

ОСОБЕННОСТИ ГЛУБИННОГО СТРОЕНИЯ КИРОВОГРАДСКОГО РУДНОГО РАЙОНА ПО СЕЙСМИЧЕСКИМ ДАННЫМ

На основе данных о глубинах до поверхностей Мохо и K_2 , полученных вдоль сейсмических профилей ГСЗ и МОВЗ используя программное обеспечение КОСКАД 3D и Surfer 8 построены карты рельефа этих поверхностей. Изложена методика статистической обработки данных обменных волн землетрясений и результаты сейсмогеологического моделирования Кировоградского рудного района. Новая интерпретация сейсмических данных позволила выявить корреляцию поверхностных структур региона с рельефом поверхности Мохо и локальными неоднородностями земной коры. В результате установлена связь района, характеризующегося высокой рудной концентрацией, с глубинным субширотным прогибом в рельефе поверхности Мохо.

Ключевые слова: метод глубинного сейсмического зондирования (ГСЗ); метод обменных волн землетрясений (МОВЗ); поверхность Мохо; кора; мантия; Кировоградский рудный район; Украинский щит.

Введение

Кировоградский рудный район представляет собой уникальный на древних щитах объект для разработки объемной сейсмогеологической модели на всю мощность коры, включая раздел корамантия. Его площадь исследована методами глубинного сейсмического зондирования (ГСЗ), обменных волн землетрясений (МОВЗ) и общей глубинной точки (ОГТ) по плотной сети профилей широтного и субмеридионального направлений. И те, и другие пересекают Новоукраинско-Кировоградский гранитоидный массив, Корсунь-Новомиргородский рапакиви-анортозитовый массив, Кировоградскую и Звенигородско-Анновскую зоны разломов, а также стратифицированные породы ингуло-ингулецкой серии. Некоторые профили проходят в непосредственной близости от метасоматических урановых месторождений и месторождений лития и золота.

Методика и результаты сейсмических исследований ГСЗ

Одним из важных результатов исследований методом ГСЗ является обнаружение в пределах относительно небольшой территории Кировоградского рудного района сложного и контрастного рельефа поверхности раздела Мохо. При расстояниях между профилями всего 20 – 40 км отмечено, что глубина и элементы залегания поверхности раздела Мохо существенно изменяются от профиля к профилю.

В районе г. Кировограда в рельефе раздела Мохо была выявлена достаточно контрастная аномалия. На структурной схеме раздела Мохо, которую составил В.Б. Соллогуб [Соллогуб, 1986], она изображена в виде комбинации широтных и меридиональных изоглубин этого раздела и является широтным прогибом в рельефе поверхности раздела М, который позднее был условно назван „мантийным рвом” [Дрогицкая и др., 2007]. В 2006 году в результате переинтерпретации профилей ГСЗ с помощью современных технологий было установлено, что аномальная комбинация широтных и меридиональных изоглубин совпадает с общим планом поверхностных структур Ки-

ровоградского рудного района [Дрогицкая и др., 2007]. Одновременно была обнаружена пространственная связь месторождений урана, золота, лития с „мантийным рвом”. Ранее предполагалось, что эта полоса опущена по широтным разломам, что и сохранило месторождения от последующей эрозии [Генетические типы ..., 1995].

Чтобы подтвердить существование „мантийного рва” и сопоставить его с внутрикоровой поверхностью K_2 , в 2010 и 2011 году данные ГСЗ и МОВЗ были обработаны с использованием программных пакетов Surfer 8 и КОСКАД 3D [Никитин и др., 2004]. Для этой работы были использованы данные о глубинах залегания поверхностей Мохо (239 определений) и K_2 (229 определений). Интерполяция проведена по сети 5×5 км методом Крайгинга (линейная модель) с последующим сгущением сети двумерным сплайном до 2×2 км. Функция линейного коэффициента корреляции между глубинами поверхностей Мохо и K_2 вычислена в скользящем окне размером 7×7 точек (12×12 км).

Результаты работы представлены в виде карт рельефа поверхностей Мохо и K_2 и их площадной корреляции, на которые спроектированы месторождения урана, золота и лития. В рельефе поверхности Мохо широтный „мантийный ров” четко обособлен от смежных поднятий и прогибов. В рельефе поверхности K_2 , он проявлен в менее контрастной форме. Этот факт, возможно, свидетельствует о тектонической переработке коры в направлении снизу вверх. В поле корреляции поверхностей Мохо и K_2 „мантийный ров” имеет вид узкой положительной линейной аномалии широтного простирания.

Отметим еще одно важное обстоятельство: и в том, и в другом случае вертикальные проекции месторождений урана, золота, лития приходятся на „мантийный ров” и его бортовые склоны.

Методика и результаты сейсмических исследований МОВЗ

Дополнительный анализ данных обменных волн землетрясений позволил осветить гораздо более широкий круг вопросов о глубинном строении Кировоградского рудного района, о поведении на глубину Новоукраинско-Кировоградского

и Корсунь-Новомиргородского массивов, и установить каким именно образом мантийный ров соединяется с полосой концентрации рудных месторождений на поверхности. В 2009-2010 гг. данные МОВЗ были заново обработаны с использованием программного пакета „КОСКАД - 3D” [Никитин и др., 2004].

Основные отличия от предыдущих работ заключаются в следующем. Заново были оцифрованы и обработаны исходные данные по всем 8 профилям МОВЗ; при обработке было использовано изометрическое окно; оптимальный размер окна выбирался на основании статистического анализа всего исходного материала; автоматизация процесса обеспечила минимальный сдвиг окна и более высокую точность результатов; использовался не один, а три параметра (признака): плотность распределения точек обмена по профилю, отношение амплитуды обменной волны к амплитуде породившей ее продольной волны A_{ps}/A_p и кратность обмена в одной и той же точке. В конечном счете, обработка каждого профиля заключалась в переходе от исходного поля обменов к распределению параметра A_{ps}/A_p и построению итогового разреза в изолиниях [Дрогицкая, 2009].

Увязка профилей позволила построить серию каркасных блок-диаграмм поля обменных волн землетрясений [Старостенко и др., 2011]. Одна из них приведена на рис. 1. Она опирается на два меридиональных (IM, VIM) и два широтных (ШИМ, IVM) профиля МОВЗ. Указанные профили были отработаны в разное время и отображают распределение обменных волн от различных землетрясений с разными эпицентрными расстояниями. В 2009-2010 гг. профили также обрабатывались по отдельности. И, тем не менее, в местах пересечения профилей аномалии A_{ps}/A_p совпадают друг с другом. Наиболее убедительный пример – узел пересечения профилей IM и ШИМ, в котором между собой согласуются не только аномальные, но и все изолинии параметра A_{ps}/A_p . Эти факты свидетельствуют о высокой надежности изложенного выше способа анализа поля обменных волн землетрясений.

Корсунь-Новомиргородскому массиву в интервале глубин 0-20 км присуща крупная аномалия A_{ps}/A_p . Она протягивается в меридиональном направлении на 60-70 км и в широтном направлении на 40-50 км, выходя за пределы обнаженной части массива. В узле пересечения профилей IM и ШИМ она достигает максимальной интенсивности более 80%. Вторая аномалия столь же высокой интенсивности зафиксирована на глубине около 40 км. Ее эпицентр находится вблизи раздела Мохо. Вторая аномалия либо отражает положение питающего канала для расположенной выше плитообразной интрузии анортозитов и гранитов рапакиви, либо указывает на положение промежуточной магматической камеры.

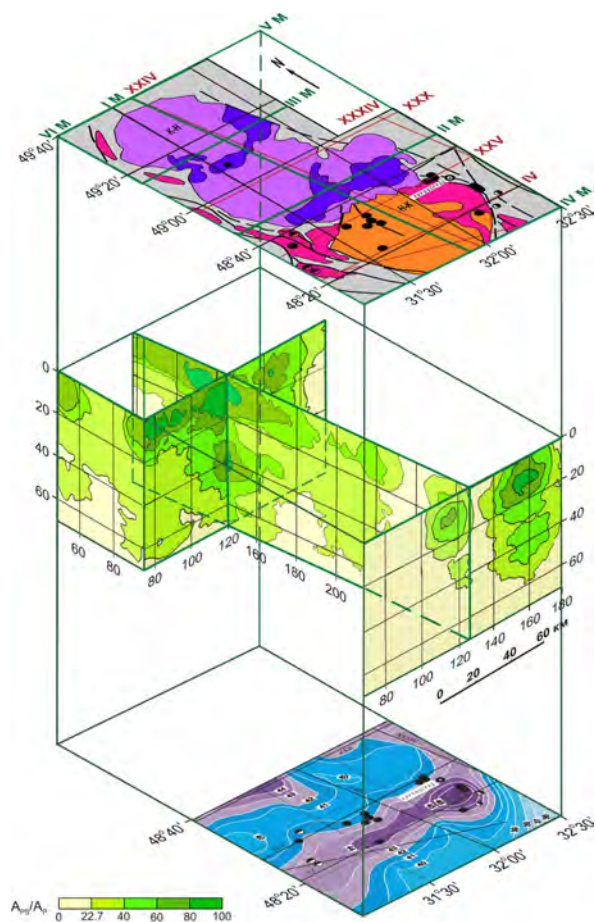


Рис. 1. Объемная сейсмогеологическая модель Кировоградского рудного района. Вверху – современный эрозионный разрез, в средней части – каркасная блок-диаграмма распределения параметра A_{ps}/A_p , внизу – карта морфологии поверхности Мохо

Под Новоукраинско-Кировоградским гранитоидным массивом аномалии A_{ps}/A_p протягиваются на меньшую глубину, имеют меньшую интенсивность и разделены почти вертикальными зонами фоновых значений этого параметра. Одна из них соединяет мантийный ров с широтной полосой концентрации месторождений урана, лития, золота на поверхности [Старостенко и др., 2011].

В наиболее общей форме результаты проведенных исследований представлены в виде объемной сейсмогеологической модели Кировоградского рудного района. Она отражает его современное глубинное строение (Рис. 1).

Выводы

Полученные данные характеризуют развитие мантийно-коревой рудообразующей системы во времени и вместе с тем позволяют описать ее в трехмерном геологическом пространстве, включая раздел кора-мантия. Следует, однако, подчеркнуть, что на этом разделе сейсмическими методами фиксируются не отдельные рудные поля и место-

рождения, даже самых крупные, а вся совокупность месторождений урана, лития и золота. Отсюда следует предположение о реликтовой природе раздела Мохо. Оно согласуется с выводом В.Б. Соллогуба о том, что морфология раздела Мохо на Украинском щите отражает общий план его раннепротерозойских тектонических структур.

Литература

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

Дрогицкая Г.М., Трипольский А.А., Попов Н.И. и др. Сейсмогеологическая позиция Кировоградского рудного района (Украинский щит) в связи с локальными неоднородностями поверхности Мохо.– Геофизика XXI столетия 2006 год. Сборник трудов Восьмых геофизических чтений им В.В.Федынского (2-4 марта 2006 г., Москва), 2007. – С.21-27.

Дрогицкая Г.М. Особенности глубинного строения земной коры Корсунь-Ново-миргородского и Новоукраинского массивов (Украинский щит) по сейсмическим данным // Геодинамика, – №1(8), – 2009, – С. 76-83.

Никитин А.А., Петров А.В., Алексахин А.В. Комплекс спектрально корреляционного анализа данных „КОСКАД 3D” – Москва, 2004.-Московский Государственный геолого-разведочный университет. – 158 с.

Старостенко В.И., Казанский В.И., Попов Н.И., Дрогицкая Г.М., Заяц В.Б., Макивчук О.Ф., Трипольский А.А., Чичеров М.В. От поверхностных структур к интегральной глубинной модели Кировоградского рудного района (Украинский щит) II // Геофиз. журн. – 2011. – Т.33, – №5. – С. 3-16.

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

ОСОБЛИВОСТІ ГЛИБИННОЇ БУДОВИ КІРОВОГРАДСЬКОГО РУДНОГО РАЙОНУ ЗА СЕЙСМІЧНИМИ ДАНИМИ

Г.М. Дрогицька

На основі даних про глибини до поверхонь Мохо і K_2 , отриманих вздовж сейсмічних профілів ГСЗ і МОХЗ, використовуючи програмне забезпечення КОСКАД 3D і Surfer 8, побудовано карти рельєфу цих поверхонь. Викладено методику статистичної обробки даних обмінних хвиль землетрусів та результати сейсмогеологічного моделювання Кіровоградського рудного району. Нова інтерпретація сейсмічних даних дозволила виявити кореляцію між поверхневими структурами регіону і рельєфом поверхні Мохо та локальними неоднорідностями кори. У результаті встановлено зв'язок району, що характеризується високою рудною концентрацією, з глибинним субширотним прогином у рельєфі поверхні Мохо.

Ключові слова: метод глибинного сейсмічного зондування (ГСЗ), метод обмінних хвиль землетрусів (МОХЗ), поверхня Мохо, кора, мантія, Кіровоградський рудний район, Український щит.

FEATURES OF THE DEEP STRUCTURE OF KIROVOGRAD ORE BASIN BASED ON SEISMIC DATA

G.M. Drogitskaya

The maps of the Moho and K_2 surfaces were built with the use of KOSCAD-3D and Surfer software, based on the Moho and K_2 depths along the profiles of deep seismic sounding and converted waves of earthquakes. Methods for statistical processing of data from converted waves of earthquakes and results of seismogeological modeling of the Kirovograd ore basin are presented. New interpretation of seismic data has revealed a correlation between surface structures in the area and Moho surface relief, and local heterogeneities in the Earth's crust. As a result, it is found out that area of the most intensive ore concentration is confined to a deep sublatitudinal trough in Moho relief.

Key words: method of deep seismic sounding (DSS), method of converted waves of earthquakes (MCWE), Moho boundary, crust, mantle, Kirovograd ore district, Ukrainian shield.