

7. Пашкевич И.К., Орлюк М.И., Елисеева С.В., Мозговая А.П. Сравнительная характеристика глубинных магнитных неоднородностей Балтийского и Украинского щитов // Глубинное строение и геодинамика кристаллических щитов Европейской части СССР. Апатиты: Изд. КНЦ АН СССР, 1992. С. 19-29.
8. Каратаев Г.И., Пашкевич И.К. Геолого-Математический анализ комплекса геофизических полей. Киев: Наук. думка, 1986. 166 с.
9. Пашкевич И.К., Каратаев Г.И., Апирубите Р.А. и др. Типизация земной коры по комплексу геолого-геофизических данных // Литосфера Центральной и Восточной Европы. Восточно-Европейская платформа. Киев: Наук. думка, 1989. 186 с.
10. Петромагнитная модель литосферы / Отв. ред. Д.М.Печерский. Киев: Наук. думка, 1994. 175 с.
11. Крутиховская З.А., Негруца В.З., Елисеева С.В. Историко-геологические предпосылки возникновения региональных магнитных аномалий восточной части Балтийского щита // Геофиз. журн., 1983. № 3. С. 10-19.
12. Пашкевич И.К., Орлюк М.И., Елисеева С.В. и др. 3D магнитная модель земной коры Украинского щита и ее петролого-тектоническая интерпретация // Геофиз. журн., 2006. Т. 28. № 5. С. 7-17.
13. Пашкевич И.К., Орлюк М.И., Елисеева С.В. Региональные магнитные аномалии: решение фундаментальных и прикладных задач // Геофиз. журн., 1996. Т. 18. № 6. С. 3-17.
14. Орлюк М.И. Пространственные и пространственно-временные магнитные модели разноранговых структур литосферы континентального типа // Геофиз. журн., 2000. Т. 22. № 6. С. 148-165.

СВЯЗЬ ГЕОСТРУКТУР ГЛАВНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ЗЕМЛИ

Оровецкий Ю.П., Коболев В.П.

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

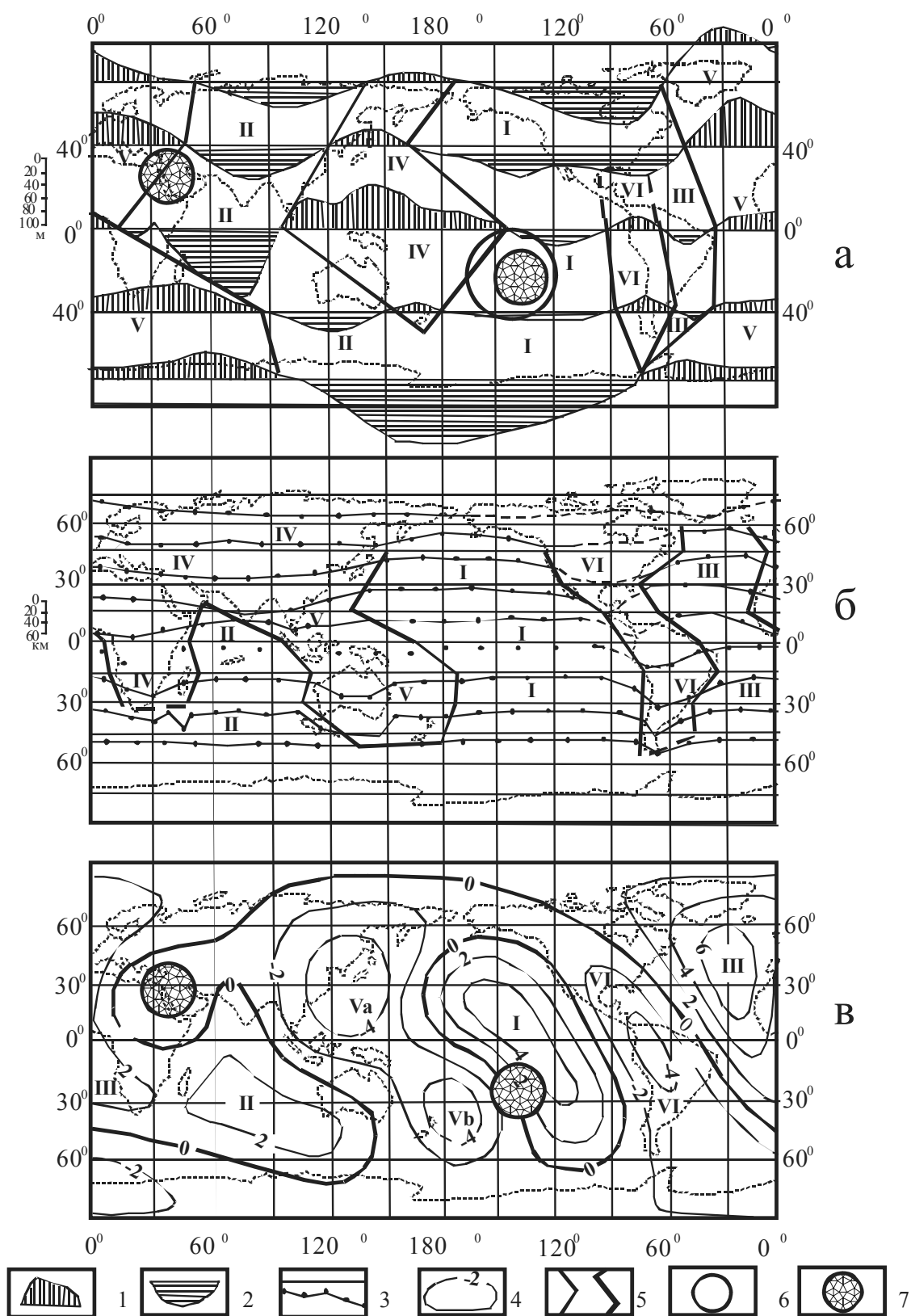
В связи с внедрением сейсмической томографии, технически стала возможной корреляция геоструктур главных поверхностей Земли – геоида, мантии и субъядра для целей теоретической геотектоники [5]. В частности эта операция может быть использована при решении задачи о реальности перемещения литосферных плит.

Априори принималось: миграция литосферных плит, к тому же усугубленная их вращением, полностью исключает согласованность тектонических планов геоструктур поверхностей, в частности верхней мантии (раздела М) и субъядра Земли, по причине залегания между ними верхней астеносферы – ложа литосферных плит – по которому они, согласно одноименной гипотезе, должны перемещаться.

При изучении закономерностей глобального масштаба удобнее пользоваться генерализованными моделями. С целью оконтуривания планетарных геотектонических структур, унаследованных и подчеркиваемых гравитационным полем Земли, проведена генерализация карты эквипотенциальной поверхности силы тяжести, или геоида [4]. Для этого на карте в виде точек фиксировались пересечения изолиний его высот с географическими параллелями. Отклонение каждой точки от географической параллели, нанесенной на карту, откладывалось в едином масштабе с целью обозначения ее абсолютной величины: выше параллели – положительной, ниже – отрицательной (рис.,а). В итоге на пяти географических параллелях установлены соответствующие ряды положительных и отрицательных высот геоида. Их корреляция по знаку позволила выделить на поверхности геоида шесть регулярно знакопеременных зон: I-III – глобальные низменности, IV-VI – такие же возвышенности. Из них зоны I-III характеризуются отрицательными значениями высот в пределах 1–100 м при средневзвешенной величине около 80 м, а зоны IV-VI имеют превышения от 10 до 60 м при средневзвешенном значении около 15 м. Превышение в 5 и более раз средневзвешенных отрицательных отклонений от положительных дает основание говорить о таком же преобладании современных погружений поверхности геоида над его воздыманиями. Регулярность смены знака заставляет думать о компенсационной природе погружений. Несмотря на сложную конфигурацию выявленных глобальных структур, обнаруживается общая тенденция ориентировки их большинства, близкая к меридиональной. Из указанной закономерности выпадают только южные части зон IV и V с диагональной СЗ-ЮВ ориентировкой.

Общие субмеридиональные направления домезозойских палеомагнитных экваторов в низких широтах современных координат близки к простираниям древних срединно-океанических хребтов [6]. Такое их положение позволяет отнести аналогичные направления тектонического плана поверхности геоида к реликтовым, а СЗ-ЮВ ориентировку считать новообразованием. Субмеридиональное заложение геоструктур геоида произошло в докембрии, активно подновлялось в палеозое и к настоящему времени обрело современные очертания. Это, в свою очередь, свидетельствует о чрезвычайной геодинамической консервативности физически гетерогенной системы геоида и исключает его мобильность в домезозойскую эру.

По свидетельству Н.Я. Кунина, «достигнутая к настоящему времени плотность сейсмической информации по рельефу H_m вполне достаточна для корректных суждений об основных чертах поверхности мантии» [3]. Им же отмечаются два главных экстремума в рельефе: 8-15 км – океаническая кора и 30-50 км – континентальная кора. Отношение величины наибольшего погружения поверхности мантии к наименьшему составляет те же, что и в модели геоида, пять с лишним раз.



Распределение аномальных масс в оболочке Земли [3, 5-8] с дополнениями авторов.

Рельефы: а – поверхности геоида, б – поверхности мантии, в – поверхности субъядра; рельеф геоида: 1 – положительный, 2 – отрицательный; 3 – рельеф мантии; 4 рельеф субъядра; 5 – границы тектонических зон (геоструктур); 6 – границы сквозьмантийной низкоскоростной аномалии и суперплума; 7 – палеоэкваториальные узлы: Красноморский и Туамоту

Схема основных морфоструктур мантии генерализована по примеру рис.,а. Только в вертикальном масштабе фигурируют километры, откладываемые от географической параллели вниз (рис.,б). Как и на предыдущей модели, здесь выделены шесть тектонических зон: I-III – поверхности океанической мантии (возвышенности); IV-VI – поверхности континентальной мантии (низменности). Это разделение проводилось по нижнему пределу океанического экстремума [3]. Тем самым условно принималось, что поверхность мантии глубже 15 км относится уже к континентальной коре. Наибольшие – до 50 км – глубины поверхности мантии континентальной коры не обнаруживают видимой пространственной закономерности. Они присутствуют в зоне IV, непосредственно под Тибетом, в зоне V, непосредственно под Австралией и в зоне VI, непосредственно под Южной Америкой. Все они связаны на земной поверхности с областями интенсивного магматизма, что утяжеляет кору: в Тибете – в альпийскую эпоху, в Австралии – в архее, в Южной Америке – в протерозое [7]. В целом же поверхность мантии под континентальной земной корой погружена на меньшие, но все же значительные глубины. Создается впечатление, что океаническая мантия, чья поверхность находится на глубине 15 км, выдавлена погружившейся континентальной корой на более высокий уровень, в чем, собственно, и состоит известный принцип изостатической компенсации. Поскольку глубины астеносфер, на уровне которых происходит компенсация, для континентальной и океанической литосфер разные, соответственно 200 и 70 км [1], общим для них уровнем может оказаться слабвязкий сферический слой субъядра. В отличие от структур поверхности геоида, перечисленные выше тектонические зоны поверхности мантии при всей своей сложной конфигурации, обнаруживают четкую общую СЗ-ЮВ ориентировку. Это свидетельствует о несогласованности общих тектонических планов поверхностей мантии и геоида, но указывает, в частности, на хорошую пространственную корреляцию с южными частями тектонических зон IV и VI геоида (рис.,а).

Сейсмотомографические исследования позволили А. Морелли и А. Дзевонскому [8] построить карту рельефа земного субъядра (рис.,в). Поскольку она не перегружена картографическим материалом и хорошо читается в тектоническом плане, операция генерализации к ней не применялась. Однако, как и на предыдущих моделях, здесь четко просматриваются те же шесть регулярно знакопеременных тектонических зон: I-III – положительные формы рельефа с перепадами высот от 2 до 6 км. Наибольшее поднятие в рельефе субъядра располагается под северной частью Атлантического океана, наименьшее – под южной частью Индийского океана. Среднее между ними Восточно-Тихоокеанское поднятие имеет высоту 4 км, однако оно самое крупное из перечисленных по общим размерам и, таким образом, доминирует на Земле. Пониженным рельефом характеризуются тектонические зоны IV – VI. Зона V осложнена Филиппинской (Va) и Новозеландской (Vб) локальными депрессиями. Относительные глубины зон составляют 2 км, а локальных депрессий – 4 км. Тектоническая особенность этой модели – отчетливо выраженное СЗ-ЮВ простирание геоструктур, общее, как и на предыдущем уровне, для всех знакопеременных зон.

Сравнительный анализ трех главных поверхностей Земли показал повсеместное наличие над каждой из них шести регулярно знакопеременных геоструктур, которые, располагаясь друг над другом, не обнаруживают сколько-нибудь заметного латерального взаимного перемещения. Однако наиболее впечатляющим результатом этого анализа представляется обнаружение тесной коррелятивной связи между геоструктурами поверхностей мантии и субъядра (см. рис.,б, в). В постановке задачи о допустимости перемещения литосферных плит, такая геоструктурная согласованность, которую не в силах разрушить даже залегающий между ними слабвязкий слой верхней астеносферы, подчеркивает, согласно априорному условию, отсутствие, невозможность их миграции. Полагаем, что этот весьма важный геотектонический вывод вместе с материалами пространственного распределения домезозойских палеомагнитных экваторов [6], весомерно оппонирует гипотезе крупномасштабного перемещения литосферных плит.

Возникновение положительных гравитационных неоднородностей внутри оболочки Земли изменяет, как указывалось, направление главного момента ее инерции. В итоге доминирующая неоднородность должна переместиться в низкие широты и разместиться там симметрично по отношению к экватору. Из всех положительных структур в рельефе субъядра такое положение занимает Восточно-Тихоокеанская неоднородность (рис.,в). Реликтовой ее назвать нельзя по причине диагонального расположения. Следовательно, это – новообразование. Представляется, что именно его гравитационная неоднородность, в своем стремлении выйти на экватор, развернула оболочку Земли и обусловила пространственное изменение положения палеомагнитных экваторов, начиная с триаса [6]. А именно, построенные по координатам соответствующих древних магнитных полюсов палеомагнитные экваторы образовали на стереографических проекциях две крупные разновозрастные группы [6]. В более древнюю, ориентированную в современных низких широтах Земли субмеридионально, вошли домезозойские палеомагнитные экваторы. Они оказались в той или иной степени пространственно привязанными к георифтогенам срединно-океанических хребтов, имеющим в современных низких широтах Земли такие же, близкие к меридиональному, простирания. Более молодая – мезозойская – группа ориентирована в субширотном направлении, близком к современной тектонически ослабленной и потенциально рифтогенной приэкваториальной области Земли. Такая значительная по величине и разная по возрасту переориентировка палеомагнитных экваторов, установленная на статистически представительном материале, думается, не случайна. Обращает на себя внимание плане-

тарный характер указанной перестройки: горизонтально перемещаются не отдельные плиты, а одновременно и целиком их ансамбли, что свидетельствует о более глубоком расположении поверхности перемещения, нежели это принято для тектоники литосферных плит. Таким образом, грандиозная 90-градусная перестройка произошла на границе палеозоя и мезозоя, примерно 230 млн. лет тому назад, и была вызвана перемещением древней и самой крупной на Земле Восточно-Тихоокеанской гравитационной неоднородности по поверхности слабвязкого субъядра Земли [6]. Это перемещение повлекло за собой не только резкое изменение полярности геомагнитного поля в сторону его прямой намагниченности, но только сопровождалось обострением эндогенных процессов в виде планетарного платобазальтового тектономагматизма, не только вызвало общую регрессию Мирового океана в перми, но также изменило расположение климатических зон планеты в связи с изменившимся положением ее поверхности по отношению к стационарному направлению Солнечной радиации. Последнее событие привело к биотической катастрофе – вымиранию наибольшего за всю историю Земли количества семейств морских животных, представители которых не успели адаптироваться к резко изменившимся экологическим условиям планеты [2]. Трансформация геомагнитного поля и усиление глобального магматизма – эти два фактора, связанные непосредственно с жидкофазным веществом субъядра, в это время могут напрямую коррелировать с гидродинамическими его возмущениями, вызванными глобальной тектонической перестройкой.

ЛИТЕРАТУРА

1. Жарков В.Н. Внутреннее строение Земли и планет. – М.: Наука, 1983. – 416 с.
2. Катастрофы и история Земли. Новый униформизм. / Под ред. У. Бергтена и Дж. Ван Кауверинга. – М.: Мир, 1986. – 471 с.
3. Кунин Н.Я. Строение литосферы континентов и океанов. – М.: Недра, 1989. – 236 с.
4. Океанология 2. Геофизика океана. Геодинамика. – М.: Наука, 1979. – 416 с.
5. Оровецкий Ю.П. Корреляция геоструктур главных поверхностей Земли // Геофиз. журн., 2002. – 24. № 4. – С. 102-108.
6. Оровецкий Ю.П., Коболев В.П. Горячие пояса Земли. Киев: Наукова Думка, 2006. 312 с.
7. Тектоническая карта мира, М 1: 15 000 000 / под ред. Ю.Г. Леонова, В.Е. Хаина. – Л.: Мингео СССР (ВСЕГЕИ), 1982.
8. Morelly A., Dzevonsky A. Tomography of the core-mantle boundary and lateral homogeneity of the liquid core // Nature, 1987. – V. 325, № 6. – P. 678-683.

ИЗУЧЕНИЕ МАССИВОВ ГОРНЫХ ПОРОД ДЛЯ УСТАНОВКИ СТАНЦИЙ КРАТКОСРОЧНОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ

Паламарчук В.К., Глинская Н.В., Мищенко О.Н., Прялухина Л.А., Тимичева В.М.

ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт геологии и минеральных ресурсов Мирового океана»,
г. Санкт-Петербург, labmgm@yandex.ru, palvas@mail.ru

Мониторинговые наблюдения за изменением напряженного состояния геологической среды осуществляютс-я путем установки в различных блоках пород приемников акустической эмиссии, а источники возмущений могут находиться как в самой среде, так и за ее пределами [1].

Внутри массива напряжение (энергия) может перераспределяться и/или накапливаться как за счет внутренней энергии, так и за счет привноса энергии от внешних источников. В некоторых блоках пород исследуемой среды происходит накопление энергии упругой отдачи. Отдача накопленной энергии происходит посредством возникновения или усиления собственных колебаний массива в целом или его составных частей.

Таким образом, можно говорить о том, что усиление собственных колебаний массива свидетельствует о накоплении и/или перемещении энергии внутри массива. Это характеризует энергоемкость массива, и возможность отдачи (передачи) энергии как внутри массива, так и за его пределы. Предвестники удаленного землетрясения, которые пришли в такой массив, могут накопить энергию упругой отдачи или усилить колебания массива на его собственных частотах и спровоцировать благодаря этому микроземлетрясения. Такие микроземлетрясения, совместно с акустическими сигналами на собственных частотах массива и/или его блоков, являются комплексными предвестниками.

Прогнозирование удаленных землетрясений по предвестникам, обнаруженным в акустической эмиссии, сигналы которой прошли сквозь имеющую блоковое строение земную кору на большие расстояния – от активизированного очага землетрясения до наблюдателя – и сохранили достаточную для их обнаружения амплитуду возможно именно благодаря явлению усиления этих сигналов в каждом блоке на их собственных (резонансных) частотах. Вот почему упругие волны задерживаются в каждом блоке до тех пор, пока их амплитуда не достигнет достаточного уровня, благодаря которому эти волны приобретают достаточную энергию для перемещения внутри геологической среды, имеющей блоковое строение от блока к блоку. Те волны, которым не хватает энергии для достижения необходимого уровня интенсивности, быстро затухают [2].