

СИНХРОННЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ НЕПРИЛИВНЫХ ВАРИАЦИЙ ВЕРТИКАЛЬНОГО ГРАДИЕНТА СИЛЫ ТЯЖЕСТИ НА ВОРОНЕЖСКОМ КРИСТАЛЛИЧЕСКОМ МАССИВЕ И БАЛТИЙСКОМ ЩИТЕ

В.Н.Глазнев*, В.И.Жаворонкин, А.В.Матюшкин**, С.В.Слюсарев, В.Н.Чирков

Воронежский государственный университет

**Геологический институт Кольского научного центра РАН, г. Апатиты*

***Апатитский филиал Петрозаводского государственного университета*

Известно, что вертикальный градиент поля силы тяжести изменяется во времени. Эти изменения носят сложный, многокомпонентный характер и определяются различными факторами. Главными из этих факторов являются вращение Луны вокруг Земли и вращение Земли вокруг Солнца. Связанная с ними компонента вариаций носит периодический характер, что подтверждается хорошей корреляционной связью вариаций градиента силы тяжести с циклическими перемещениями масс в системе Солнце – Земля – Луна. На фоне этой основной составляющей существует еще одна, аperiodическая составляющая, впервые установленная в результате экспериментальных исследований сотрудниками кафедры геофизики Воронежского государственного университета [1] – так называемая компонента неприливых вариаций вертикального градиента силы тяжести. Многолетние исследования показали, что неприливые вариации вертикального градиента имеют периоды в диапазоне от нескольких до 300 минут при максимуме вариаций, приходящемся на период 60 минут. В последующих работах было показано, что эти возмущения гравитационного поля тесно связаны с собственными колебаниями Земли и в различных ее регионах несколько различаются между собой. Режимные наблюдения неприливых вариаций позволили предположить возможное наличие связи между их характером и современной сейсмичностью земной коры, а также особенностями внутреннего строения Земли. В итоге была сформулирована задача дальнейших исследований по уточнению периодов и спектров неприливых вариаций, изучению их зависимости от географической широты и выявлению их связи с геологическим строением и тектонической активностью конкретных участков земной коры.

С этой целью с 24 октября по 10 ноября 2001 г. проведены синхронные измерения неприливых вариаций вертикального градиента силы тяжести в г.г. Воронеже и Апатиты. Наблюдения проводились по методике разработанной на кафедре геофизики ВГУ [1, 2] в течении трех часов ежесуточно. Подобная продолжительность цикла позволила уверенно выделять периоды в интервале от 10 мин до 1,5 часов. Нижний предел определяется интервалом между наблюдениями, который составлял 3–5 мин.

Полученные результаты наблюдений в обоих пунктах, представленные в виде графиков, обрабатывались по единой методике. В некоторые дни (3 ноября в Воронеже и 2–3 ноября в Апатитах) наблюдались интенсивные микросейсм, обусловленные прохождением сильных циклонов по северу Скандинавии и России, что не позволило считать наблюдения достоверными. В целом, наблюдения в Апатитах в большей степени подвержены влиянию микросейсм.

Наиболее удачный график корреляции неприливых вариаций градиента в Воронеже и Апатитах представлен на рис. 1. В общих чертах изменение вариаций в обоих пунктах близко по характеру, но вместе с тем отмечается сдвиг по фазе на 20 – 30 минут. В максимальной степени это характерно для вариаций с периодом более 1 часа. Отметим, что указанный фазовый сдвиг совпадает с разницей долгот пунктов наблюдения: Апатиты $\sim 33.4^\circ$ в.д., Воронеж $\sim 39.2^\circ$ в.д., что составляет $\sim 5.8^\circ$ по долготе или около 23 минут по универсальному времени.

Усредненные по всем циклам графики неприливых вариаций в каждом пункте наблюдений использовались для расчета усредненных периодограмм. Несмотря на внешне небольшое расхождение между периодограммами для Воронежа и Апатит (рис. 2а), в обоих пунктах наблюдения отмечаются весьма сходные периоды вариаций. Некоторое отличие между периодограммами можно объяснить двумя причинами. Во-первых, уровень микросейсм для Воронежа, расположенного в центре Восточно-Европейской платформы, и для Апатитов, находящихся на небольшом удалении от Северной Атлантики, – существенно различен. Во-вторых, наличие субъективного фактора, поскольку операторы в Апатитах не имеют большого опыта мониторинговых наблюдений с высокочувствительными гравиметрами.

В спокойные дни периодограммы и спектры вариаций в Апатитах и Воронеже совпадают между собой с достаточной степенью точности (рис. 2б и 3а). Следует отметить, что имеются примеры и резкого различия спектрального состава в наблюдаемых вариациях, как это показано на рис. 3б. Детальный анализ таких различий будет выполнен в ходе

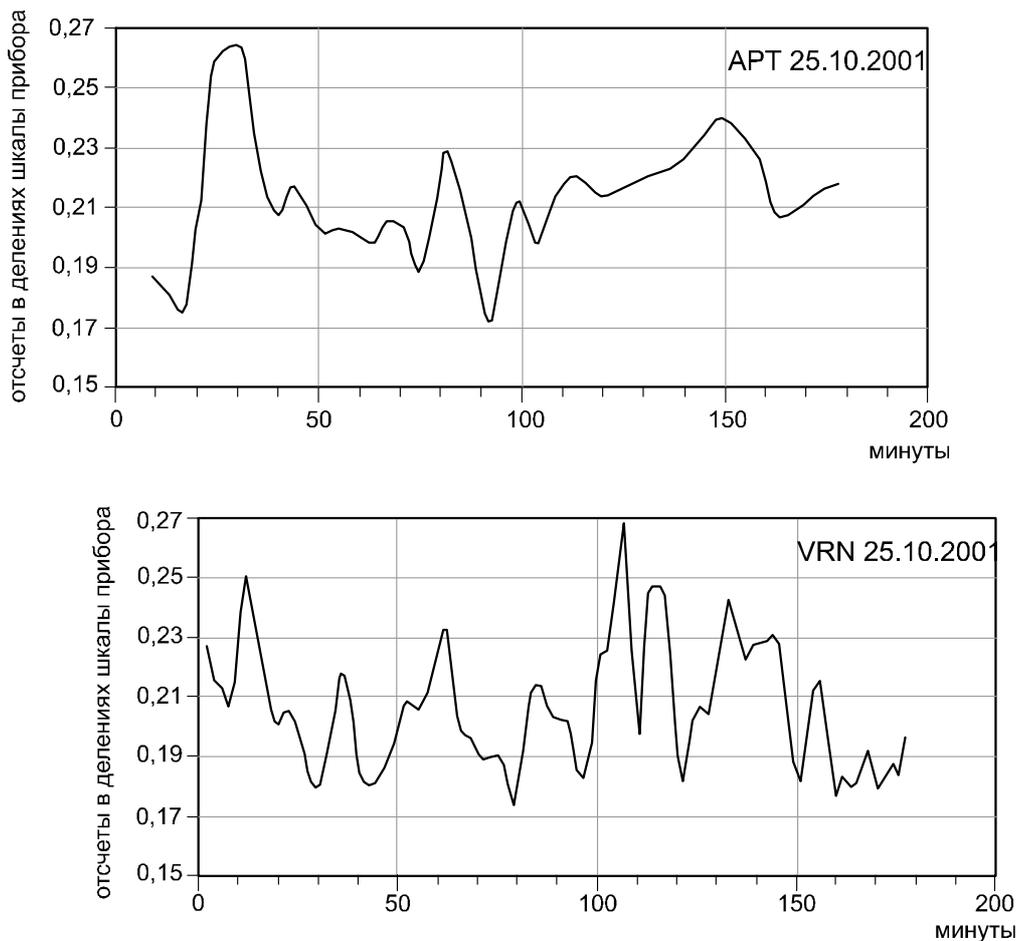


Рис. 1. Характер изменения вертикального градиента 25.10.2001 в г.г. Воронеж (VRN Vz) и Апатиты (APT Vz).

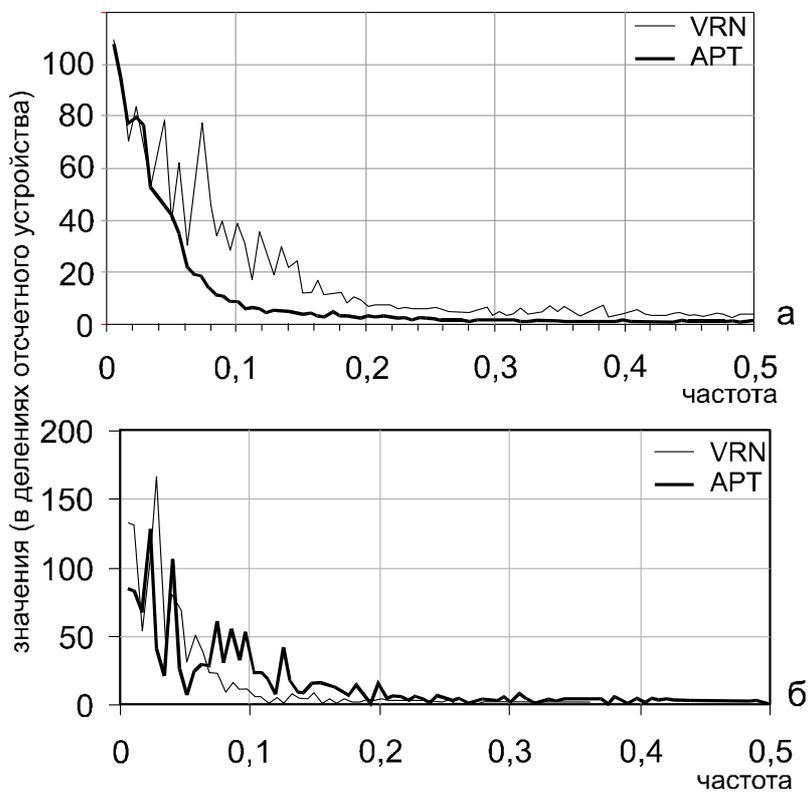


Рис. 2. Сопоставление периодограмм в г.г. Воронеже и Апатиты: а) сравнение обобщенных периодограмм; б) сравнение периодограмм в спокойные дни.

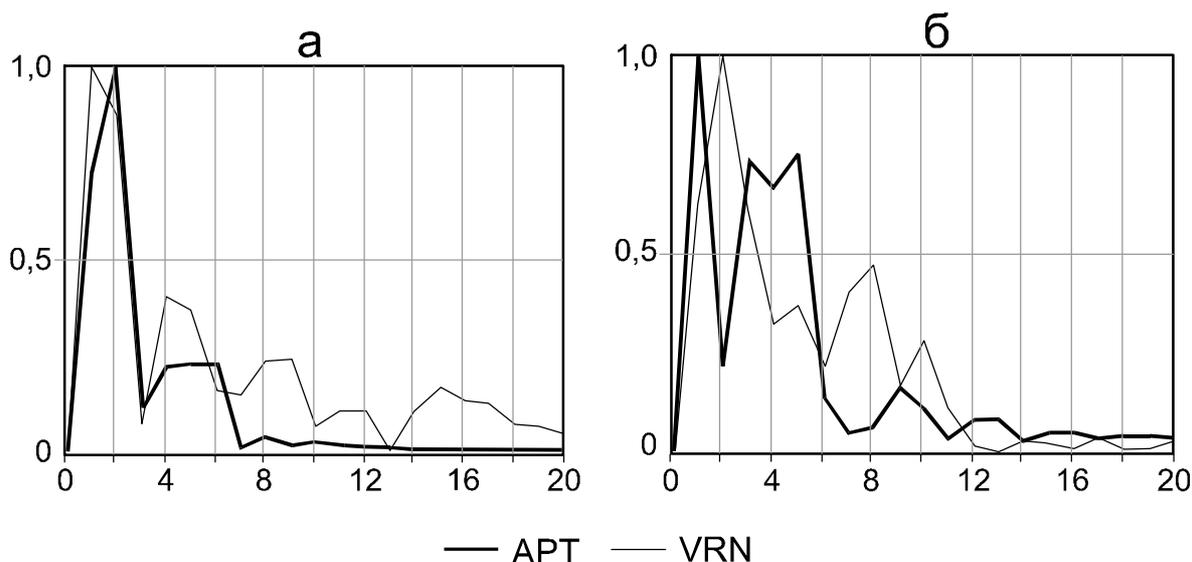


Рис. 3. Примеры согласования частотного состава для синхронных наблюдений V_{zz} : а) хорошего согласования за 26 октября 2001 (нормированные значения спектров: $Apt_порт$ - наблюдения в г. Апатиты, $Vrn_порт$ - наблюдения в г. Воронеже); б) плохого согласования за 30 октября 2001 г.

Таблица
Периоды собственных колебаний Земли и неприливных вариаций вертикального градиента, наблюдаемых с помощью гравиметра, и сопоставление их с теоретическими данными

Теоретические и экспериментальные значения периодов собственных колебаний (мин)			Экспериментальные значения периодов вариаций вертикального градиента силы тяжести (мин)	
Теоретические		Экспериментальные		
Модель Буллена	Модель Гутенберга	УКЛА	ВГУ 24.10-1.11.01	Апатиты 24.10-1.11.01
59,02			59,33	58
53,7	53,7	52,8/54,98		
44,48	44,32		44,5	43,5
40,64	40,73			
35,5	35,33	35,24/35,87	35,6	34,8
28,99	29,91		29,7	29
25,73	25,54	25,58/25,85	25,43	24,86
24,75	24,32	24,64		
			22,25	21,75
20,65	20,72	20,46		
19,83	19,66	19,85	19,78	19,33
17,94	17,63	17,68/17,88	17,8	17,4
16,12	15,92	16,07	16,18	15,82
15,49	15,15	15,03		
14,38	14,11	14,3	14,83	14,5
13,64	13,44	13,53	13,69	13,39
13,58	13,25	13,42		
12,32	12,05	12,24	12,71	12,43
12,25	11,96	12,08		
11,95	11,74	11,78	11,87	11,6
10,77	10,54	10,57	10,89	10,88
9,99		10,21	10,47	10,24

дальнейшей статистической обработки всего комплекса наблюдений.

Полученные усредненные периоды вариаций вертикального градиента в Воронеже и Апатитах, приведенные в таблице, совпадают с теоретическими периодами собственных колебаний Земли для некоторых её моделей [3] и практическими наблюдениями собственных колебаний, по данным Калифорнийского университета. Отмеченное согласие периодов неприливных вариаций вертикального градиента и собственных колебаний Земли, возможно, свидетельствует о связи этих двух явлений.

Заключение

Рассматривая результаты синхронных измерений неприливных вариаций вертикального градиента силы тяжести в пунктах наблюдений Воронеж и Апатиты, можно констатировать, что при общем сходстве вариаций в этих пунктах имеются и существенные различия в наблюдениях. Первоочередной задачей обработки результатов измерений вариаций должно быть выяснение характера и природы таких различий. Для этого необходимо включить в систему синхронных наблюдений еще один пункт существенно южнее г. Воронежа и второй пункт, желательно расположенный в активной тектонической зоне. Подобные синхронные наблюдения могут иметь большое значение при изучении внутреннего строения Земли.

Исследования выполнены при поддержке гранта РФФИ 99-05-65015 и гранта Е 0075 "Интеграция".

ЛИТЕРАТУРА

1. Антонов Ю.В., Слюсарев С.В. Неприливные вариации вертикального градиента силы тяжести и их возможная связь с землетрясениями // Изв. вузов. Геол. и разведка. -1992. -№ 5. -С.105–110.
2. Антонов Ю.В., Манаков А.В., Слюсарев С.В. Возможная природа вариаций вертикального градиента силы тяжести // Изв. вузов. Геол. и разведка. -1996. -№ 1. -С.144–145.
3. Антонов Ю.В., Слюсарев С.В., Чирков В.Н. Результаты синхронных наблюдений за изменением вертикального градиента силы тяжести в Якутии и Воронежском массиве // Вестн. Воронеж. ун-та. Сер. геол. -1996. -Вып.2. -С. 182-186.

УДК 550. 831

НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОСТРАНСТВЕННО-СТАТИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ГРАВИТАЦИОННОГО И МАГНИТНОГО ПОЛЕЙ В ПРЕДЕЛАХ ВКМ

Д.А.Иванов, К.В.Кобзева, О.М.Муравина

Воронежский государственный университет

В настоящее время остро стоит проблема в полной мере использовать современные компьютерные технологии при интерпретации геофизической информации. Географические информационные системы (ГИС) широко применяются, главным образом, для создания электронных версий различных геологических и геофизических карт. Однако, представление информации в цифровом виде дает возможность широко использовать различные приемы численного анализа данных, применяя программное обеспечение ГИС. Автоматизация всех вычислений приводит к получению значительного объема новой информации, осмысление которой, невозможно без максимального использования геологических данных. Принцип многослойной организации электронной ГИС-карты позволяет с одной стороны объединить геофизическую и геологическую информацию, а с другой стороны, существенно упростить ее анализ.

В статье приводятся некоторые результаты пространственного статистического анализа гравитационного и магнитного полей в пределах Воронежского кристаллического массива. В качестве геологической основы использована “Схема структурно-формационного районирования Воронежского кристаллического массива” масштаба 1 : 2 500 000, авторы В.И.Лосицкий, В.И.Костюков, С.П.Молотков, Н.М.Чернышов, И.С.Вассерман. Авторами статьи была создана электронная версия этой карты. В основе электронных карты магнитного и гравитационного полей лежат соответствующие карты масштаба 1:2 500 000. Векторизация карт проводилась инструментами программ Easy Trace, Arcview 3.1, MapInfo. Последующая пространственно-статистическая обработка выполнялась с помощью ГИС Парк 4.

На первом этапе работы геологические структуры изучаемой территории были сгруппированы в

классы объектов в соответствии со схемой структурно-формационного районирования ВКМ. Всего было выделено 10 классов объектов :

1 класс - Внеранговые структуры: Волго-Уральский сегмент, Украинский щит.

2 класс - Внеранговые структуры: Пачелмский авлакоген, Днепровско-Донецкая впадина, Витебская впадина, Клиновская впадина, Прикаспийская впадина.

3 класс - Структурно-формационные элементы раннеархейские нуклеарного этапа. Мегаблоки 1-го ранга: а – КМА, б – Калачско-Эртильский. Формации; серогнейсовая (обоянская серия) и ультрамафитовая (бесединский комплекс); Нуклеарные купольно-кольцевые структуры (4-го ранга).

4 класс – Структурно-формационные элементы позднеархейского рифтогенно-орогенного этапа. Рифтогенные структуры (3-го ранга): формации осадочно-вулканогенные (риолит-базальт-коматитивая и железисто-кремнисто-базальтовая) – михайловская серия и ультрамафитовая (дунит-перидотитовая) – сергиевский и белогорьевский комплексы;

5 класс – Структурно-формационные элементы позднеархейского рифтогенно-орогенного этапа. Орогенные инъективные структуры (4 – 5-го ранга). Плутоны автохтонных гранитоидов; формация плагио- и микроклиновых гранитов и мигматитов (салтыковский комплекс);

6 класс – Структурно-формационные элементы раннекарельские геосинклинально-коллизивно-тафрогенного этапа. Геосинклинальные: Воронцовский мегасинклинорий – эпикратонный прогиб (2-го ранга): флишоидная формация (воронцовская серия); Лосевский протоавлакоген (3-го ранга): формации кластогенно-вулканогенная (лосевская серия) и вулcano-плутоническая габбровая (рождественский комплекс) AR₂-PR₁;