

ЛИТЕРАТУРА

1. Мораховский В.Н. Некинематическая тектоника и ее рудообразующее значение. Санкт-Петербургский горный институт: СПб, 2000, 117 с.
2. Рац М.В., Чернышев С.Н. Трещиноватость и свойства трещиноватых горных пород. М.: Недра, 1970, 160 с.
3. Ржевский Б.В., Новик Г.Я. Основы физики горных пород. М.: Недра, – 1984, 360с.
4. Боровиков В.А., Ваягин И.Ф., Менжулин М.Г., Цирель С.В. Волны напряжений в обводненном трещиноватом массиве. Ленинград, – 1989, с. 83.
5. Мясникова О.В., Шеков В.А. Исследование динамики поведения микротрещиноватости наведенной взрывом в гранитах // Геолого-технологические исследования промышленных минералов Фенноскандии. Петрозаводск, 2003, с. 82-85.

НЕКОТОРЫЕ ГЛУБИННЫЕ НЕОДНОРОДНОСТИ ЛИТОСФЕРЫ И СОВРЕМЕННАЯ СЕЙСМИЧНОСТЬ ВОРОНЕЖСКОГО КРИСТАЛЛИЧЕСКОГО МАССИВА

Надежка Л.И.¹, Геншафт Ю.С.², Салтыковский А.Я.², Семенов А.Е.³,
Ипполитов О.М.³, Пивоваров С.П.³, Сафронич И.Н.¹

¹ Воронежский государственный университет, г.Воронеж

² Институт физики Земли РАН, г. Москва

³ Геофизическая служба РАН, г.Обнинск

Территория Воронежского кристаллического массива (ВКМ) достаточно хорошо изучена комплексными глубинными исследованиями (рис. 1) [1-5]. На основе моделирования гравитационного поля с учетом данных ГСЗ и петрофизики построены плотностные модели земной коры и верхней мантии [6].

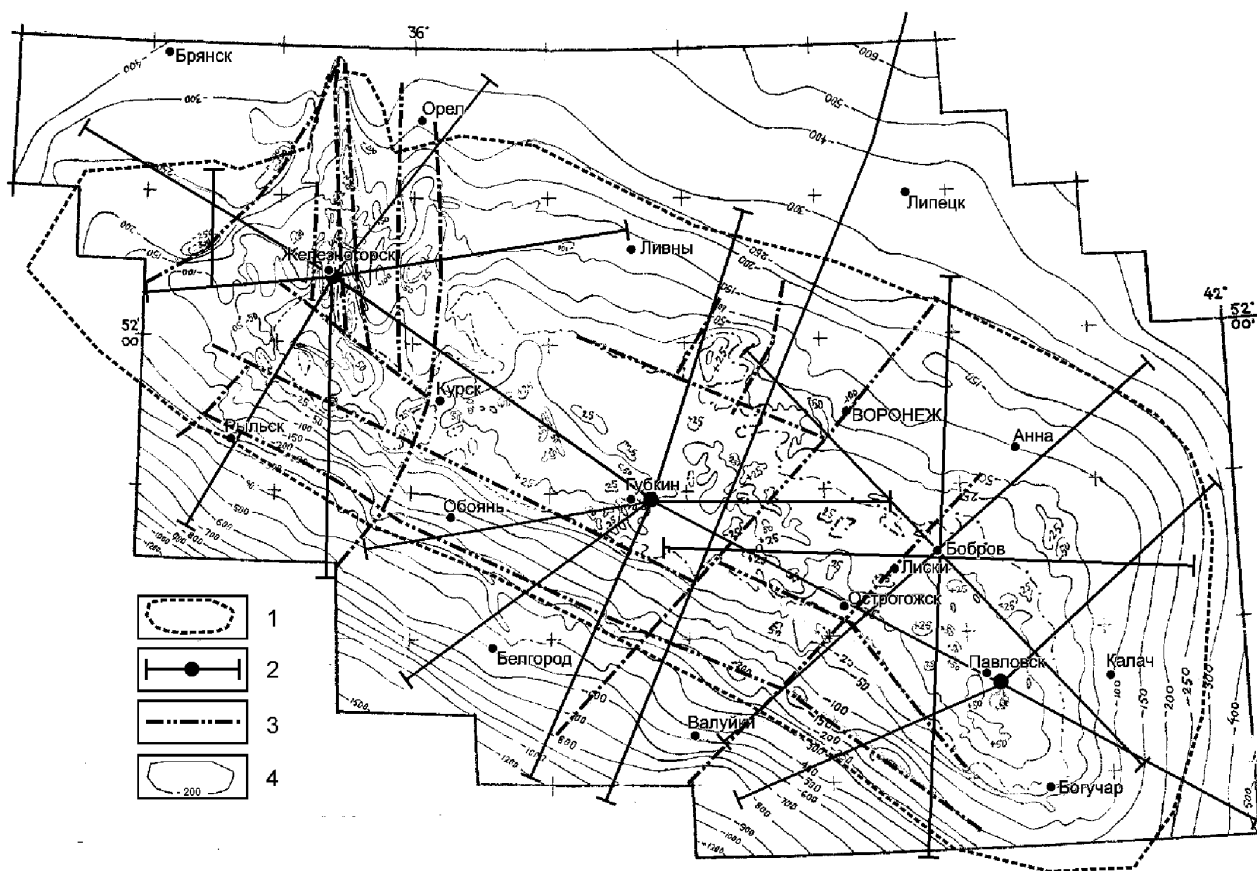


Рис. 1. Схема рельефа фундамента ВКМ с профилями ГСЗ

- 1 – граница кровли антеклизы; 2 – профили ГСЗ с пунктами промвзрывов;
3 – тектонические нарушения; 4 – изогипсы кровли фундамента в метрах

Эти результаты показывают, что основными глубинными неоднородностями литосферы ВКМ являются неоднородности верхов мантии, которые определяли становление и развитие геоблоков – самых крупных структур в пределах ВКМ. Геоблоки подразделяются на условно «легкие», которым соответствует региональное отрицательное поле силы тяжести (Могилевский и Курский), и условно «тяжелые», которым соответствует положительное региональное гравитационное поле (Брянский и Воронежский) (рис. 2) [1,2]. Геоблоки имеют различия на всех уровнях консолидированной коры и верхов мантии [4,7].

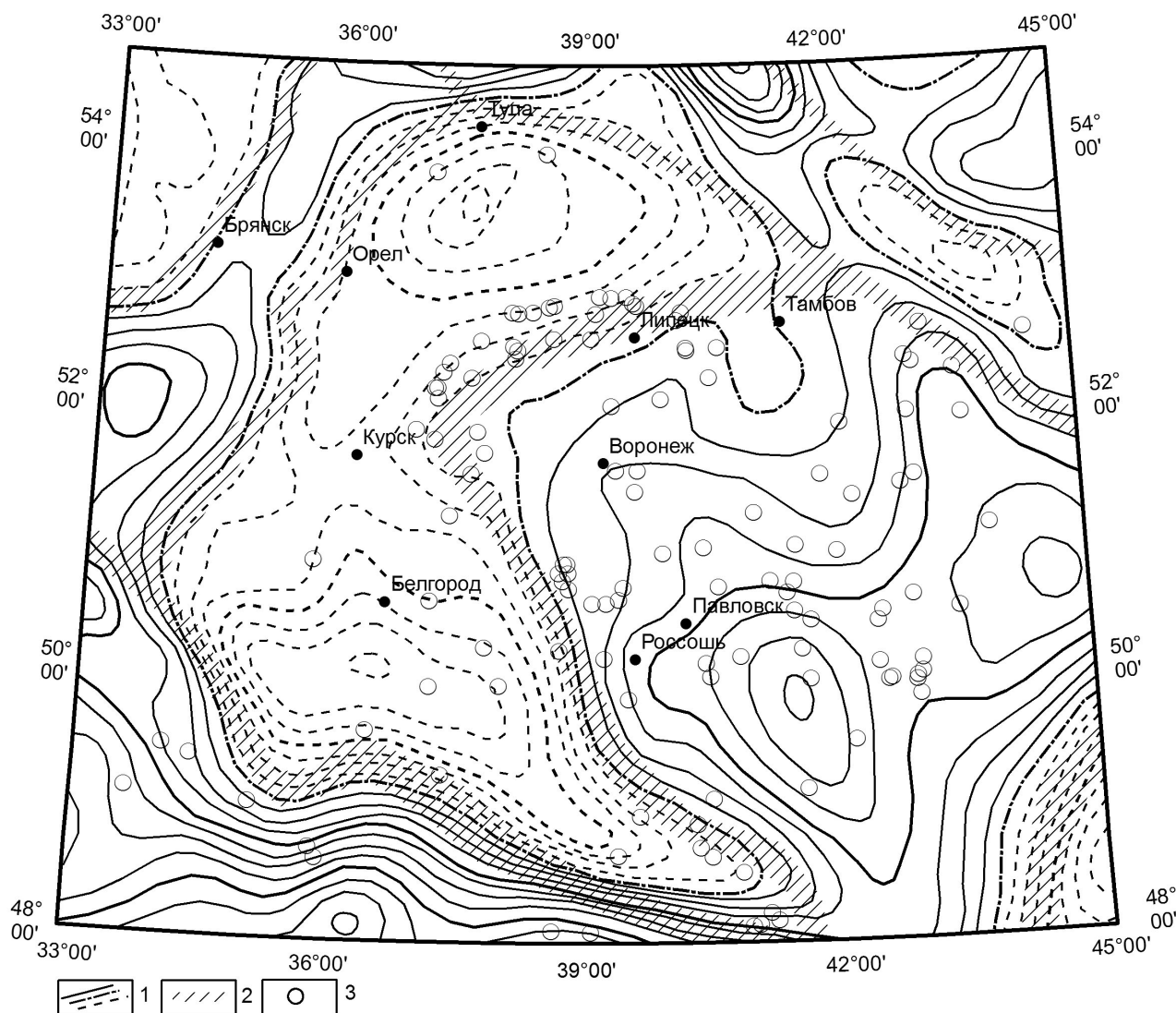


Рис. 2. Региональные особенности поля силы тяжести и современная сейсмичность ВКМ.

1 – изолинии трансформированного поля; 2 – условная граница геоблоков; 3 – эпицентры землетрясений

В настоящем сообщении особое внимание уделено неоднородностям верхов мантии наиболее изученных Курского и Воронежского геоблоков. Следует отметить, что здесь переход кора-мантия по сейсмическим данным бывает двух типов: в виде резкой границы раздела со скачком скорости и в виде переходного слоя. В целом, средняя скорость продольных волн в кристаллической коре, обогащенной железом, в пределах Курского геоблока, выше чем в пределах Воронежского геоблока, [3,4]. Мощность земной коры в пределах Курского геоблока несколько сокращена (38.0-42.5 км), в то время как в пределах Воронежского она составляет 45.0- 47.5 км [4,5]. Латеральные и вертикальные неоднородности верхов мантии также находят отражения в сейсмических данных. На уровне кровли мантии скорость продольных волн изменяется от 7.9 до 8.6 км/с. Кроме того, на некоторых профилях прослеживаются отражающие сейсмические границы на глубинах 60-70 км, что свидетельствует о вертикальной расслоенности верхов мантии [4].

Характер распределения мантийных неоднородностей получен также путем моделирования регионального гравитационного поля в 3-х мерном варианте с использованием петрофизических данных и скоростных характеристик верхов мантии. При этом избыточные плотности определялись относительно фоновой плотности 3.33 г/см^3 и, предполагая непрерывное изменение плотности с глубиной, на уровне 100 км плотность в целом для региона принята 3.37 г/см^3 .

По результатам комплексной интерпретации геофизических данных в верхах мантии Курского геоблока выделяется крупная область дефицита масс, которая представлена в виде двух объектов пониженной плотности. Верхняя кромка северного из них находится на глубине 60-75 км, южного – 55-60 км (рис. 3) [5,6]. В целом, область имеет северо-восточное простирание, которое согласуется с простиранием верхнемантийного волновода, установленного по сейсмическим данным [8]. Область дефицита масс связывается нами с процессами вертикальной дифференциации вещества, в частности железа. Неравномерное насыщение железом пород верхней коры различных геоблоков ВКМ является, по-видимому, результатом латеральной дифференциации геотермических и флюидных режимов в процессе эндогенной эволюции литосферы и становления дорифейской коры.

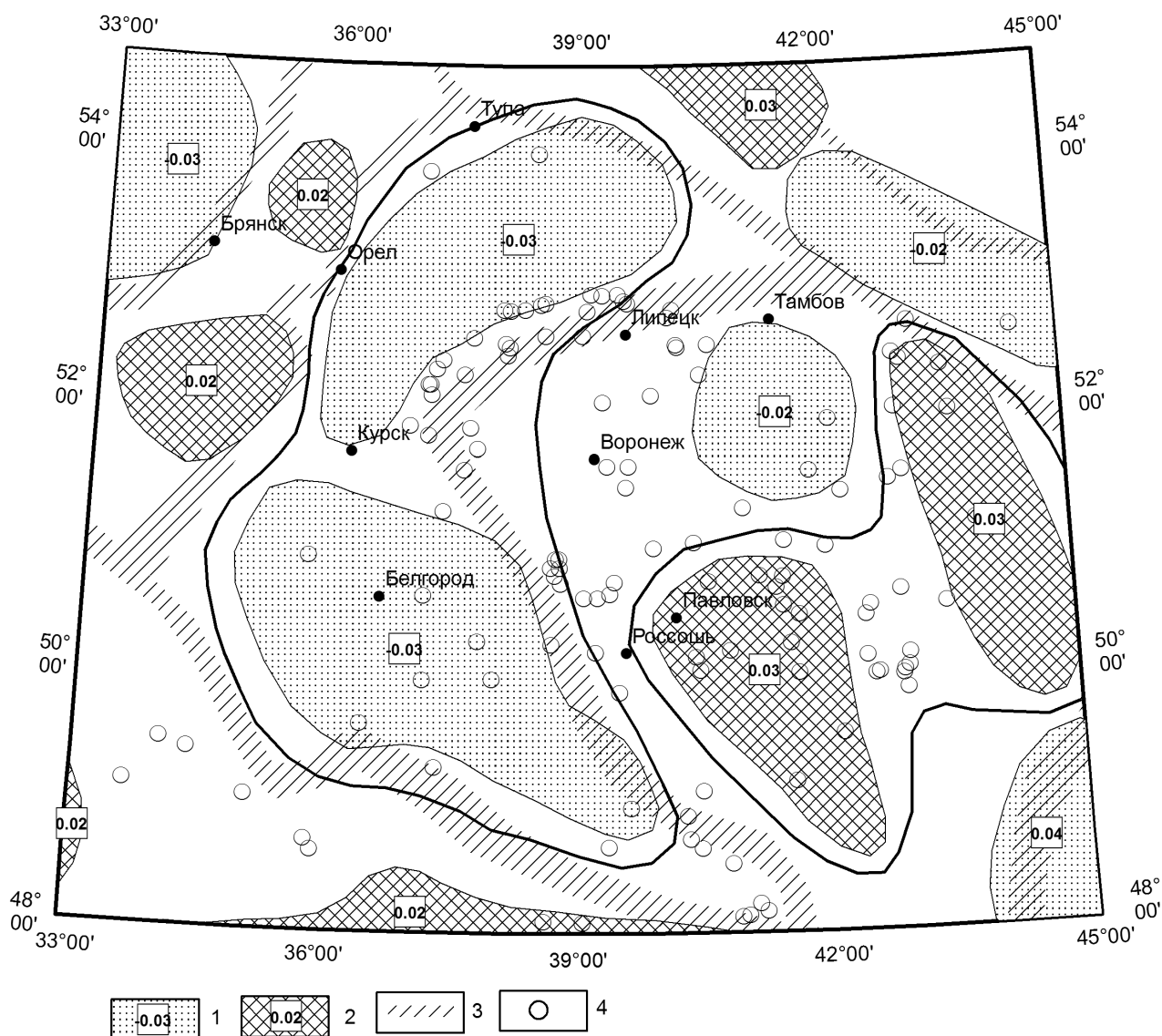


Рис. 3. Глубинные неоднородности верхов мантии

1 – объекты пониженной плотности; 2 – объекты повышенной плотности;
3 – границы геоблоков; 4 – эпицентры землетрясений

Если увеличение количества железа связано с его поступлением из верхов мантии, то можно предположить, что в раннем докембрии процессы частичного плавления в верхней мантии Курского геоблока, в отличие от соседних, происходили в условиях высокоградиентных термодинамических режимов и активной вещественной переработки литосферы. Это способствовало более полному расслоению верхнемантийных гипербазитов на области стерильных (реститы гарцбургитового состава) и фертильных (гранатовые лерцолиты) перидотитов и, по-видимому, могло быть причиной истощения верхнемантийных недр этих регионов железом.

Активные процессы, происходящие в дорифейское время в литосфере ВКМ, как выше было сказано, предопределили основные структурные элементы ее. В настоящее время появляются данные, указывающие на то, что в недрах платформенной литосферы продолжают активные процессы. Об этом свидетельствуют, во-первых, платформенные землетрясения, во вторых флюидная активность, наблюдаемая на территории Воронежского массива.

В связи с тем, что сеть сейсмических станций расположена в Воронежском геоблоке, наиболее изученными являются восточная часть Курского геоблока и основная часть Воронежского. На этой территории ежегодно фиксируется 20-40 местных землетрясений. Это верхнекоровые, относительно невысокого энергетического класса события. Однако, большинство из них пространственно упорядочено. Значительная их часть приурочена к зоне сочленения Курского и Воронежского геоблоков. Отчетливо выделяется дугообразная зона в направлении Курск – Тамбов, которая оконтуривает северо-восточный склон северного объекта дефицита масс. К этой дуге тяготеют многие современные аномалии в содержаниях Cu, Ni, Cr. Она соответствует крупному молодому поднятию, осложненному локальными, активно растущими структурами. Как показывают данные, зоны повышенной флюидной активности в своем большинстве совпадают с областями скопления эпицентров землетрясений [9]. Существование мантийных флюидов с преобладающей ролью в их составе обогащенных Cu, Zn, Ni, Co, Mn, Ti, V и др. элементами подтверждается многочисленными данными, полученными в процессе исследований включений в алмазе, пиропе и оливине кимберлитов.

Учитывая сказанное, можно сделать вывод, что литосфера Воронежского кристаллического массива не является пассивной. Глубинные неоднородности, игравшие значительную роль в архее-протерозое при формировании основных структур ВКМ, продолжают «жить» и влиять на характер современной активности недр. И хотя очаги регистрируемых землетрясений расположены на глубине порядка 5 км, т.е. являются верхнекоровыми, а анализируемые неоднородности приурочены к верхней мантии, можно все же предположить, что наблюдаемая сейсмичность и повышенная флюидная активность являются отражением процессов происходящих на значительных глубинах и приводящих к продолжению формирования и развития литосферы региона в целом. Эти особенности строения и геодинамики региона должны найти отражение в разрабатываемой геолого-геофизической вещественной модели литосферы

Работа выполнена при финансовой поддержке Программы Президиума РАН «Электронная Земля» и гранта Минобрнауки РФ REC-010.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тарков А.П. Глубинное строение Воронежского кристаллического массива по геофизическим данным. – М., 1974. – 170 с.
2. Надежка Л.И., Афанасьев Н.С., Дубянский А.И. Гравитационная модель коры и верхней мантии Воронежского кристаллического массива // Гравитационная модель коры и верхней мантии Земли. – Киев, 1979. – С. 161-168.
3. Надежка Л.И., Дубянский А.И., Тарков А.П., Афанасьев Н.С. Некоторые особенности глубинного строения Воронежского кристаллического массива // Литосфера Центральной и Восточной Европы. Восточно-Европейская платформа. – Киев, 1989. – С. 121-135.
4. Глубинное строение и геодинамика Украинского, Белорусского и Воронежского выступов докембрия и разделяющих их впадин // Глубинное строение и геодинамика кристаллических щитов Европейской части СССР. – Апатиты. – 1992. – С. 6-19.
5. Надежка Л.И., Дубянский А.И. Аномалии некоторых физических параметров земной коры Воронежского кристаллического массива // Докл. РАН. 1994. Т336. №6. – С. 823-825.
6. Надежка Л.И. Плотностная модель литосферы Воронежского кристаллического массива // Вопросы теории и практики геологической интерпретации гравитационных, магнитных и электрических полей. Матер. междунар. конф. – Ухта. – 1998. – С. 89-91.
7. Чернышов Н.М., Ненахов В.М. Структура, эволюция геодинамических режимов и менагении ВКМ // Тектоника и геофизика литосферы. Т. 2. Матер. тектонического совещ. – 2002. – С. 301-305.
8. Сологуб В.Б. // Литосфера Украины. – Киев. – Наук. думка. – 1986. – 184 с.
9. Савко А.Д., Надежка Л.И., Шевырев Л.Т. Новые данные о флюидной и сейсмической активности Воронежской антеклизы // Дегазация Земли: геодинамика, геофлюиды, нефть, газ и их парагенезы/ матер. Всероссийск. Конф. М. 2008. С.439-441.