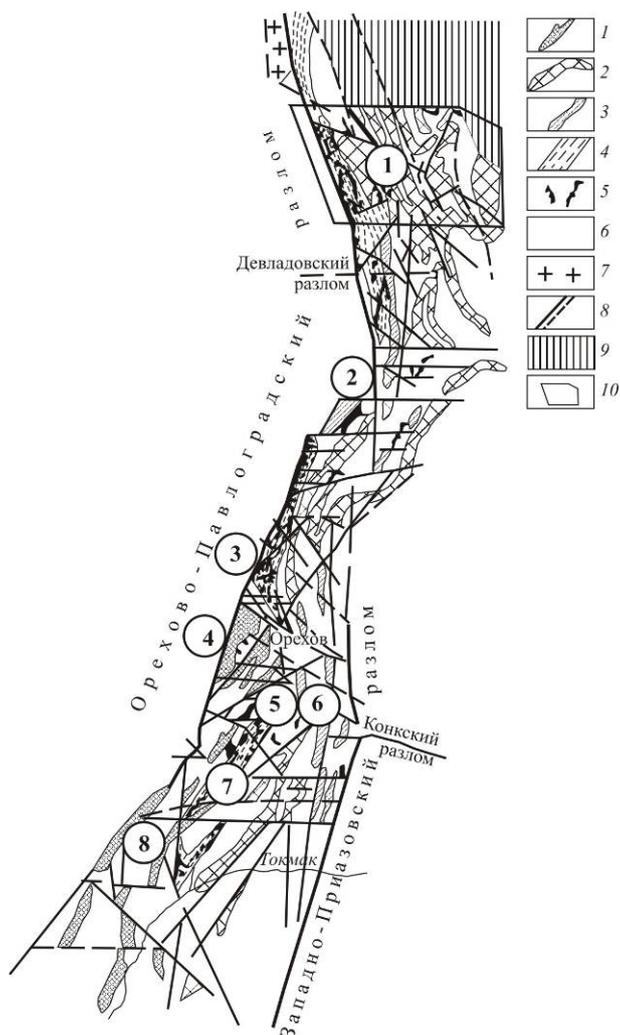
Рис. 9. Схематическая объемная модель восточной части УЩ по данным МТЗ

Она дает наглядное представление о распространении высокого сопротивления (синий цвет) в пределах Среднеприднепровского и Приазовского мегаблоков. ОПШЗ между двумя блоками в плане проявляется как широкая аномалия (интенсивный красный цвет на рис. 9) с расширением на юг. Точно так же проявляется низкоомная зона вдоль Центрального Приазовья и восточной оконечности Восточного Приазовья.

Закономерности локализации полезных ископаемых

Орехово-Павлоградская шовная зона. Как видно на рис. 10, среди супракрустальных образований, слагающих ОПШЗ, широко представлены железисто-кремнистые породы, образующие железорудные месторождения и рудопроявления, разведанные, главным образом, в 1960-1970-е гг.

На Васильковском участке установлен фундамент бассейновых отложений – западноприазовская серия Волчанского и гранито-гнейсовый комплекс Синельниковского блоков. Здесь наиболее полно сохранились протерозойские осадки межмегаблокового бассейна из-за специфики структуры коллизионной зоны.



Цифры в кружках – железорудные месторождения и рудопроявления: 1 – Васильковское, 2 – Северотерсянское, 3 – Васиновское, 4 – Новопавловское, 5– Западное Новоданиловское, 6– Восточное Новоданиловское, 7 – Чистопольское, 8 – Новогоровское.

Рис. 10. Схема геологического строения ОПШЗ

Известны и фрагменты толщ мелководных осадков в разрезах пород восточного блока Северотерсянского участка, а также Васиновского железорудного месторождения. Они включают продуктивные железисто-кремнистые толщи, по-видимому, накопленные на шельфе или в прогибах лиманного типа.

Западно-Приазовская часть ОПШЗ и Западное Приазовье. В Западном районе железорудные месторождения представлены Гуляйпольским, Корсакским и частично Сорокинским рудными полями. Сюда входят как протерозойские, так и архей-

ские (Сорокинское) формационно разнородные ассоциации продуктивных железорудных толщ. Среди известных объектов железа выделяется метаморфогенный генетический тип.

По геологической позиции, формационным и геохимическим особенностям **редкометальные рудопроявления Западного Приазовья** также неоднородны. Они представлены карбонатами черниговского комплекса и пегматитами Сорокинской моноклинали. В Черниговском рудном поле известно месторождение апатита карбонатитового типа и ряд редкоземельных рудопроявлений. Проявление иттрия обнаружено в непосредственной близости от западного фланга Черниговской зоны разломов. В этой же позиции находится свыше десяти площадных и точечных аномалий Nb, Zr, P, PЗЭ. В Сорокинском рудном поле, кроме акцессорной редкометальной минерализации в пегматитах, установлены проявления золота в кварцевых жилах с признаками сульфидной минерализации Pb, Cu и Zn и повышенные содержания золота в окисленных железистых кварцитах.

В пегматитовом типе редкометальные проявления по набору ведущих геохимических элементов разделены на две рудные формации – редкометальных и редкоземельных пегматитов – и слагают Елисеевское, Андреевское, Берестовское и Радионовское поля. Редкометальные пегматиты, согласно [9], генетически связаны с жильными породами второй фазы андреевской ассоциации и известны лишь в пределах Темрюк-Каратюкского и Андреевского пегматитовых полей; редкоземельные – с пегматитами каменномогильского комплекса Мангушского синклиория.

Восточное Приазовье. В Восточном металлогеническом районе выделяются восемь рудных полей [8]. В трех из них – Старокрымском, Сачкинском и Первомайском – известны **месторождения или проявления железистых кварцитов и графитовых гнейсов.** Все они относятся к Мангушскому блоку и одноименной свите верхнего архея (?). Первомайское рудное поле объединяет группу Мариупольских месторождений железа, а Сачкинское и Старокрымское – месторождений графита. Рассмотренные рудные поля приурочены к одному формационному типу – гранулит-базит-чарнокитовому комплексу Центрального Приазовья [8].

Железные руды относятся к метаморфогенному типу, представленному силикатно-магнетитовыми рудами, залегающими среди отложений неоархея в пределах Приазовской металлогенической субпровинции. Типичным примером является **Мариупольское месторождение**. Сторонники вулканогенно-осадочного генезиса первичной природы основных-ультраосновных кристаллосланцев, вмещающих железистые кварциты, относят их к малощелочным толеитовым базальтам и перидотитовым коматитам, а всю вулканогенную толщу – к слабо дифференцированной офиолитовой ассоциации океанического типа [16].

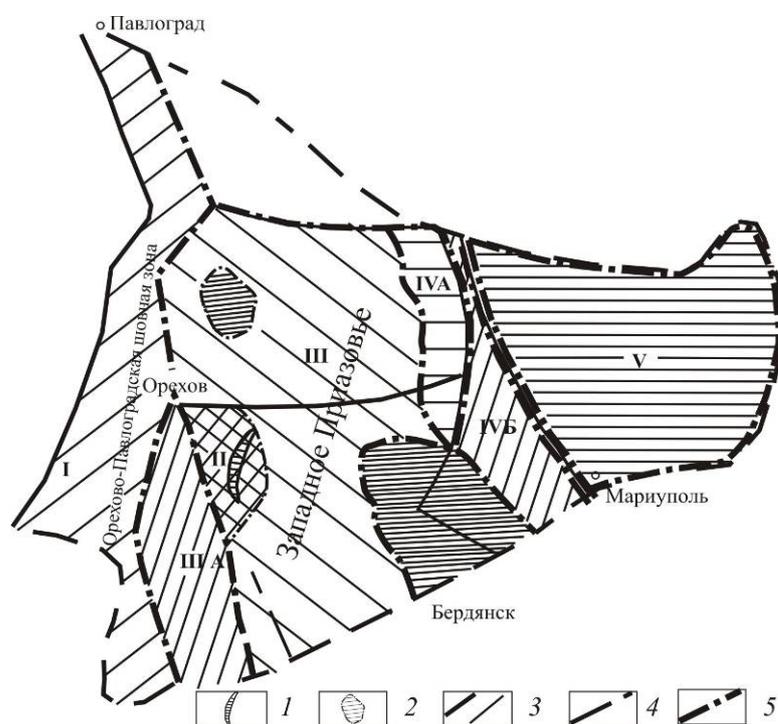
Если рассматривать распределение полезных ископаемых с запада на восток, то первыми металлогеническими зонами являются Малоянисольская (Au, TR) и Куйбышево-Стародубовская (TR, Zr) с рудоносными полями соответственно – Екатериновским (TR), Каменномогильским (TR, Zr), Стародубовским (TR, Zr), которые относились к Центральному Приазовью. Но по данным ГДП-200 [9] они отнесены к Западно-Приазовской структурно-металлогенической зоне. Собственно Восточное Приазовье начинается с Володарской металлогенической зоны, где выделяются рудные зоны [9]: Октябрьская (Nb, Ta, Zr, Mo) с известным Мазуровским (Nb, Ta, Zr, Al) месторождением; Кальчикская (TR, Zr, апатит, Ti, Fe) с месторождениями Азовским (TR, Zr), Серединовским (TR, Zr), Володарским (apatit, Ti, Fe). Следующая за ней металлогеническая зона Криворожско-Павловская (TR, Pb, Mo, W, Au, алмаз) с рудными полями – Анадольским (TR), Новоселковским (Mo), Кичиксу-Кирилловским (TR, Pb, Mo, Au, W), Каплановским (TR, Mo, Au, W), Петрово-Гнутовским (TR, алмаз).

Металлогеническая зональность Приазовского мегаблока с позиций мобилизма

Рассмотрим металлогеническую зональность, характерную для субдукции Приазовского мегаблока. Зоны металлогенической зональности выделены (рис. 11) по закономерностям размещения полезных ископаемых, изложенным выше.

К первой металлогенической зоне надо отнести ареал локализации железорудных месторождений и рудопроявлений с раз-

бивкой на подзоны – **IA** – сама ОПШЗ; **IB** – западная часть Западного Приазовья.



1-2 – типы железисто-кремнистых формаций: 1 - карбонатитовый, 2 - железорудные формации в зеленокаменных поясах, 3 - разломы, 4 - контур Приазовского блока, 5 - границы металлогенических зон.

I - зона железорудных месторождений и рудопроявлений: I - ОПШЗ; II - зона апатит-редкоземельных проявлений, связанных с карбонатитовым магматизмом; III А - западная часть Западного Приазовья; III - зона распыленных проявлений меди, молибдена и РЗЭ, связанных с обиточненским и салтычанским комплексами; IV - зоны редкометально-редкоземельных рудопроявлений, связанных с каменногильским комплексом; IVA - зона редкоземельных пегматитов, IVБ - зона редкометально-редкоземельных рудопроявлений; V - зона редкоземельных рудопроявлений, связанных с сиенитами субщелочного южнокальчикского и щелочного октябрьского комплексов

Рис. 11. Схема металлогенической зональности Приазовского мегаблока УЩ

Согласно тектонике плит и соответствующим палеотектоническим реконструкциям стало возможным объяснить геологическую позицию и особенности железорудных месторождений ОПШЗ [3]. Многочисленные противоречивые факты удовлетворительно объясняются гипотезой разрушения фронтальной части микроконтинента, развивавшегося по типу активной континентальной окраины как при конвергенции, так и при столкновении.

Преобразование передовой части микроконтинента по такой схеме происходило неоднократно. В итоге на уровне современного эрозионного среза наблюдаются чередующиеся межпластинные осадки и более древние гранитоидные пластины континентального основания. Кроме осадков шельфа под надвигающимися пластинами захоронялись и обдуцированные фрагменты океанской коры. Предполагается [3], что структура Западно-Приазовского железорудного района сравнительно проста. Ее можно представить в разрезе как чередование пластин гранитоидной рамы и смятых межпластинных железисто-кремнистых и других осадков раннепротерозойского шельфа. Эта структура была значительно осложнена в обстановке коллизии при столкновении Приазовского и Приднепровского фрагментов микроконтинентов. Блок месторождения Корсак-Могила представлен, по-видимому, фрагментом такой полосы.

Металлогеническую роль ОПШЗ как протерозойского структурного шва, наследующего палеозону поддвига, трудно переоценить. В процессе ее поддвига в глубины Земли происходило преобразование литосферы Приазовского мегаблока. С нею связана часть раннепротерозойских редкометальных проявлений, месторождение апатита (черниговский карбонатитовый комплекс), некоторые месторождения железа этого же возраста, формационные типы которых подчинены палеотектонике магматической дуги, перераспределение золоторудных концентраций в архейских зеленокаменных поясах, месторождения графита и др.

К следующей металлогенической зоне, по нашим представлениям, следует отнести **зону II – развития карбонатитовых апатит-редкоземельных месторождений и рудопроявлений**, связанных с черниговским карбонатитовым комплексом. Эта зона находится в области перехода континентального склона к литосфере мегаблока, иными словами, на границе между ОПШЗ и Западным Приазовьем. Скорее всего, в процессе столкновения двух плит – океанической и континентальной – глубинные разломы проникали глубоко в мантию, следствием чего явилось внедрение карбонатитовой магмы. Можно предположить, что в отличие от фанерозоя, мантия не была так истощена и характеризовалась редкоземельной спецификой.

Третья зона металлогенической зональности **III** – **распыленных молибденовых рудопроявлений кварц-сульфидного типа и редкоземельных точек минерализации** – охватывает основную часть Западного Приазовья с ареалом распространения гранит-гранодиоритовых интрузий обиточненского комплекса (известково-щелочной магматизм) и субщелочных ортитовых гранитов салтычанского комплекса. Ее отличие от первой металлогенической зоны фанерозойского магматизма андийского типа [17] заключается в отсутствии золото-молибденовых, иногда медно-порфировых месторождений. Нет также и зоны развития мелких тел пород диорит-монцитонитового типа с полиметаллическими рудопроявлениями, описанной Зоненшайном [17] как характеристическая. Но в зоне **III** распространена редкоземельная минерализация, связанная с ортитовым салтычанским комплексом. Это лишний раз подтверждает тезис об обогащенности мантии РЗЭ в докембрии. В зоне **III** также находятся фрагменты архейских зеленокаменных структур – Гайчурская и Сорокинская. В них развиты железорудные месторождения и золоторудные месторождения и проявления. В Сорокинской зоне известны также редкометальные пегматиты.

Четвертая зона металлогенической зональности – **IV** – **зона проявления редкометально-редкоземельной минерализации**, связанной с гранитами каменномогильского комплекса. Она подразделена на две подзоны – **IVA** и **IVB**. К подзоне **IVA** отнесен ареал распространения редкометально-редкоземельных пегматитов Темрюк-Картюкского рудного поля в пределах Екатериновской зоны разломов. К подзоне **IV B** отнесены редкометально-редкоземельные рудопроявления Каменномогильское, Екатериновское и Стародубовское одноименных массивов протерозойского каменномогильского комплекса редкометальных гранитов литий-фтористого типа.

Пятая зона металлогенической зональности – **V** – **зона редкоземельных месторождений и рудопроявлений, связанных с сиенитами субщелочных южнокальчикского и хлебодаровского комплексов и щелочного октябрьского комплекса**. Она охватывает все Восточное Приазовье.

Геолого-геофизические критерии рудоносности

На основе анализа геологических и геофизических особенностей зоны субдукции Приазовского мегаблока предлагаются следующие критерии поисков полезных ископаемых.

Геологические:

1. Палеогеодинамическая позиция исследуемого региона.

Подразумевается положение региона по отношению к коллизионному шву (сутуре). Так, ОПШЗ разделяет Среднеприднепровский мегаблок (типичную архейскую гранит-зеленокаменную область, почти не затронутую протерозойской гранитизацией) и Приазовский мегаблок (архейскую гранит-зеленокаменную область, сильно переработанную в протерозое, со значительным ареалом развития гранитоидов восточно-приазовского субщелочного протерозойского комплекса).

2. Характеристические структурные и металлогенические элементы тектонотипа.

Восточная часть УЩ имеет следующие структурно-тектонические элементы: ОПШЗ и примыкающие к ней с востока интенсивно нарушенные в процессе коллизии участки смежного Приазовского мегаблока – Западное Приазовье; области растяжения Приазовского мегаблока и соответственно зоны повышенной проницаемости его коры – Центральное Приазовье; тыловая часть восточной части УЩ – Восточное Приазовье, интенсивно переработанная в протерозое, с ареалом развития субщелочного и щелочного магматизма.

Металлогеническая и магматическая зональность восточной части УЩ определяется степенью поддвига океанической плиты под Приазовский мегаблок [3]. Металлогенические зоны отражают элементы тектонотипа. Палеогеодинамическая позиция тектонотипа в исследуемом регионе определяет набор полезных ископаемых. Если сравнить выделенные нами металлогенические зоны с зонами области субдукции андийского типа по Зоненшайну [17], то в ОПШЗ и прилегающей к ней части Среднеприднепровского мегаблока и в Западном Приазовье (начало поддвига) наиболее распространены осадочные месторождения (железистые кварциты) – I группа металлогенической зональности по [17].

Выделяемая нами зона II – развития карбонатитовых апатит-редкоземельных рудопроявлений – находится на переходе континентального склона к литосфере мегаблока, иными словами, на границе между ОПШЗ и Западным Приазовьем в месте вероятного проникновения глубинных разломов в мантию. Она отсутствует в металлогенической зональности андийского типа.

III зона металлогенической зональности – распыленных молибденовых рудопроявлений кварц-сульфидного типа и редкоземельных точек минерализации – охватывает основную часть Западного Приазовья и характеризуется интенсивным известково-щелочным магматизмом. В отличие от подобной зоны фанерозойского магматизма андийского типа (II и III группа металлогенической зональности по [17]) в ней отсутствуют Au-Mo, иногда медно-порфиновые месторождения. Отсутствует также и зона развития мелких тел пород диорит-монцонитового типа с полиметаллическими рудопроявлениями. Но в ней распространена редкоземельная минерализация, связанная с ортитовым салтычанским комплексом.

К IV группе металлогенической зональности по [17] в Центральном и Восточном Приазовье – областях развития субщелочного и щелочного магматизма – можно отнести выделяемые нами IV зону редкометально-редкоземельной минерализации, связанной с гранитами каменноугольного комплекса и V зону редкоземельных месторождений и рудопроявлений, связанных с сиенитами субщелочных южнокальчикского и хлебодаровского комплексов и щелочного октябрьского комплекса.

3. Геологическая позиция по отношению к глубинным разломам.

Глубинные разломы являются подводными каналами мантийных флюидов и часто содержат эндогенные рудопроявления.

В Западном Приазовье примером является **Черниговский глубинный разлом**. Проявление Y обнаружено в непосредственной близости от его западного фланга. В этой же позиции находится свыше десяти площадных и точечных аномалий Nb, Zr, P, PЗЭ. Предполагается [9], что породы черниговского массива образуют кольцевую структуру, ориентированную субмеридионально вдоль Черниговской зоны разломов. На восточном фланге

данной структуры известно Новополтавское месторождение. По имеющимся данным, подобные объекты могут быть выявлены и в западной части кольца.

Центрально-Приазовская (Малоянисольская) зона глубинных разломов. Большинство известных рудопроявлений, контролируемых зоной разломов, приурочено, как правило, к гранитным массивам каменномогильского, южнокальчикского и октябрьского комплексов. Здесь находятся Каменномогильское рудопроявление Та и Nb; рудопроявление циркон-пироксоловое остаточной коры выветривания альбититов сиенитовой подформации (с. Валерьяновка Волновахского района), Екатериновские проявления Li и RЗЭ Y-Се группы, Стародубовское проявление RЗЭ Y-Се группы, Азовское месторождение RЗЭ и др.

Кальмиусская зона глубинных разломов. Наиболее известны Петрово-Гнутовское месторождение RЗЭ, Пищевикское (Левобережное) рудопроявление RЗЭ Y-Се группы, рудопроявление «Дружба» RЗЭ, Анадольское или Тавловское (от балки Тавла) рудопроявление RЗЭ и еще около 20 мелких рудопроявлений RЗЭ.

Грузско-Еланчикская зона глубинных разломов. К Грузско-Еланчикской шовной зоне II порядка приурочены протяженные зоны разломов (до 80 км) с флюорит-апатитовым оруденением, связанные с граносиенитовой формацией [18].

4. Региональные и локальные проявления метасоматоза.

К региональным проявлениям метасоматоза в Приазовском мегаблоке следует отнести щелочные метасоматиты. Они, как правило, приурочены к карбонатитовым проявлениям (Черниговское, Петрово-Гнутовское месторождение RЗЭ, Хлебодаровское и др.). Некоторые особенности вещественного состава исследуемых щелочных метасоматитов позволили прийти к выводу о принадлежности их к фенитам, т. е. метасоматитам, генетически связанным с не раскрытыми эрозией породами карбонатитовой (щелочно-ультраосновной) формации (в Хлебодаровке они непосредственно сопровождают жилы карбонатитов).

К локальным проявлениям метасоматоза следует отнести развитие апогранитоидов кислого (грейзенизация) и щелочного состава в гранитах каменномогильского комплекса.

5. Потенциальная рудоносность определенных магматических комплексов в исследуемых регионах.

Закономерности связи полезных ископаемых с вышерассмотренными магматическими комплексами дают вполне определенный ответ на вопрос, что следует ожидать при поисках вблизи них при наличии признаков рудоносности. Детально этот вопрос был рассмотрен ранее в [7].

Геофизические:

1. Наличие комплексных геофизических (гравиметрических, сейсмических, магнитных) региональных аномалий.

Сейсмические данные о поверхности раздела Мохо под ОПШЗ однозначно свидетельствуют о том, что она резко отличается от поверхности раздела М Среднеприднепровского мегаблока и Приазовского геоблока УЩ [3].

Поле силы тяжести над шовными зонами характеризуется четко выраженными гравитационными минимумами.

2. Наличие низкоомных геоэлектрических аномалий как региональных, так и локальных.

Согласно [7] Приазовская аномалия электропроводности на глубине от 2 до 10 км выявлена в пределах Гуляй-Польского и Андреевского блоков Западного Приазовья [19]. В рамках этой структуры расположена Куйбышевско-Сорокинская троговая зона, и вся область Приазовской аномалии соответствует выступу глубокометаморфизованного основания. Земная кора Волчанского блока Западного Приазовья характеризуется аномально высоким удельным сопротивлением (до 10000 Ом·м), в то время как в Центрально-Приазовской межблоковой зоне и Восточном Приазовье значения ρ не превышают 1000 Ом·м.

При анализе геоэлектрической модели Приазовского мегаблока [7] вырисовывается связь электропроводности со стадиями метаморфизма. Во-первых, Гуляй-Польский блок отвечает высокотемпературной амфиболитовой фации и имеет относительно низкую электропроводность от поверхности до глубины 2 км; глубже электропроводность аномально повышается. Во-вторых, Андреевский блок, отвечающий низкотемпературной амфиболитовой фации и полиметаморфическим образованиям, имеет высокую электропроводность от поверхности до 10 км [19].

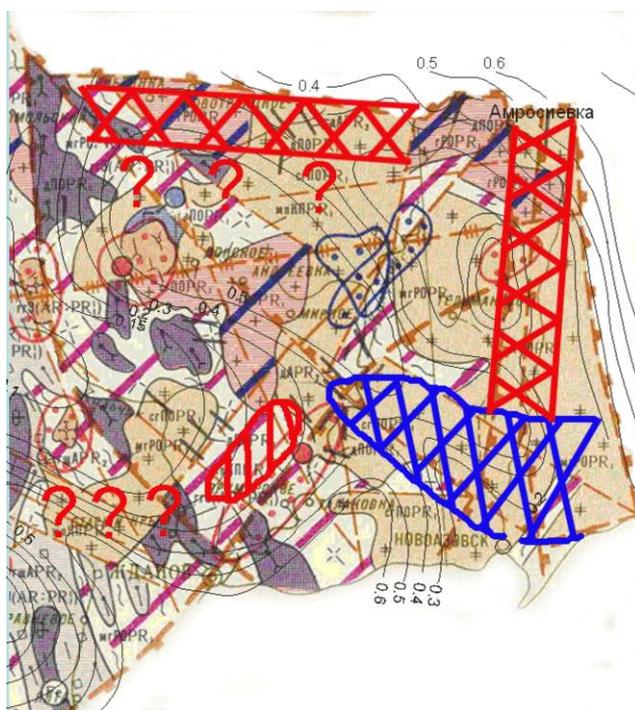
В зону аномалии электропроводности попадают Гуляй-Польская, Центрально-Сорокинская, Сорокинская и Федоровская железорудные вулканогенно-осадочные графитовые зоны, связанные с углерод-кремнистой формацией, а также Корсакская железорудная графитосодержащая зона [19].

ОПШЗ выделяется в виде региональной глубинной низкоомной аномалии до глубины 50 км [7].

3. Низкоомные глубинные геоэлектрические аномалии вдоль протяженных зон разломов.

Субмеридиональные проводники с поверхности соответствуют Азово-Павлоградскому (на западе) и Центрально-Приазовскому (на востоке) разломам [7].

Грузско-Еланчикский глубинный разлом выделяется аномалией магнитовариационных параметров (МВП) в зоне наименьших значений. Глубина залегания этого проводника по одномерному представлению колеблется от 10 до 50 км (рис. 12), суммарная продольная проводимость – около 1000 См. Значения МВП хорошо описывают Криворожско-Павловский разлом.



Красный цвет – проводящие объекты в недрах земной коры, синий цвет – отсутствие проводников

Рис. 12. Глубинные проводники Восточного Приазовья

4. *Низкоомные геоэлектрические аномалии, приуроченные к зонам метасоматоза.*

Ярким примером являются глубинные разломы. Как правило, низкоомные геоэлектрические аномалии вдоль зон разломов сопровождаются и зонами метасоматоза.

5. *Сопряженность низкоомных аномалий с металлогеническими рудными узлами и геохимическими аномалиями.*

В Восточном Приазовье установлена сопряженность множества геохимических аномалий с низкоомными аномалиями [7].

На рассматриваемой территории Приазовского мегаблока можно выделить три низкоомных участка (100-300 Ом·м), корни которых не исчезают даже на глубине 50 км. Это, во-первых, наиболее интенсивная низкоомная аномалия в районе ОПШЗ; во-вторых, низкоомная аномалия между Розовской и Мануильской зонами глубинных разломов, т. е. в Центральном Приазовье – границе с Восточным Приазовьем. Третий низкоомный участок расположен у восточной границы Восточного Приазовья между двумя зонами глубинных разломов.

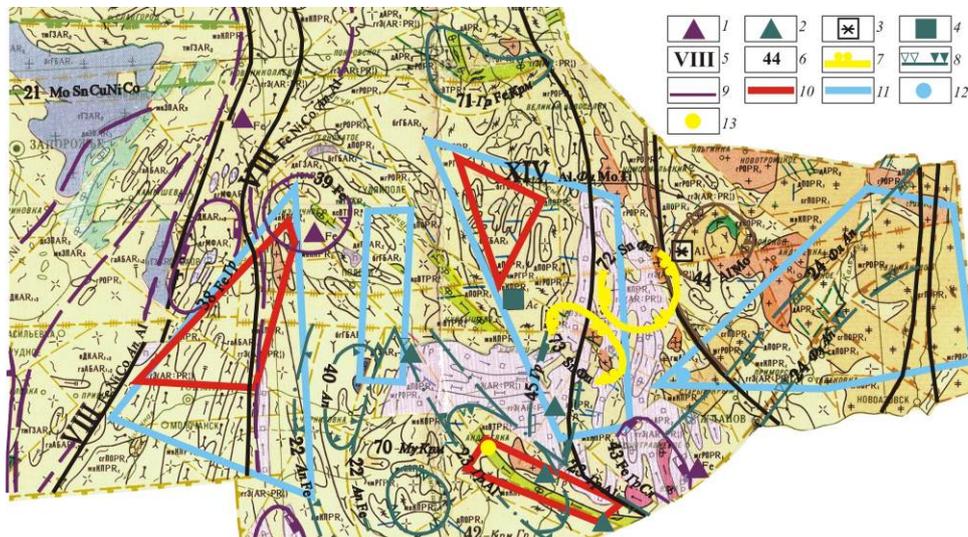
Принимая гипотезу о транспортировке рудных компонентов вместе с флюидами из коры и мантии, можно выделить прогнозные площади различного порядка опоискования (рис. 13).

В основу гипотезы положено представление, что области низких значений сопротивления (до 1 кОм·м) на фоне сопротивлений 5-10 кОм·м на глубине 50 км отражают глубинный след колонны флюидов, который на глубине 0,2-0,5 км проявляется в виде низкоомной (100 Ом·м) его проекции. Такие аномалии на поверхности могут относиться к участкам опоискования первой очереди (см. рис. 13).

Контуры низкоомных аномалий (1000 Ом·м) на фоне 5-10 кОм·м (поверхностных и на глубине 50 км) определяют площади второстепенной постановки поисковых работ (см. рис. 13).

Косвенным подтверждением справедливости выделенных прогнозных площадей для постановки поисковых работ служит расположение известных месторождений в контурах прогнозных площадей.

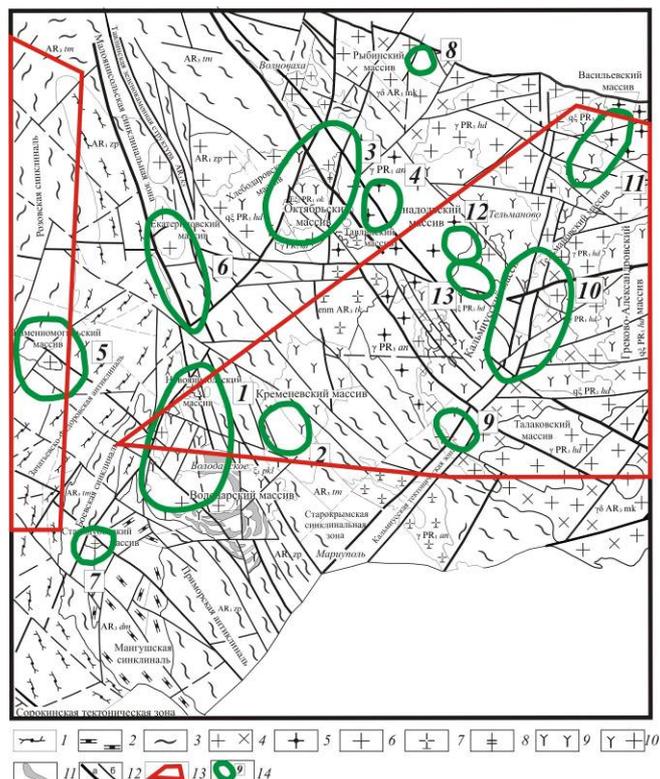
Создание геолого-геофизических моделей шовных зон УЩ позволило выделить основные характерные для них геофизические признаки.



Месторождения, рудопроявления: 1 - железа; 2 - графита; 3 - алюминия; 4 - асбеста. Нумерация: 5 - структурно-металлогенических зон; 6 - рудных и рудоносных зон. Границы металлогенических площадей: 7 - флюоритовая; вольфрам-оловянная в связи с гранитоидной щелочной группой формаций; 8 - флюоритовая в связи с гранит-граносиенитовой формацией; 9 - железорудная. Площади постановок поисковых работ: 10 - I очереди; 11 - II очереди. 12 - Азовское циркон-редкоземельное месторождение; 13 - рудопроявление золота.

Рис. 13. Прогнозные перспективные площади Приазовского мегаблока, выделенные по данным геоэлектрических исследований, на металлогенической карте [19]

Отдельно следует остановиться на изученной по результатам сколкового геохимического опробования части Восточного Приазовья. В [20] показаны выделенные нами прогнозные перспективные участки по данным геоэлектрики, совмещенные с рудопроявлениями редкоземельных и редких элементов (рис. 14). Очевидно, что большая часть их них попадает в области проекций аномалий повышенной электропроводности.



1 – плагиогнейсы и кристаллосланцы; 2 – карбонатная толща; 3 – гнейсы биотитовые и биотит-амфиболовые; 4 – кварцевые диориты и гранодиориты; 5 – граниты и мигматиты; 6 – граниты биотитовые и биотит-мусковитовые; 7 – плагио-граниты и плагиомигматиты; 8 – габбро и габбросиениты; 9 – кварцевые сиениты; 10 – граносиениты; 11 – монцониты; 12 – разрывные нарушения: а – глубинные, б – второстепенные; 13 – перспективные площади по данным геоэлектрических исследований; 14 – прогнозная площадь и ее номер по данным геохимических исследований.

Рис. 14. Площади Восточного Приазовья, перспективные на редкометалльно-редкоземельное оруденение

Заклучение

Большинство из рассмотренных геологических критериев рудоносности давно применяются в практике поисковых работ и не требуют особых доказательств. Новой для докембрия УЩ является стратегия поисков, основанная на концепции тектоники плит. Выделяемые металлогенические зоны ориентируют поисковые работы на обнаружение только тех полезных ископаемых, которые присущи приуроченности металлогенических зон к определенным тектонотипам области субдукции.

СПИСОК ССЫЛОК

1. Оровецкий Ю.П. Мантийный диапиризм. – К.: Наук. думка, 1990. – 172 с.
2. Шеремет Е.М. Происхождение гранитоидов областей тектономагматической активизации запада Восточно-Европейской платформы // Изв. АН СССР. – Сер. геол. – М.: 1990. – С. 22-34.
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. Геолого-геоэлектрическая модель Криворожско-Кременчугской шовной зоны Украинского щита / Н. Я. Азаров, А. В. Анциферов, Е. М. Шеремет и др. – К.: Наук. думка, 2006. – 196 с.
5. Геолого-геофизическая модель Голованевской шовной зоны Украинского щита / А. В. Анциферов, Е. М. Шеремет, Е. Б. Глевасский и др. – Донецк: Изд-во «Вебер», 2008. – 308 с.
6. Геолого-геофизическая модель Немировско-Кочеровской шовной зоны Украинского щита / А. В. Анциферов, Е. М. Шеремет, К. Е. Есипчук и др. – Донецк: Вебер (Донецкое отделение), 2009. – 253 с.
7. Субщелочной докембрийский магматизм и тектоно-геофизические особенности Восточного Приазовья Украинского щита / Е. М. Шеремет, С. Г. Кривдик, П. И. Пигулевский и др. – Донецк: „Ноулидж” (Донецкое отделение), 2010. – 289 с.
8. Глевасский Е. Б. Геолого-петрологическая модель Восточной части Украинского щита и закономерности размещения железорудных формаций: дис... д-ра геол.-мин. наук: 04.00.08 / К.: 1990. – 498 с.
9. Державна геологічна карта України. Масштаб 1:200000 аркуш L-37-VII (Бердянськ) Центральноукраїнська серія / Б. В. Бородиня, І. Л. Князькова, К. Ю. Єсипчук та ін.- К.: Геоінформ, 2003 (Держ. геол. служба, КП «Південукргеологія», Приазовська КГП).

10. Щербаков И.Б. Петрология Украинского щита. – Львов: ЗУКЦ, 2005. – 364 с.
11. Геохронология крупных геологических событий в Приазовском блоке Украинского щита/ Н. П. Щербак, В. Н. Загнитко, Г. В. Артеменко, Е. Н. Бартницкий // Геохимия и рудообразование. – 1995. – Вып. 21. – С. 112 – 129.
12. Классификация и номенклатура магматических горных пород: Справочное пособие / О. А. Богатиков, В. И. Гоньшакова, С. В. Ефремова и др. – М.: Недра, 1981. – 160 с.
13. Гранитоиды Украинского щита // Петрохимия, геохимия, рудоносность: справочник / К. Е. Есипчук, В. И. Орса, И. Б. Щербаков и др. – К.: Наук. думка, 1993. – 232 с.
14. Trace Element Discrimination Diagrams for the Tectonic Interpretation of Granitic Rocks / J. Pearce, N.B.W. Harris, A.G. Tindle // Journal of Petrology. – 1984. – V. 25, № 4. – P. 956-983.
15. Eby G.N. The A-type granitoids: a review of their occurrence and chemical characteristics and speculations on their petrogenesis // Lithos. – 1990. – V. 26. – P. 115-134.
16. Железисто-кремнистые формации докембрия. Железонакопление в докембрии / Я. Н. Белевцев, Д. А. Кулик, М. Н. Корженев и др. – К.: Наук. думка, 1992. – 228 с.
17. Глобальная тектоника, магматизм и металлогения / Л. П. Зоненшайн, М. И. Кузьмин, В. М. Моралев. – М.: Недра, 1976. – 231 с.
18. Комплексна металогенічна карта України. Масштаб 1:50000/ Під ред. С. В. Гошовського: Поясн. зап. / А. С. Войновський, Л. В. Бочай, С. В. Нечаєв та ін. - К.: Держгеолслужба України, 2003. – 336 с.
19. Комплект карт «Геология и металлогения Украинского щита» М-б 1:1000000 / П.Н. Сторчак, Я.Н. Белевцев, Л.С. Галецкий. - Мингео УССР. – 1984.
20. Прогнозирование рудопроявлений редких элементов Украинского щита / Е. М. Шеремет, С. Н. Стрекозов, С. Г. Кривдик и др. – Донецк: Вебер, 2007. – 220 с.