ТРЕХМЕРНАЯ Р-СКОРОСТНАЯ МОДЕЛЬ МАНТИИ ПОД ФЕННОСКАНДИЕЙ

Цветкова Т.А., Шумлянская Л.А., Бугаенко И.В., Заец Л.Н.

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

Трехмерная Р-скоростная модель мантии под Фенноскандией рассматривается в контексте трехмерной Р-скоростной модели мантии под Евразией. Модель получена методом Тейлорового приближения, разработанным В.С.Гейко [1]. Метод обладает рядом преимуществ, одним из которых является независимость от начального приближения (одномерной референтной модели).

В качестве исходных использовались данные о временах приходов первых вступлений Р-волн на станции, представленные в бюллетенях ISC, начиная с1964 года по 2006 годы. Использование таких данных обусловлено наибольшей устойчивостью времен первых вступлений Р-волн как функционалов эйконала и подтверждено работами по изучению используемых в бюллетенях ISC типов волн. На рис.1 и 2 представлены карты использованных очагов землетрясений и станций. При построении исходной базы данных были использованы события, для которых: 1) количество станций, зарегистрировавших событие ≥ 300; 2) глубина гипоцентра ≤ 50 км; 3) магнитуда события M ≥ 4,0; 4) в информации о событии нет сообщений «poor detection». Общее число станций использованных в работе превышает 2000. Мантия освещается в диапазоне эпицентральных расстояний 0-104°. Изучаемая область мантии сканировалась» 300000 сейсмическими трассами (лучами).

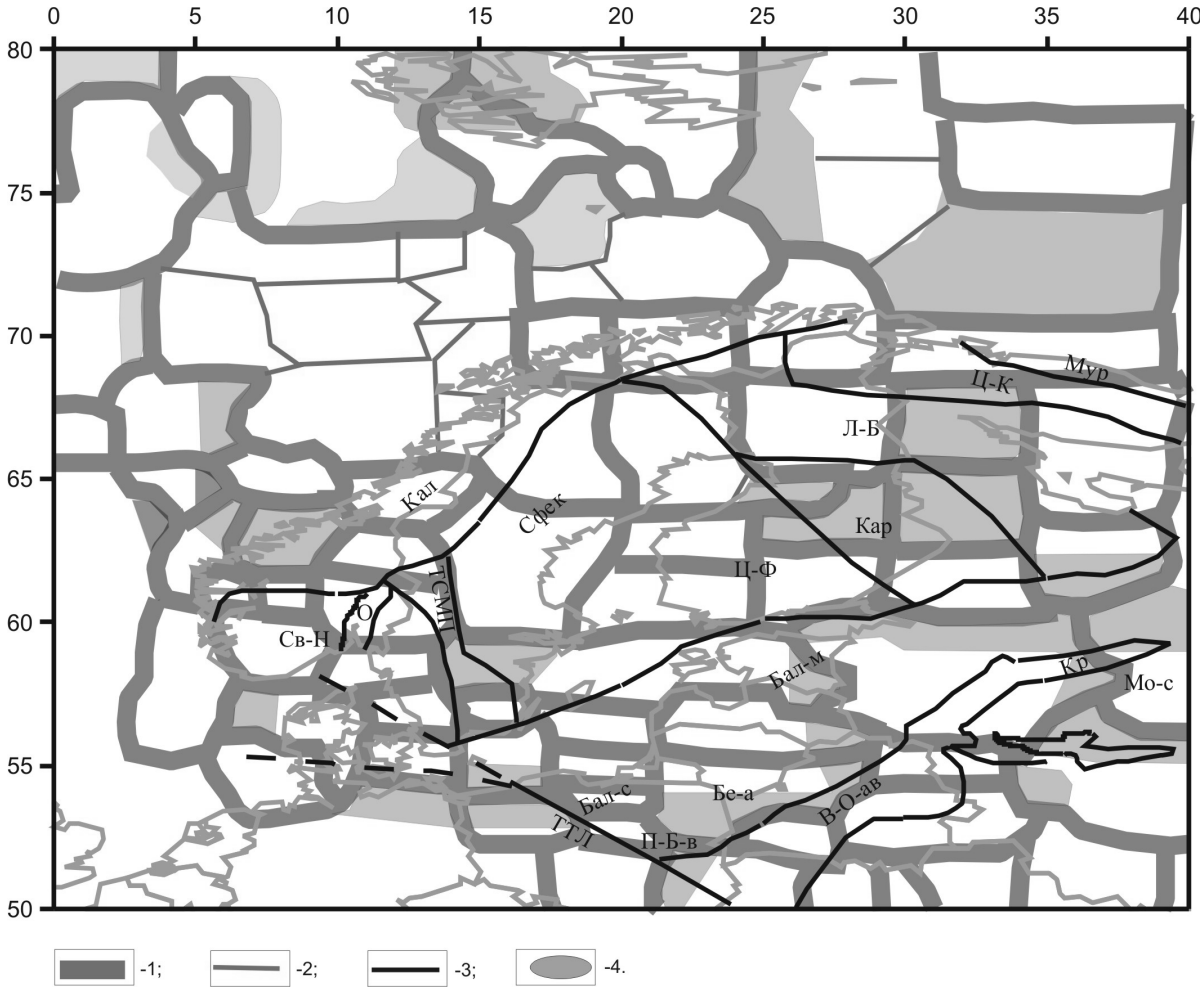

Схема глубинных разломов, зон фанерозойской активизации с площадями развития габбродолеритовых массив нижнего карелия и базальтов верхнедевонского возраста на юго-востоке Воронежской антеклизы.

Условные обозначения: 1 – граница Воронежской области; 2 – ареал распространения интрузивных образований новогольского комплекса карельского возраста;3 – площади распространения базальтов (D_3pt); 4 – зоны фанерозойской активизации: 1 – Гомельско-Саратовская, 2 – Суджанско-Новохоперская, 3 – Прохоровско-Богучарская, 4 – Вешинско-Серафимовская, 5 – Лосевско-Мамонская зона глубинного разлома (активизированный фрагмент – Павловско-Богучарская), 6 – Мигулинско-Новохоперская, 7 – Борисоглебско-Хоперская

При решении задачи учитывались следующие ограничения:

1) скорость – непрерывная функция пространственных координат;

2) функция v (r)/r где r – радиус в сферической системе координат r,φ,λ, не убывает с глубиной.

Первое ограничение является вынужденным, поскольку по времени первых вступлений невозможно устойчиво восстановить скачки скорости, второе вытекает из характера наблюденных данных.

Полученная трехмерная P-скоростная модель мантии под Восточно-Европейской платформой представляется в виде горизонтальных сечений в истинных скоростях с шагом 25 км по глубине, долготных и широтных сечений с шагом через 1° .Вертикальные сечения представлены в невязках скорости относительно полученной для мантии под территорией Евразии обобщенной модели скорость – глубина {Vmin(z), Vmax(z), Vaver(z)}. Относительно этой же обобщенной модели скорости в горизонтальных сечениях проведено выделение повышенных и пониженных скоростей. Обобщенная модель скорость – глубина получена для трехмерной скоростной модели согласно следующим формулам [1]:

$$V_{max} = \sup_{\phi,\lambda \in S} V(\phi,\lambda,z), \tag{4}$$

$$V_{min} = \inf_{\phi,\lambda \in S} V(\phi,\lambda,z), \tag{5}$$

$$V_{aver}(z) = z\left(\int_0^z \frac{d\zeta}{\sum(\zeta)} \iint_{s(\zeta)} \frac{d\phi d\lambda}{V(\phi,\lambda,\zeta)}\right)^{-1}, \tag{6}$$

где S(ζ) – сечение области обобщения на глубине ζ, а ∑(ζ) – его площадь в координатах ϕ,λ.

Невязки истинных скоростей относительно указанной выше обобщенной средней скорости представляются в виде:

$$\delta = V_{ист} - V_{aver}$$

Понятно, что области, характеризующиеся значениями δ>0, определяются как высокоскоростные, области, характеризующиеся значениями δ<0, как низкоскоростные относительно Vaver. Изолиния δ=0 выполняет функцию раздела между областями, характеризующимися повышенными и пониженными скоростями. Обобщенная, средняя скорость Vaver при данных графических представлениях выполняет функцию одномерной референтной скорости, принятой при представлениях результатов сейсмической томографии. Следует отметить, что в нашем случае невязки не носят характер поправки к заданной референтной модели. Численная реализация метода Тейлорового приближения предполагает следующие основные этапы [2,8,15,16]:

1) создание базы данных времен прихода первых вступлений P-волн на станции;

2) построение обобщенного поля времен в формате средней точки;

3) построение годографов – сечений обобщенного поля времен (годографы преломленной волны);

4) численное обращение годографов-сечений.

На рис.3 показано соотношение экспериментальных и теоретических годографов – сечений. Согласно проведенному тестированию, точность обращения годографов составляет 0,015 км/сек. Трехмерная P-скоростная модель представляется матрицей с шагом 0,5°×0,5°×25 км.

Горизонтальные сечения полученной трехмерной модели позволяют сделать следующие выводы:

I) По скоростным характеристикам мантийной скоростной области под Фенноскадией в интервале глубин 50-325 км могут быть выделены следующие основные мантийные скоростные части в соответствии с принятой тектонической схемой:

1) Мантийная область FScHW, соответствующая мантии под западом Лапландско-Беломорского пояса Кольско-Карельского мегаблока, западной частью Свекофенским мегаблоком, включающая геосинклинальную область Центрального Норланда, южную часть района Норрботен, область свекофенид Свеаленда, исключая район гранитов Смоланда

2) Мантийная область FScL, соответствующая мантии под Гранулитовым массивом и северо-западом Центрально-Кольского блока, основной части Лапландского массива Лапландско – Беломорского пояса Кольско-Карельского мегаблока, восточной частью Свекофенского мегаблока (Центральный Финляндский массив и его окружение), северная часть Балтийской синеклизы, включая массив Курземе;

3) Мантийная область FScHE, объединяющая мантию под Мурманским блоком, Центрально-Кольским блоком (исключая Кейвский блок), восточной частью Лапландско-Беломорского пояса, Карельским блоком, с продолжением на запад полосы, проходящей в мантии под Мазуро-Белорусской антеклизой, Мазовецкой впадиной, выходящей под Щецинской впадиной и далее под Центральный Польский вал, поднятие Рингкюбинг-Фюн и Норвежско-Датскую впадину;

4) Мантийная область FScL3, соответствующая мантии под Свеконорвежским мегаблоком с выходом на Северную Атлантику.

II).Границей в мантии под Фенноскандией и остальными скоростными мантийными структурами ВЕП является полоса раздела ВЕП, выделяющаяся на глубинах 50-125 км.

III).В интервале глубин 50-250 км мантия под Фенноскандией характеризуется высокими, относительно принятой референтной модели, скоростями. После 200 км начинается распад, сформировавшихся в пределах этих глубин, скоростных структур, характеризующихся условно более низкими и более высокими скоростями. На глубинах 100-200 км при сохранении общей высокоскоростной характеристики рассматриваемой области происходит условная инверсия скоростей: более высокоскоростные области становятся менее высокоскоростными на общем фоне и наоборот. Можно ожидать, что это явление связывается с проявлением подошвы литосферы. В интервале 200-325 км происходит следующая перестройка плана, в результате чего отмечается возврат к субмеридиональному простиранию скоростных структур. С глубины 250 км начинает формироваться полная инверсия скоростей. На фоновых скоростях ярким пятном выделяется низкоскоростная мантийная область под Лапландским массивом Лапландско-Беломорского пояса и Гранулитовым массивом Центрально-Кольского блока Кольско-Карельского мегаблока.

На всех сечениях в пограничной по отношению к зоне Тейсейра-Торнквиста (юго-западная граница ВЕП) отмечается распространение мантийных скоростных структур Карпато-Балканского региона и Средне-европейской платформы в мантийные структуры под Фенноскандией и распространение мантийных скоростных структур под Фенноскандией (ВЕП) в мантию под Средне-Европейской платформой. Отмечается связь мантийных структур под западной частью Свеконорвежского мегаблока с мантийными структурами под Атлантикой. То есть взаимосвязь мантийных скоростных структур под пограничными районами юга и запада Фенноскандии и окружающими ее структурами.

Рассмотрение вертикальных сечений позволяет более детально проанализировать полученную скоростную картину. Рассмотрение рельефа границ, соответствующих глубине залегания подошвы слоя Голицына-Гейко, подошвы слоя сейсмичекой литосферы, мощностей слоя сейсмической литосферы, слоя Голицына-Гейко, скоростных характеристик этих слоев позволило получить мантийную делимость указанных слоев. Как следствие этого, были выделены мантийные скоростные «блоки», определяемые взаимосвязями скорость-глубина. Выделенные блоки дифференцировали полученные по горизонтальным сечениям основные сегменты. Следует отметить, что глубины максимального залегания границы М коры Фенноскандии соответствуют границам выделенных мантийных скоростных «блоков».

Анализ вертикальных сечений по скоростным характеристикам позволил выделить в мантии под Фенноскандией области, связанные с высокоскоростными наклонными слоями, тем самым определить область распространения влияния скоростных характеристик северной Атлантики, палеозойской Европы, Карпато-Балканского региона, соотношения с основными скоростными структурами Восточно-Европейской платформы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Geyko V.S.2004 A general theory of the seismic travel-time tomography. Геофиз.ж.,26, №2, 3-32.

СВЯЗЬ РАЗНОВРЕМЕННЫХ АРЕАЛОВ ТРАППОВОГО МАГМАТИЗМА С ДОЛГОЩИВУЩИМИ ЗОНАМИ РЕГИОНАЛЬНЫХ РАЗЛОМОВ (на примере Воронежского региона)

Чернышов Н.М., Альбеков А.Ю.

Воронежский государственный университет, г. Воронеж, alb@min.vsu.ru

Геодинамические аспекты траппового магматизма определяются, прежде всего, его внутриплитовым характером. Трапповый магматизм в отличие от магматизма горячих точек океанов проявляется практически одновременно на огромных территориях, где литосфера является утолщенной, а кора наиболее консолидированной [2], его активизация отмечаются на платформах неоднократно, и каждый импульс протекает в геологически короткое время. Вероятней всего, данный процесс отражает коллизионные события на границах литосферных плит, в состав которых входят древние платформы, что приводит к растрескиванию хрупкой коры платформ (отраженная активизация). Начало магматической активности определяется заложением рассеянных рифтогенных структур и формированием пассивных мантийных диапиров определяющих базальтовые выплавки, отмирающие с исчезновением растягивающих напряжений [2]. Одну из важнейших ролей в пространственно распределении ареалов траппового магматизма играют зоны развития долгоживущих региональных разломов.