В западной части Украинского щита преобладают лейкобазальтовый и базальтовый типы коры. В восточной – диоритовый и гранитно-диоритовый. Таким образом присутствует региональная закономерность уменьшения основности коры щита с запада на восток, что подтверждает сделанный ранее [8] вывод о существовании трех надструктурных элементов в юго-западной части Восточно-Европейской платформы – Западного, Центрального и Восточного сегментов, которые отличаются средней мощностью коры, ее составом, структурным планом и дифференциацией рельефа раздела М. Уменьшение основности наблюдается и в шовных зонах: от базальтового и лейкобазальтового типов коры в Голованевской шовной зоне до лейкобазальтового и гранитно-диоритового в Ингулецко-Криворожской шовной зоне и диоритового в Орехово-Павлоградской (рис. 2).

Сопоставляя полученные результаты прогнозного состава коры по данным трехмерного плотностного моделирования с аналогичной типизацией, сделанной только по данным ГСЗ [3], можно отметить, что нами получены данные о большей основности коры в целом. Данные трехмерного моделирования дали дополнительную информацию о дифференциации вещественного состава «диоритового» и «базальтового» слоев в пределах каждого из прогнозируемых типов коры.

## ЛИТЕРАТУРА

1.Куприенко П.Я., Макаренко И.Б., Старостенко В.И., Легостаева О.В. Трехмерная плотностная модель земной коры и верхней мантии Украинского щита // Геофиз. журн. 2007. Т.29. № 5.С.3-27.

2. Красовский С.С. Отражение динамики земной коры континентального типа в гравитационном поле. Киев: Наук.дум-ка, 1981. 261 с.

3. Схема глубинного строения литосферы юго-западной части Восточно-Европейской платформы. М-б 1:1 000 000 / Гл. ред. А.В.Чекунов. Киев: Госкомгеология, 1992. – 6 л.

4. Литосфера Центральной и Восточной Европы. Обобщение результатов исследований / Гл.ред. Чекунов А.В. Киев: Наук. думка, 1993. 258 с.

5. Свешников К.И., Красовский С.С., Куприенко П.Я., Красовский А.С. Соотношение приповерхностного и глубинного строения земной коры Украинского щита: новые аспекты синтеза геологических и геофизических данных // Тектоника и геодинамика: общие и региональные аспекты. Тез.докл. Москва: ГЕОС, 1998. С. 161-163.

6. Красовский С.С., Куприенко П.Я., Красовский А.С. Схемы мощностей слоев консолидированной земной коры Украинского щита, ДДв и Донбасса // Вопросы теории и практики геологической интерпретации гравитационных, магнитных и электрических полей. Тез.докл. Москва: ОИФЗ РАН, 2001. С. 52-54.

7. Куприенко П.Я., Макаренко И.Б., Старостенко В.И., Легостаева О.В. Вещественный состав земной коры Украинского щита по результатам трехмерного гравитационного моделирования // Вопросы теории и практики геологической интерпретации гравитационных, магнитных и электрических полей. Тез. докл. Москва: ИФЗ РАН, 2007. С.156-160.

8. Старостенко В.И., Пашкевич И.К., Кутас Р.И. Глубинное строение Украинского щита // Геофиз. журн. 2002. Т.24. № 6. С.36-48.

# СООТНОШЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ, КОРОВЫХ И МАНТИЙНЫХ СТРУКТУР В КИРОВОГРАДСКОМ РУДНОМ РАЙОНЕ (Украинский щит)

# Старостенко В.И.<sup>1</sup>, Казанский В.И.<sup>2</sup>, Дрогицкая Г.М.<sup>1</sup>, Макивчук О.Ф.<sup>3</sup>, Попов Н.И.<sup>3</sup>, Тарасов Н.Н.<sup>2</sup>, Трипольский А.А.<sup>1</sup>, Цветкова Т.А.<sup>1</sup>, Шаров Н.В.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Институт геофизики им. С.И.Субботина НАНУ, г. Киев, Украина <sup>2</sup> Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН, г. Москва,

<sup>3</sup> КП «Кировгеология», г. Киев, Украина

<sup>4</sup> Институт геологии Карельского НЦ РАН, г. Петрозаводск,

Украинский щит состоит из шести мегаблоков. Они отличаются по тектоническому строению, формационным признакам докембрийских комплексов, магматизму, глубинному строению и металлогении. Кировоградский рудный район расположен в Ингульском мегаблоке, который представляет собой протоплатформенную область, испытавшую в середине протерозоя тектономагматическую активизацию (протоактивизацию). Наиболее яркое ее проявление – формирование Новоукраинского и Корсунь-Новомиргородского массивов. В 1965 г. вблизи г. Кировограда было открыто крупное урановое месторождение, залегающее не в железорудной криворожской серии, а в гранитоидах и гнейсах. Затем были обнаружены другие месторождения, принадлежащие к особому промышленногенетическому типу ураноносных натровых метасоматитов (альбититов) и доказано, что в совокупности они образуют крупный урановорудный район [1,2]. Кроме того, в Кировоградском районе выявлены месторождения и рудопроявления золота [9] и лития [6], а также рудопроявления других металлов (Та, Nb, Pb, Zn, Bi, Au, Ti). Таким образом, в целом он представляет собой полиметальный рудный район (рис. 1). В настоящее время Кировоградский район рассматривается как один из важных объектов для развития минеральных ресурсов Украины.



Рис. 1. Схема геологического строения Кировоградского рудного района

1 – Болтышская астроблема (MZ); 2-3 – породы Корсунь-Новомиргородского плутона (PR<sub>1</sub>): граниты рапакиви (2), габбро, габбро-анортозиты (3); 4-5 – граниты Новоукраинского массива (PR<sub>1</sub>): кировоградские (4), новоукраинские (5); 6 – мигматиты; 7 – гнейсы ингуло-ингулецкой серии (PR<sub>1</sub>): 8 – граниты подольского комплекса (AR); 9 – гнейсы днестрово-бутской серии (AR); 10 – разрывные нарушения: цифры в кружках – разломы: Кировоградский (1), Звенигородско-Анновский (2), Новоконстантиновский (3), Субботско-Мошоринский (4); 11-14 – месторождения и рудопроявления: урана (11), лития (12), золота (13), кимберлиты (14). На врезке показано деление Украинского щита на мегаблоки. Заштрихован Ингульский мегаблок.

Новоукраинский гранитоидный и Корсунь-Новомиргородский массив гранитов рапакиви и габбро-анортозитов несомненно отличаются по ассоциациям и составу магматических пород, формационным признакам и внутреннему строению. Вместе с тем оба массива приурочены к трансрегиональному тектоническому шву Херсон-Смоленск и по данным объемного плотностного моделирования коры и верхней мантии Ингульского мегаблока [5] на глубине 17-20 км соединяются в единое аномальное тело повышенной плотности (рис. 2). Одинаковая пространственная позиция и принадлежность обоих массивов к одному тектоническому, магматическому и металлогеническому циклу (2.1-1.7 млрд. лет) позволяет объединить их в единый многофазный Новоукраинско-Корсунь-Новомиргородский плутон, протягивающийся с юга на север на 150 км.

В результате многолетних поисковых, разведочных и научных работ установлены три важные закономерности локализации рудной минерализации в Кировоградском рудном районе. Общий для района субмеридиональный структурный план определяет ориентировку рудоносных зон и доминирует в рудных полях и на месторождениях. Вместе с тем урановое, золотое и литиевое оруденение концентрируются в субширотной Субботско-Мошоринской системе разломов, дискордантной относительно субмеридиональных структур. И, наконец, большинство известных в настоящее время рудных месторождений и рудопроявлений располагается в Новоукраинском массиве и в его экзоконтактных зонах.

Сопоставление поверхностных, коровых и мантийных структур Кировоградского рудного района [4,8] имеет целью объяснить некоторые из этих закономерностей.

Пространственная связь рудных месторождений, прежде всего урановых, с Новоукраинским гранитоидным массивом обусловлена его условиями формирования и внутренним строением. Новоукраинский массив образовался на абиссальном уровне глубинности путем магматического замещения, частичного плавления раннедокембрийской коры, двухфазного внедрения гранитной магмы и во время кристаллизации и остывания дважды подвергся интенсивному сжатию. В результате в массиве возникла резкая пространственная гетерогенность по составу и петрофизическим свойствам пород. Она проявилась и в его экзоконтактных зонах.



*Puc. 2.* Схема распределения плотности коры (г/см<sup>3</sup>) в Ингульском мегаблоке на глубине 20 км. 1 – контур уплотненного блока в низах Новоукраинского и Корсунь-Новомиргородского массивов

Ураноносные среднетемпературные натровые метасоматиты образовались в принципиально иной обстановке. Они локализуются в мощных зонах катаклаза и регрессивных изменений кристаллических пород. Вместе с тем они наследуют положение более ранних структурных элементов – зон гранитных инъекций, внутриразломных складок, протоклаза, бластомилонитовых и бластокатаклазитовых швов. Зональные тела среднетемпературных натровых метасоматитов также образованы в условиях хрупких деформаций и урановые руды в них строго приурочены к внутренней альбититовой зоне метасоматических ореолов.

Поражают масштабы проявления урановорудного метасоматического процесса в Кировоградской зоне, приуроченной к восточному экзоконтакту Новоукраинского массива (рис. 3). На 25-километровом ее отрезке залежи натровых метасоматитов протягиваются по простиранию и на глубину на многие сотни метров при мощности в десятки метров и кулисообразно сменяют одна другую. Аналогичным образом располагаются альбититы с урановыми рудами. Во внутренней части массива важную роль в локализации ураноносных метасоматитов играют не только субмеридиональные, но также диагональные разрывы, причем максимальных размеров метасоматические залежи и рудные тела достигают в местах искривления и сочленения тех и других.



#### Рис. 3. Схема размещения месторождений урана и золота в Кировоградской зоне разломов.

 гнейсы; 2 – новоукраинские гранитоиды; 3 – кировоградские граниты; 4 – мигматиты; 5 – разломы; 6 – натровые метасоматиты; 7 – месторождения урана (1 – Щорсовское, 2 – Северинское,

3 – Мичуринское, 4 – Юрьевское); 8 – месторождения (а) и рудопроявления (б) золота (1 – Клинцовское, 2 – Юрьевское); 9 – дайки кимберлитов и лампроитов; 10 – сейсмические профили и их номера

На этом фоне проявления золоторудной минерализации пользуются более ограниченным распространением. Золоторудная минерализация сосредоточена в Кировоградской зоне в виде минералогических находок в ураноносных натровых метасоматитах и небольших месторождений золота на флангах Кировоградской зоны. Последние относятся к малосульфидному штокверковому типу и сопровождаются окварцеванием вмещающих кристаллических пород. На основании изотопных анализов свинца в галените предполагается, что золоторудная минерализация образовалась раньше урановой. Но это предположение не согласуется с геологическими данными. Литиевые месторождения локализуются западнее Новоукраинского массива и приурочены к небольшим телам гранитов и аплит-пегматитов, окруженных гнейсами и преобразованных в кварц-альбит-микроклиновые метасоматиты. Возраст последних близок возрасту урановых руд в альбититах.

В современном эрозионном срезе установлена только северная граница субширотной полосы, в которой сосредоточены месторождения урана, золота и лития. Она совпадает с контактом Новоукраинского и Корсунь-Новомиргородского массивов и отождествляется с одним из разломов Субботско-Мошоринской системы. По данным сейсмических исследований на глубине Субботско-Мошоринская система разломов выражена гораздо четче, чем на поверхности. Это один из отличительных признаков Кировоградского рудного района.

В центральной части Ингульского мегаблока выполнены детальные сейсмические исследования по системе взаимопересекающихся профилей и геотраверсов. Ведущее место в них принадлежит методам глубинного сейсмического зондирования, обменных волн землетрясений и корреляционному методу преломленных волн. Установлено, что средняя мощность коры в Ингульском мегаблоке на 3,5 км меньше, чем в целом по Украинскому щиту (44,6 км). Одним из главных и неожиданных результатов обработки сейсмических данных явилось обнаружение в пределах Кировоградского района сложного и контрастного рельефа раздела Мохо.

На рисунке 4, как и на более общей схеме [7] видно, что Кировоградскому району присущ сложный узор изоглубин раздела М субширотного и субмеридионального направления. Вдоль геотраверса IV отчетливо прослеживается опускание раздела М, условно названное «мантийным прогибом» или «рвом». Максимальная его глубина (45-46 км)

отмечена вблизи г. Кировограда. К западу, значения глубин постепенно уменьшаются и на уровне 42 км сливаются с окружающим фоном. Судя по изолиниям 42 и 43 км, «мантийный прогиб» к востоку от г. Кировограда резко меняет простирание на субмеридиональное и также сливается с окружающим фоном. Это наглядно подтверждает, что Кировоградский рудный район находится в узле сочленения субмеридиональных и субширотных разломов мантийного заложения.

Из сопоставления рис. 1 и 4 следует, что субширотный отрезок «мантийного прогиба» или «рва» находится под Новоукраинским массивом и проходит параллельно его контакту с Корсунь-Новомиргородским массивом. В пределах Новоукраинско-Корсунь-Новомиргородского плутона «мантийный прогиб» разделяет кору на три сектора: Южный приподнятый, Центральный опущенный и Северный приподнятый. Первым двум соответствует Новоукраинский, третьему Корсунь-Новомиргородский массивы. В проекции на рельеф раздела М на рис. 4, показаны месторождения урана, золота и лития. Обращает на себя внимание их явная приуроченность к осевой части субширотного отрезка «мантийного прогиба» и к его бортовым крыльям.

Общий план поверхности структур Кировоградского рудного района прослеживается в земной коре и выше раздела Мохо. В ней он фиксируется по количеству закритичных отражений сейсмических волн и некоторым другим признакам. При этом по сейсмическим данным на глубине четко выделяются Кировоградская и Звенигородско-Анновская системы разломов. Первая установлена по ступенчатому смещению раздела М на 3,5 км и прекращению прослеживаемости внутрикоровой поверхности К<sub>2</sub>, вторая – по распределению точек дифракции, несовпадению изолиний скорости, разрыву опорных отражающих границ. Вблизи Кировоградской системы разломов отмечен и особый характер отражений от поверхности М.



Из-за недостаточной длины годографов в Кировоградском рудном районе не удалось изучить скоростные особенности верхней мантии. По данным же сейсмической томографии под Ингульским мегаблоком мантия, начиная с глубины 50 км, характеризуется повышенными (на 0,1–0,15 км/с) по сравнению с соседними мегаблоками скоростями [3].

Приуроченность большинства урановых месторождений к субширотной полосе (блоку) ограниченной на севере Субботско-Мошоринским разломом, подмечена давно. В качестве одного из возможных объяснений было высказано предположение, что в этом блоке все докембрийские образования, в том числе тектонометасоматические зоны, вмещающие урановые месторождения, опущены по сравнению со смежными площадями Украинского щита и менее эродированы. Однако приведенные выше геологические и геофизические данные противоречат этому предположению. Они свидетельствуют о тесной связи поверхностных и глубинных структур Кировоградского полиметального рудного района и о влиянии локальных неоднородностей коры и раздела Мохо на размещение месторождений урана, а также золота и лития.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке РФФИ и программы №2 ОНЗ РАН.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бакаржиев А.Х., Макивчук О.Ф., Низовский В.Н. Кировоградский урановорудный район Украины // Отеч. геология. 1995. №6. С.45-54.

2. Генетические типы и закономерности размещения урановых месторождений Украины / Отв. ред. Я.Н. Белевцев, В.Б.Коваль. – Киев: Наук. думка, 1995. 396 с.

3. Гейко В.С., Цветкова Т.А., Шурмлянская Л.А., Бугаенко И.В., Заяц Л.Н. Региональная 3D скоростная модель мантии Сарматии (юго-запад Восточно-Европейской платформы) // Геофиз. журн. – 2005. – **27**, №6. – С. 927-939.

4. Дрогицкая Г.М., Трипольский А.А., Попов Н.И., Казанский В.И., Тарасов Н.Н., Шаров В.Н. Сейсмогеологическая позиция Кировоградского рудного района в связи с локальными неоднородностями поверхности Мохо // Геофизика XXI столетия: 2006 год. Сборник трудов Восьмых геофизических чтений имени В.В. Федынского. Москва – Тверь: ГЕОС. 2007. С. 21-27.

 5. Куприенко П.Я., Макаренко И.Б., Старостенко В.И., Легостаева О.В. Трехмерная плотностная модель земной коры и верхней мантии Ингульского мегаблока Украинского щита // Геофиз. журн. 2007. Т. 29. №2. С. 17-41.

6. Нечаев С.В., Гурский Д.И., Третьяков Е.И. Литий // Металлические и неметаллические полезные ископаемые Украины. – Т.1. – Киев–Львов: Изд-во Центр Европы, 2005. С. 286-302.

7. Соллогуб В.Б. Литосфера Украины. – Киев: Наук. думка, 1986. 184 с.

8. Старостенко В.И., Казанский В.И., Дрогицкая Г.М., Макивчук О.Ф., Попов Н.И., Тарасов Н.Н., Трипольский А.А., Шаров В.Н. Связь поверхностных структур Кировоградского рудного района (Украинский щит) с локальными неоднородностями коры и рельефом раздела Мохо // Геофиз. журн. 2007. Т. 29. №1. С. 3-21

9. Яценко Г.М., Бабынин А.К., Гурский Д.С. Месторождения золота в гнейсовых комплексах докембрия Украинского щита. – Киев: Геоинформ, 1998. 256 с.