

ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗМЕЩЕНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ РУДНЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ В СВЯЗИ С ГЛУБИННЫМ СТРОЕНИЕМ И ДИНАМИКОЙ ЛИТОСФЕРЫ УКРАИНСКОГО ЩИТА

Старостенко В.И., Гинтов О.Б., Пашкевич И.К., Бурахович Т.К., Кулик С.Н.,
Купrienko П.Я., Кутас Р.И., Макаренко И.Б., Орлюк М.И., Цветкова Т.А.

Институт геофизики НАН Украины, г. Киев, Украина, innar@igph.kiev.ua

Опыт отечественной металлогенической школы, как и весь мировой опыт, свидетельствует о том, что большинство рудных полезных ископаемых щита, либо растворы и эманации, доставляющие их к поверхности, имеют глубинное, в том числе мантийное, происхождение. Поэтому для успешного регионального прогнозирования и планирования поисковых работ необходимо углубленное изучение строения литосферы. Создание ее трехмерной комплексной геофизической модели приближает нас к решению подобной задачи.

При анализе связи размещения полезных ископаемых на поверхности докембрийского фундамента с глубинным строением литосферы Украинского щита (УЩ) авторы опирались на структурно-формационное и структурно-металлогеническое районирование (рис. 1) и каталоги месторождений и рудопроявлений УЩ, составленные при создании Комплексной металлогенической карты Украины масштаба 1: 500 000 [1].

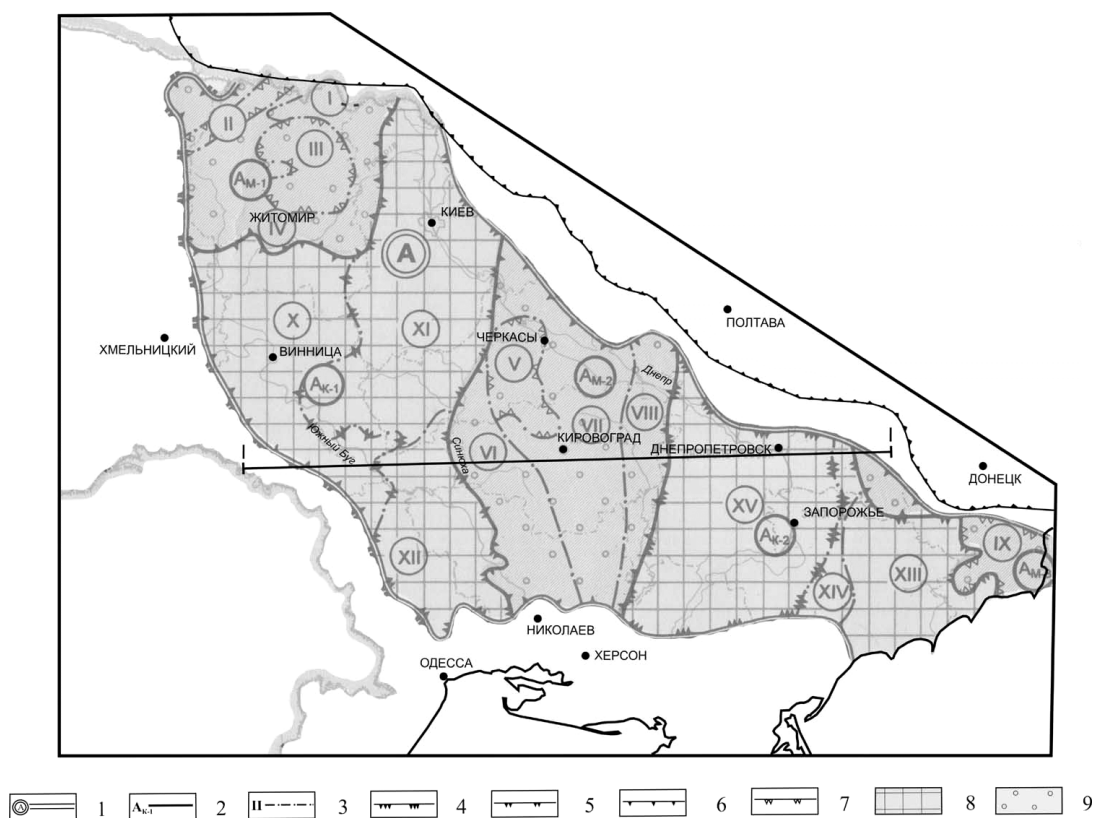


Рис. 1. Схема структурно-металлогенического районирования УЩ.

Границы металлогенических площадей, их индексы и номера: 1 – металлогенических провинций, 2 – субпровинций, 3 – структурно-металлогенических зон, в т.ч. зон активизации. Возраст металлогенических площадей (металлогенические эпохи), фундамент Восточно-Европейской платформы: 4 – позднеархейский, 5 – архей-протерозойский, 6 – ранне-среднепротерозойский, 7 – среднепротерозойский. Металлогенические площади металлогенической провинции УЩ: 8 – субпровинции архейских кратонов, 9 – субпровинции протерозойских подвижных поясов.

Сокращения: А – металлогеническая провинция УЩ; АМ-1 – Волынская субпровинция; структурно-металлогенические зоны (СМЗ): I – Овручская, II – Сушано-Пержанская, III – Коростенская, IV – Житомирская; АМ-2 – Кировоградская металлогеническая провинция, СМЗ: V – Корсунь-Новомиргородская, VI – Звенигородско-Братская, VII – Кировоградская, VIII – Ингулецко-Криворожская; АМ-3 – Приазовская субпровинция, СМЗ: IX – Восточно-Приазовская; АХ-1 – Днестровско-Бугская субпровинция, СМЗ: X – Подольская, XI – Белоцерковская, XII – Голованевская; АХ-2 – Днепропетровско-Приазовская, СМЗ: XIII – Западно-Приазовская, XIV – Ореховская, XV – Среднеприднепровская

Крупные структуры в современной литосфере представлены глубинными неоднородностями разных уровней, часто смещенными друг относительно друга, пространственные соотношения которых устанавливаются путем комплексного трехмерного геофизического моделирования. В определение литосферы до настоящего

времени вкладывается разный смысл. В данной работе под литосферой понимается земная кора и верхняя часть верхней мантии, отвечающая первому высокоскоростному слою, установленному по трехмерному сейсмотомографическому моделированию и коррелирующему с тепловой литосферой в стабильных районах щита.

В основу комплексной трехмерной геофизической модели литосферы УЩ, включающую плотностную, скоростную, магнитную, тепловую, электрическую и петрофизическую характеристики литосферы, положены разработанные и примененные на практике принципы и технологии построения 3-D гравитационной, магнитной и геотермической моделей земной коры Украины, для чего создан эффективный программно-алгоритмический комплекс [2-4 и др.]; новые значительные объемы геофизических исследований и новые методы обработки и интерпретации сейсмометрии [5,6], гравиметрии [7], геотермии [8 и др], геомагнетизму [9,10], геоэлектрике [11] и петрофизической термобарометрии [12]. Впервые в комплекс включены два новых метода – сейсмотомография, дающая возможность строить трехмерную модель тектоносферы до глубин 1000 км и более [13,14], и полевая тектонофизика, изучающая динамику литосферы в геоисторическом аспекте [15]. 3-D модель дает качественно новый результат по прогнозированию полезных ископаемых.

В отличие от авторов Комплексной металлогенической карты Украины, ставящих во главу угла подделение щита на архейские кратоны и протерозойские подвижные пояса со среднепротерозойскими зонами активизации и рифтогенеза в данной работе отдается предпочтение разломно-блоковой структуре щита, ибо именно зоны разломов – сдвиги, надвиги и раздвиги – являются главными проводниками и концентраторами магматических расплавов и рудных растворов, а «пространственная неравномерность разрывообразования находит отражение в поперечной зональности и продольной дискретности распределения магматизма и оруденения в металлогенических зонах» [16].

При анализе комплексной 3-D модели наиболее важными представляются связи металлогенических субпровинций с мощностями и рельефом границ раздела основных слоев литосферы и их неоднородностей, с ее «сквозными» зонами повышенной проницаемости и особенностями состава земной коры. Рудные районы и рудные поля выделяются соподчиненно в пределах металлогенических зон по совокупности эндогенных месторождений и отдельных месторождений полезных ископаемых или рудопроявлений, именуемых рудоносными районами и полями, и в структурном отношении могут отвечать отдельным зонам растяжения, возникшим в зонах скалывания, или в узлах пересечения разломов, с которыми связываются интрузивные массивы, дайки и т.д. Закономерные связи оруденения с разломами разных фаз активизации и геодинамических типов, с нашей точки зрения, несомненно обусловлены спецификой глубинного строения земной коры и мантии и литосферными зонами проницаемости. Большинство металлогенически перспективных зон разломов УЩ разделяют блоки литосферы с различными петрологическими, петрофизическими и другими характеристиками. В связи с этим объемное петролого-геофизическое моделирование литосферы приобретает прямую металлогеническую направленность.

Рассмотренные на основании анализа комплексной трехмерной модели закономерности глубинного строения и динамики литосферы УЩ, металлогенического районирования, размещения месторождений и рудопроявлений полезных ископаемых разных генетических типов позволили установить некоторую, на наш взгляд, иерархическую соподчиненность металлогенических субпровинций и мантийных неоднородностей, металлогенических зон и рудных полей и коровых неоднородностей, включая зоны разломов разного ранга и их «деструктивные поля» (рис.2).

– Распределение рудных полезных ископаемых зависит от мощности коры отдельных слоев литосферы, от структурных особенностей мантии разных уровней и характера сочленения блоков земной коры разной основности, мощности и намагниченности.

– Современное распределение скорости в мантии и структура литосферы УЩ, установленные по данным сейсмотомографии, связываются с суммарным эффектом процессов, происходивших в пределах УЩ и сопредельных более молодых регионах. Тем не менее, удается восстановить некоторые фрагменты структуры литосферы неархей-протерозойского и более позднего возраста, отвечающие важнейшим металлогеническим эпохам.

– Индикатором разновозрастной активизации коры УЩ и формирования соответствующих типов полезных ископаемых является мощность квазиоднородного переходного слоя, которая увеличивается при увеличении интенсивности процессов магматической активизации и уменьшении возраста активизации.

– Показателем флюидной активности могут быть мантийные аномалии электропроводности земной коры, а зоны ее анизотропии – показателем тектонического режима, который контролирует формирование и концентрацию полезных ископаемых.

– Связь глубинных мантийных процессов и динамики литосферы с верхними металлогенически продуктивными горизонтами земной коры осуществляется через зоны разломов и шовные зоны, как правило, проникающие в мантию. Коровые мегаблоки с глубиной объединяются в мантийные, отражающие металлогеническое районирование. Наблюдаемое смещение по латерали межмегаблоковых границ с глубиной обусловлено, по всей видимости, надвиго-поддвиговыми движениями в литосфере.

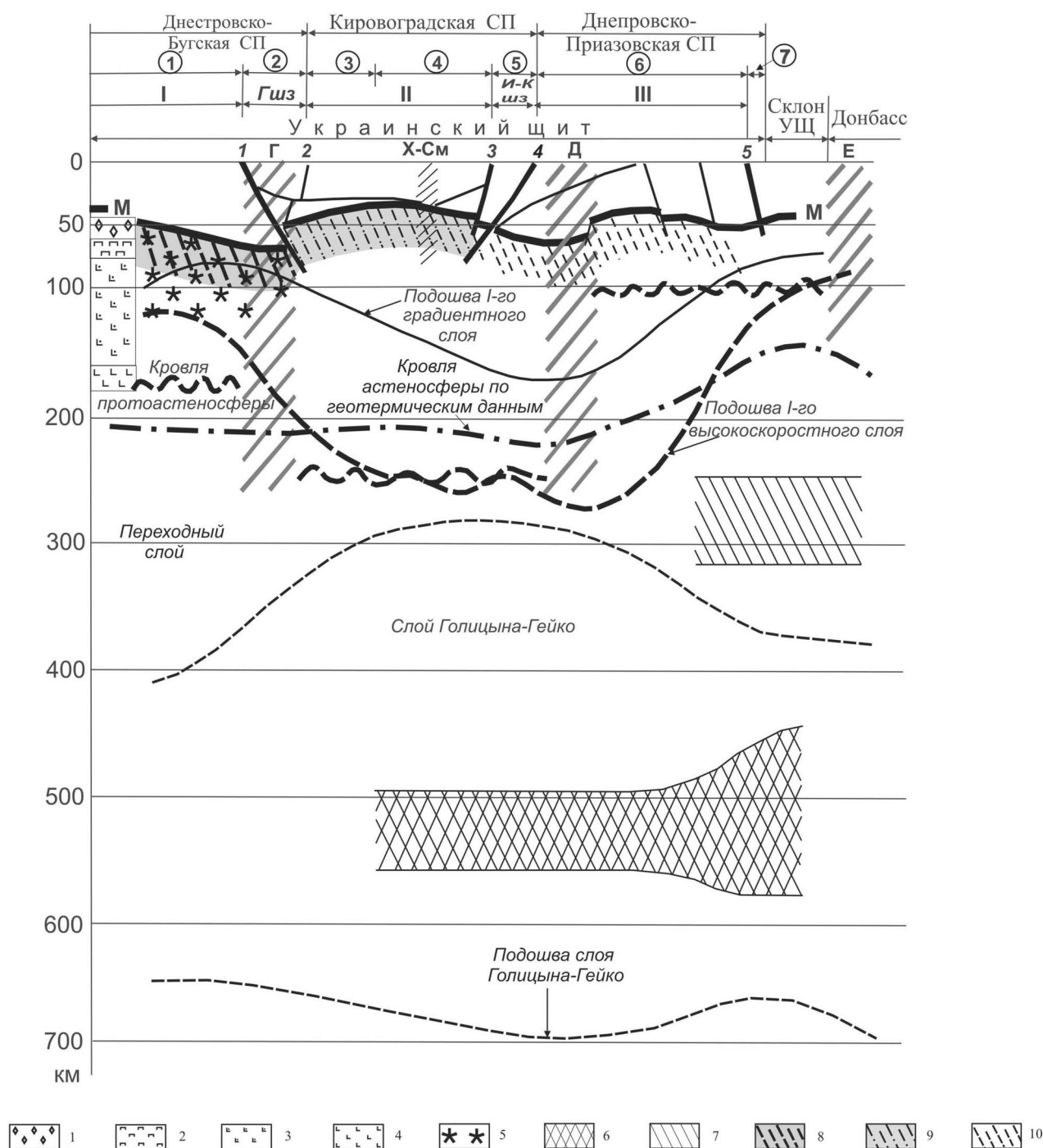


Рис.2. Соотношение строения и состава земной коры с мантийными неоднородностями по данным сейсмической томографии и данным петрологического прогноза состава мантии (колонка слева) по С.Н.Цымбалу [17], относящегося к мезопротерозою.

1 – эклогиты, 2 – пироксениты, 3 – лерцолиты, 4 – гарцбургиты, 5 – зона высокой электропроводности, 6 – высокоскоростные прослои, 7 – прослои слабо повышенной скорости. Типы мантии: 8 – достаточно дифференцированная, слабодеплетированная, 9 – меренно дифференцированная, деплетированная и слабометасоматизированная, 10 – деплетированная. Литосферные линейменты Г, Д, Е и положение кровли протостаenosферы по данным В.Б.Соллогуба [18]. Шовные зоны: Гшз – Голованевская, И-Кшз – Ингулецко-Криворожская; межмегаблоковые разломы: 1 – Тальновский, 2 – Первомайский, 3 – Западно-Ингулецкий, 4 – Криворожско-Кременчугский, 5 – Орехово-Павлоградский; Х-См – трансрегиональный тектонический шов Херсон-Смоленск. Мегаблоки: I – Бугский, II – Ингулецкий, Среднеприднепровский; СП – металлогенические субпровинции. Цифры в кружках – структурно-металлогенические зоны: 1 – Подольская, 2 – Голованевская, 3 – Звенигородско-Братская, 4 – Кировоградская, 5 – Ингулецко-Криворожская, 6 – Приазовская, 7 – Ореховская. Положение профиля см. рис. 1.

– До 80% изученных зон разломов контролируют известные металлогенические зоны, рудные и рудоносные районы, составляющие около 60% металлогенических подразделений щита.

– Наиболее существенное место по металлогенической значимости занимают межмегаблоковые зоны разломов. Большую роль играют также внутримегаблоковые зоны разломов, бывшие в архее межмегаблоковыми, а также зоны, сопряженные с известными трансрегиональными тектоническими швами.

– Главными металлогеническими эпохами, в которых в наибольшей степени проявилась роль разломов УЩ, являются раннепротерозойская и позднепротерозой-фанерозойская. В последней важную роль играла система широтных зон разломов, сдвиговые перемещения по которой приводили к раскрытию зон диагональной системы. Месторождения и рудопроявления магматического типа имеют тесную связь со ступенями раздела М, коррелирующими со структурными элементами рельефа мантийных разделов, а гидротермального и гидротермально-метасомитического типов практически все связаны с зонами разломов и сконцентрированы в областях с минимальной мощностью квазиоднородного мантийного слоя переходного от литосферы к слою Голицына-Гейко.

– Более детальное исследование перестройки земной коры под влиянием глубинных процессов, типичных для мантии, несомненно обеспечит обнаружение новых закономерностей формирования и размещения месторождений рудных полезных ископаемых разных генетических типов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Комплексна металогенічна карта України масштабу 1 : 500 000 та пояснювальна записка до неї / Під ред. С.В.Гошовського. Київ: УкрДГПІ, 2003. 326 с.
2. Старостенко В.И., Легостаева О.В. Прямая задача гравиметрии для неоднородной произвольно усеченной вертикальной призмы // Физика Земли. 1998. № 12. С.31-44.
3. Старостенко В.И., Завойский В.Н., Легостаева О.В. Прямая задача магнитометрии для трехмерных тел сложной формы с анизотропной магнитной восприимчивостью // Физика Земли. 2005. № 7. С.81-90.
4. Старостенко В.И., Кутас Р.И., Легостаева О.В. Решение прямых стационарных задач геотермии для неоднородной произвольно усеченной вертикальной прямоугольной призмы // Физика Земли. 2003. № 12. С.64-71.
5. Bogdanova S., Gorbatshev R., Grad V., Janik T., Guterch A., Koslovskaya E., Motusa G., Skridlaite G., Starostenko V., Taran L. EUROBRIDGE and POLONAISE Working Groups. EUROBRIDGE: new insight into the geodynamic evolution of the East European Craton // European Lithosphere Dynamics /Ed. By D.G. Gee, R.A. Stephenson. London: Geol. Society, 2006. P. 599-627.
6. Kostyukovich A.S., Starostenko V.I., Stephenson R.A. The full-wave images of the models of the deep lithosphere structures constructed according to DSS and CDP data interpretation // Геофиз. журн. 2000. Т.22. № 4. С.96-98.
7. Купrienko 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.
8. Кутас Р.И. Теплова енергія і еволюція літосфери // Енергетика Землі, її геолого-екологічні прояви, науково-практичне використання. Тез. докл. Київ: Видавн.-полігр. центр "Київ. ун-т". 2006. С.43-47.
9. Пашкевич И.К., Орлюк М.И., Елисеева С.В., Бакаржиева М.И., Лебедь Т.В., Романец А.А. 3D магнитная модель земной коры Украинского щита и его Петрового-тектоническая интерпретация // Геофиз. журн. 2006. Т.28. № 5. С.7-18.
10. Петромагнитная модель литосферы / Отв. ред. Д.М.Печерский. Киев: Наук.думка, 1993. 175 с.
11. Бурахович Т.К., Кулик С.Н. Трехмерная модель Кировоградской аномалии электропроводности // Геофиз. журн. 2007. Т.29. № 1. С.45-55.
12. Корчин В.А. Термобарическая природа некоторых сейсмических границ в земной коре (по материалам РТ-исследований упругих параметров горных пород // 5-е Чтения Федынского. Тез.докл. Москва, 2007. С. 72-83.
13. Гейко В.С. Шумлянская Л.А., Бугаенко И.В., Заец Л.Н., Цветкова Т.А. Трехмерная модель верхней мантии Украины по временам прихода Р-волн. // Геофиз. журн. 2006. Т. 28. № 1. С.3-16.
14. Geyko V.S. A general theory of the seismic travel-time tomography. // Геофиз. журн. 2004. Т. 26. № 2. С.3-32.
15. Гинтов О.Б. Полевая тектонофизика и ее применение при изучении деформаций земной коры Украины. Киев: Феникс, 2005. 572 с.
16. Семитский К.Ж. Картирование разломно-блоковой структуры земной коры на современном этапе развития тектонофизики // Геофиз. журн. 2005. Т. 27. № 1. С.85-96.

НЕОДНОРОДНОСТИ ЛИТОСФЕРЫ СЕВЕРО-ВОСТОКА РОССИИ (восточная часть Сибирской платформы и Верхояно-Колымская орогенная область)

Стогний Г.А., Стогний В.В.

Кубанский государственный университет, г. Краснодар, stogny@newmail.ru

В пределах Северо-Востока России расположен крупнейший элемент литосферы – Северо-Азиатский крaton, включающий Сибирскую платформу и её пассивные окраины. Понятие «Северо-Азиатский крaton» впервые было введено Ю.А. Косыгиным с соавторами в 1964 г. [4] как структуры, включающей кристаллический фунда-