УДК 550.3+681.3.06

И.А.КУРИЛОВИЧ
ЗАО «Теллур», Санкт-Петербург

ТЕХНОЛОГИЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ГЛУБИННОГО СТРОЕНИЯ ЗЕМНОЙ КОРЫ И СТРУКТУР МАНТИЙНОГО ЗАЛОЖЕНИЯ В СВЯЗИ С ПРОГНОЗОМ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Современные методы изучения земной коры и технологии обработки данных региональных исследований (глубинного сейсмического зондирования – ГСЗ, магнитного и гравитационного поля) позволяют устанавливать связь месторождений полезных ископаемых со структурами мантийного заложения (СМЗ). Рудные поля, сформированные за счет мантийных источников вещества, могут не иметь видимой связи с поверхностными структурами коры; СМЗ играют в этом случае решающую роль, которая возрастает вместе с продолжительностью тектономагматической активизации во времени. Такого рода связи рассмотрены для северной части Восточно-Европейской платформы на материале сейсмотомографических моделей по региональным профилям глубинного сейсмического зондирования («Рубин», «Агат II», и др.). Анализ включает оценку пространственных параметров СМЗ и комплекса физических характеристик: скорости распространения сейсмических волн, плотности, магнитных и упругих свойств представленных в ней пород. Разработанная технология комплексной интерпретации геофизических данных согласуется с современными представлениями о глубинном строении земной коры и механизме формирования крупных геологических структур (палеорифтов, авлакогенов и т.п.).

Modern techniques of sounding the Earth's crust and interpretation of the regional scale data (deep seismic sounding – DSS, magnetic and gravitation fields) allow to detect connections between distribution of mineral deposits and the mantle-founded structures (MFS). Ore fields formed by substance from the mantle sources may have no definite relations with superficial structures of the earth's crust; but MFS play in this case the major role, and its significance increases together with duration of the tectono-magmatic activation period. This kind of connection is demonstrated for the northern part of East-European platform by materials of seismotomographic modeling based on the data of regional DSS profiles («Rubin», «Agat II», etc.). The analysis includes evaluation of the DSS spatial dimensions and definition of the complex of physical parameters: propagation velocities of seismic waves, density, magnetic and elasticity properties of rocks in DSS formations. In the whole, elaborated technology of complex interpretation of geophysical data is agreeable with the modern notions on deep structure of the lithosphere and the mechanisms of forming the large-scale geologic structures, such as paleorifts, aulacogens, etc.

В последние годы в геологической науке сформировались устойчивые представления о генетической связи месторождений полезных ископаемых с глубинными геологическими процессами, протекающими в верхней мантии. Ранее эти представления базировались в основном на немногочисленных геологических фактах. По мере развития дистанционных методов исследования Земли и современных технологий изучения вещества эта связь становится более определенной.

Современные технологии обработки и анализа данных региональных исследований (материалы ГСЗ, магнитные и гравитационные поля) на Восточно-Европейской платформе позволили установить связь месторождений полезных ископаемых со структурами мантийного заложения (СМЗ). Эти структуры обусловлены подъемом мантийного вещества, пронизывают земную кору, иногда на полную ее мощность, и имеют корни в верхней мантии – на глубине 50-60 км и более. Формирование СМЗ

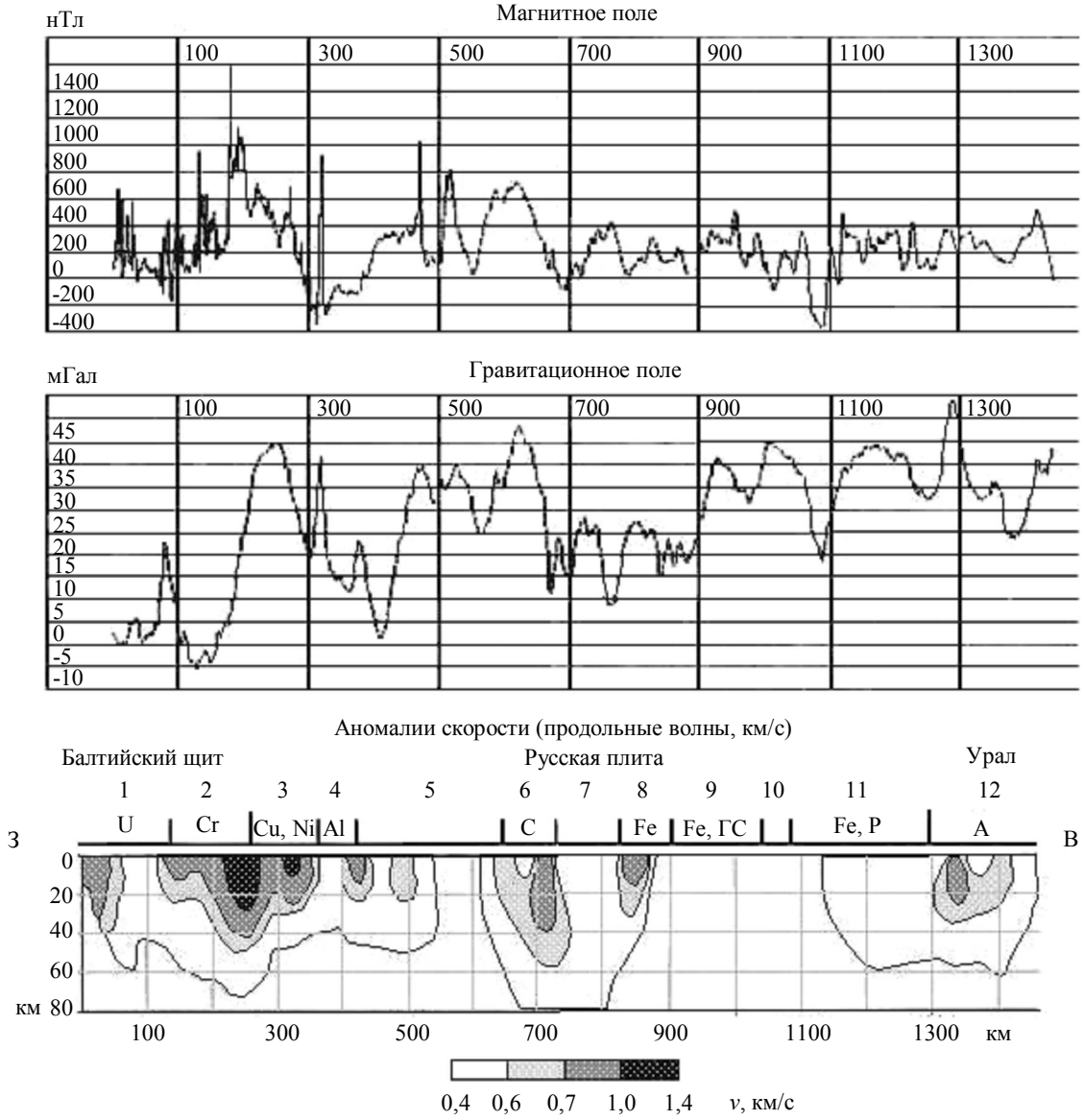


Рис.1. Сейсмотомографическая модель по профилю «Рубин»

сопровождается процессами тепломассопереноса и образованием тектонически ослабленных зон в земной коре, которые служат путями проникновения флюидов и рудных расплавов из мантии; рудные месторождения – один из результатов их поступления. В области СМЗ возникает сложная система линейных и радиально-концентрических нарушений.

Ранее отмечалось (А.Д.Щеглов и др.), что многие крупные рудные районы связаны с мантийными источниками рудного вещества. Такие объекты не имеют непосредственной связи со структурами земной коры и независимы от их эволюции; роль СМЗ в этом случае может быть решающей в процессах формирования месторождений. Нередко в рудных районах такого типа одновременно проявлены концентрации элементов и коровых, и мантийной групп, что является результатом параллельной активизации разноглубинных очаговых зон. При прогнозно-металлогенических исследованиях решающей становится проблема выявления СМЗ мантийного заложения, их рудоконтролирующая роль возрастает с увеличением продолжительности тектономагматической активизации во времени. Анализ

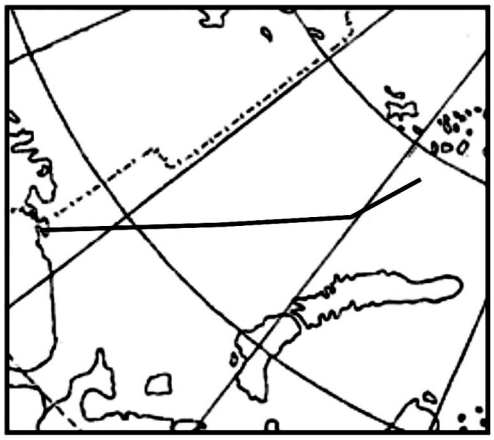


Рис.2. Морской геотраверс ГСЗ-76

включает оценку пространственных параметров СМЗ и комплекса физических характеристик: скорости распространения сейсмических волн, плотности, магнитных и упругих свойств представленных в ней пород. В сочетании с параметрами теплового потока и геохимическими данными эта информация обеспечивает характеристику территории для целей прогнозной оценки.

Далее рассматриваются примеры СМЗ, установленных по геофизическим данным, с попыткой их классификации. Результаты региональных сейсмических исследований представлены в виде сейсмотомографических моделей аномальных полей скорости (геофизические поля – по материалам В.К.Поликарпова). На сейсмотомографической модели, представляющей северную часть Восточно-Европейской платформы (рис.1), характер распределения аномалий скорости отличается различной степенью дифференциации.

В земной коре аномалии скорости чередуются интенсивнее, чем в верхней мантии, где скоростное поле имеет более спокойный характер. В пределах профиля «Рубин» отмечается ряд высокоскоростных аномалий, соответствующих крупным структурам земной коры и приуроченных к ним СМЗ. В западной части профиля одна из таких аномалий сопоставима с Онежско-Белозерской рифтогенной системой. Наиболее интенсивная положительная аномалия (в районе пикета 250 км) соответствует Водлозерскому поднятию, в юго-западной части которого находится крупнейший Бураковско-Аганозерский массив, с месторождением хромитов в его Аганозерском блоке. Лополитообразная форма аномалий связывается с СМЗ, пронизывающей всю земную кору от границы М.

На двумерной модели аномального поля скоростей по профилю морского геотраверса ГСЗ-76 (рис.2) выделяются аномальные зоны, соответствующие глубинным геологическим структурам мантийного заложения (рис.3).

В интервале 80-130 км, где профиль пересекает область сочленения Балтийского

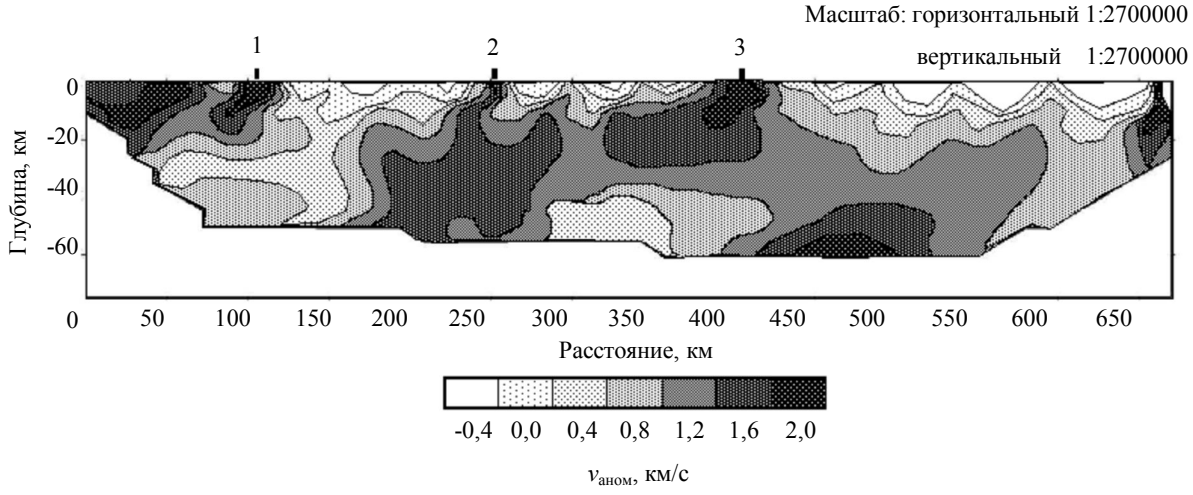


Рис.3. Сейсмотомографическая модель по данным региональных сейсмических наблюдений на морском геотраверсе

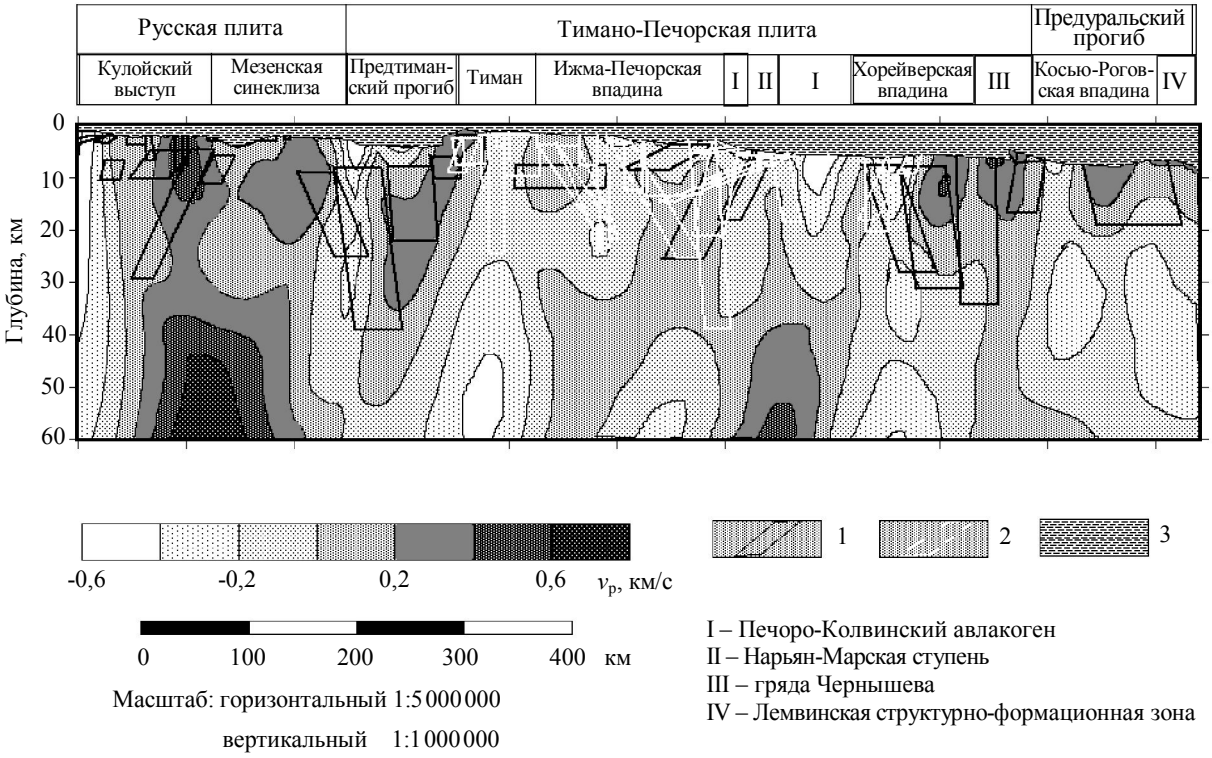


Рис.4. Сейсмотомографическая модель по профилю ГСЗ «Агат II»
1 – магнитные тела; 2 – плотность тела; 3 – осадочно-вулканогенная толща

щита и Баренцевоморской плиты, в верхней части коры находится аномалия 1. Эта область соответствует границе карелид и байкалид (линия Транфьерда – Карпинского). Размеры аномалии 2 на участке 170-270 км больше и по вертикали, и по латерали; при этом в верхних горизонтах коры ее размеры уменьшаются и аномалия вытягивается в узкую полосу. В то же время амплитуда аномалии 2 несколько меньше, чем аномалии 1, и по скоростным своим параметрам она может быть сопоставима с восточной границей Тиманского кряжа.

Большинством исследователей структура Тимана связывается с Кольско-Канинским конвергентным швом (КККШ). Прослеженные вдоль продолжения КККШ в Баренцево море нефтегазоносные структуры сопоставимы с известными нефтегазоносными структурами на континенте, восточнее Тимана – в пределах Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции (НГП).

Аномалия 3 вытянута в горизонтальном направлении, но максимальные ее значения по профилю приходятся на верхнюю часть разреза, в интервале от 360 до 400 км. Далее по нему отмечается снижение значений аномального поля скоростей и приобретение формы вогнутой линзы; на этот участок профиля с континента проектируется Хорейверская впадина.

Таким образом, по результатам сейсмотомографической обработки данных сейсмического зондирования по морскому геотраверсу можно заключить, что структуры континентальной части, к которым приурочены месторождения нефти и газа (рис.4), прослеживаются и на Баренцевоморский шельф и могут иметь продолжение в пределах морского геотраверса.

Региональный профиль «Агат II» протяженностью 1040 км пересекает геологические структуры севера Русской платформы; основные из них связаны с крупными месторождениями нефти и газа. Модель аномального поля скоростей (рис.4) характеризует геологический разрез по вариации неоднородностей скорости относительно исходного поля.

Наибольшая по интенсивности и размерам аномалия скорости фиксируется на профиле в интервале 50-250 км. Эта положительная аномалия имеет максимум интенсивности в мантии и прослеживается на всю мощность разреза до верхних слоев земной коры, разделяясь на две части. Западная часть (пк.70-130 км) приурочена к Кулойскому выступу, на который проектируется Золотицкое кимберлитовое поле. Восточная ветвь (пк.130-230 км) приходится на пределы Мезенской синеклизы, перспективной на углеводороды. Здесь СМЗ прослеживается на глубину до 60 км и более.

Далее по профилю в интервале 250-350 км фиксируется отрицательная аномалия скорости, соответствующая Предтиманскому прогибу, непосредственно под которым выделяется своя СМЗ. Нефтегазоносные структуры Ижма-Печорской впадины, Печоро-Колвинского авлакогена и Хорейверской депрессии отмечаются в верхней части земной коры пониженными значениями скорости упругих колебаний. Признаки СМЗ наблюдаются в нижних слоях земной коры и в верхней мантии (пк.430-550 км и 600-750 км).

Таким образом, использование разработанной технологии для комплексной интерпретации геофизических данных показало, что заложенные в ней подходы к проблеме изучения глубинного строения земной коры отражают современные представления о механизме формирования крупных геологических структур (палеорифтов, авлакогенов и т.п.). Наметились закономерности в распределении месторождений полезных ископаемых, их связь со структурами мантийного заложения. Важно, что эти закономерности относятся и к рудным полезным ископаемым, и к залежам углеводородов; они создают базу для прогнозной оценки потенциала изучаемых территорий.