

НЕПРИЛИВНЫЕ ВАРИАЦИИ ВЕРТИКАЛЬНОГО ГРАДИЕНТА СИЛЫ ТЯЖЕСТИ**Ю. В. Антонов, А. К. Рыбин****Воронежский государственный университет,***Учреждение Российской академии наук, Научная станция Российской академии наук,
г. Бишкек, Киргизстан**Поступила в редакцию 2 марта 2008 г.*

Аннотация. В статье приведены результаты синхронных наблюдений неприливых вариаций вертикального градиента силы тяжести в городах Воронеж и Бишкек (Кыргызстан). Пункты наблюдений выбраны специально, чтобы сравнить амплитуды и спектральные характеристики неприливых вариаций вертикального градиента силы тяжести на платформе и горном орогене с альпийской активизацией. Показано, что неприливые вариации вертикального градиента существуют синхронно в исследуемых пунктах, но имеют различные характеристики.

Ключевые слова: неприливые вариации вертикального градиента, сила тяжести, собственные колебания Земли.

Abstract. In the article the results of the synchronous observation of the non-tidal vertical Earth's gravity gradient in Voronezh (Russia) and Bishkek (Kyrgyzstan) have been presented. These points of the observation have been chosen especially for comparison of the amplitudes and spectral characteristics for non-tidal vertical Earth's gravity gradient in the platform area and typical Alpine orogeny area. As a results of the investigation the coincidence of the variation in time and the differences of their spectral characteristics have been shown.

Key words: non-tidal vertical Earth's gravity gradient, gravity, Earth's tides.

При измерении вертикального градиента силы тяжести в различных регионах бывшего Советского Союза (Памир, Тянь-Шань, Кавказ, Крым и т. д.) [1–4] отмечено влияние на результаты измерений вертикального градиента динамического состояния земной коры. Расхождения между контрольными и рядовыми измерениями нередко не соответствовали предполагаемым ошибкам измерения, исходя из кратности наблюдений на одном пункте. При этом погрешность единичного измерения принималась в два–три раза грубее реальной погрешности, и количество наблюдений было больше, чем требовалось погрешностью единичного наблюдения для достижения общей ошибки измерения, например, ± 10 – 15 этвеш. Кроме того, предыдущие исследования [1–4] показали, что неприливые вариации вертикального градиента носят планетарный характер и связаны с собственными колебаниями Земли. Но измерения неприливых вариаций были выполнены в ограниченном объеме,

особенно это касается синхронных наблюдений, поэтому для получения более достоверных выводов относительно характера вариаций необходимо провести дополнительные исследования.

Для выяснения указанных причин и несоответствий между расчетными и измеренными ошибками наблюдения специально проведены стационарные исследования в городах Воронеж и Бишкек. Наблюдения велись вдали от городов (не менее 25 км) в закрытых помещениях для исключения влияния погодных условий (в основном, ветер), что дает возможность более надежно оценить инструментальную погрешность измерений. Таким образом, все помехи, кроме землетрясений, практически были устранены.

Измерения проводились приборами различной конструкции, что, помимо некоторых неудобств, позволило более объективно говорить о существовании неприливых вариаций вертикального градиента. В Воронеже использовался высокоточный гравиметр, созданный К. Е. Веселовым и имеющий цену деления около 1 мГал/об. и чувствительность

порядка 0,003 мГал. В Бишкеке использовался автоматизированный гравиметр GS-5 примерно с теми же техническими характеристиками, может быть, уступающий немного российскому гравиметру в чувствительности. Главным недостатком российского гравиметра служит то, что отсчеты производятся визуально, и поэтому невозможно строго выдерживать равные промежутки времени между замерами, что привносит дополнительную погрешность за счет смещения нуля-пункта и лунно-солнечных вариаций силы тяжести. Наблюдения осуществлялись в течение трех часов со 2 июня по 11 июня 2008 года. К сожалению, увеличить интервал наблюдения трудно из-за физического состояния оператора на российском гравиметре.

Методика обработки была достаточно простой. Наблюдения силы тяжести на верхней и нижней площадках вышки предварительно сглаживались, чтобы уменьшить влияние случайных погрешностей. Интервал сглаживания включал в себя три точки. По сглаженным значениям силы тяжести вычисляли разности значений силы тяжести вверх

и вниз и среднее значение градиента по разностям. Затем строили кривую изменения градиента относительно среднего значения. Оказалось, что изменения носят апериодический характер с элементами случайных погрешностей.

Были построены графики изменения неприливных вариаций вертикального градиента для Воронежа и Бишкека. Сравнение синхронных наблюдений показало, что вариации в общем случае совпадают между собой. Естественно, вариации осложнены погрешностями, носящими не только случайный, но и природный характер. Бишкек расположен в активной альпийской зоне, где происходят многочисленные мелкие землетрясения, не ощущаемые визуально, зато четко фиксируемые гравиметрами, так как гравиметры в принципе являются вертикальным сейсмографом Голицина.

В качестве примера представлены наблюдения за 8 июня 2008 года (рис. 1). На графике изменения вертикального градиента время дано в минутах (по горизонтальной оси). Указанный пример выбран не случайно. Измерения проводились после катас-

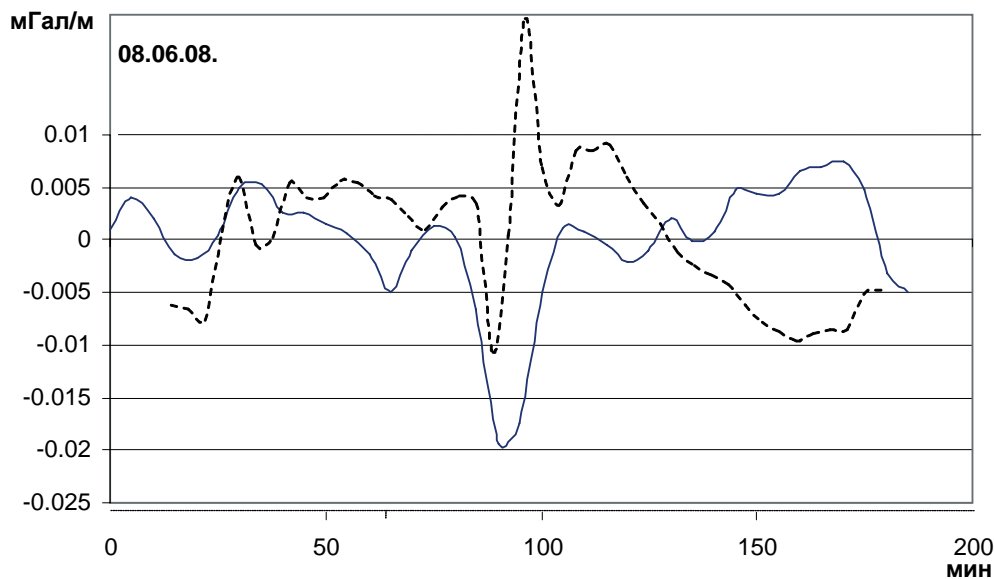


Рис. 1. Неприливные вариации вертикального градиента силы тяжести (пунктиром отмечен г. Воронеж)

трофического Синцзянского землетрясения в Китае. В последующие дни почти постоянно проходили дополнительные толчки. Все дни контролировались на предмет землетрясений не только в Китае, но и во всем мире по данным Геофизической службы России. 8 июня 2008 года землетрясений со значительной амплитудой нигде не было. Характер изменения вариаций в Воронеже и Бишкеке спокойный. Но, как видно из рисунка 1, в середине обоих графиков вдруг отмечается всплеск амплитуды вариаций градиента примерно в течение 20–30

минут. Вариации быстро затухают. Природа такого изменения амплитуды вариаций пока не понятна.

Таким образом, оценивая синхронность изменений неприливных вариаций вертикального градиента, можно склониться к тому, что собственные колебания Земли, вызывающие вариации, являются первичными, а землетрясения лишь усиливают эти колебания. Возможно, всплеск амплитуды вариаций 8 июня 2008 года – отголосок происходящих глубинных процессов в недрах Земли. Маловероятным представляется объяснить данное явление

техногенным фактором (взрыв), хотя и этого нельзя исключать.

Чтобы в какой-то мере не допустить влияние мелких землетрясений и случайных ошибок, были вычислены амплитудно-частотные спектры (рис. 2). Спектры достаточно хорошо отражают наличие тех или иных границ в Земле: глубинные границы характеризуются большими периодами. По статистике, для Воронежского региона характерны периоды около часа, что соответствует теоретическим

расчетам для моделей Земли по Буллену и Гуттенбергу в платформенных условиях. Для Бишкека, наоборот, характерны периоды колебаний в 31 мин, в редких случаях отмечаются часовые периоды. Видимо, в Тянь-Шаньском регионе, где идут горообразовательные процессы, произошла глубокая проработка земной коры, что, собственно, и определяет различие спектров в Воронеже и Бишкеке.

Работа выполнена по грантам РФФИ № 08-05-00716-а, № 08-05-10042-к

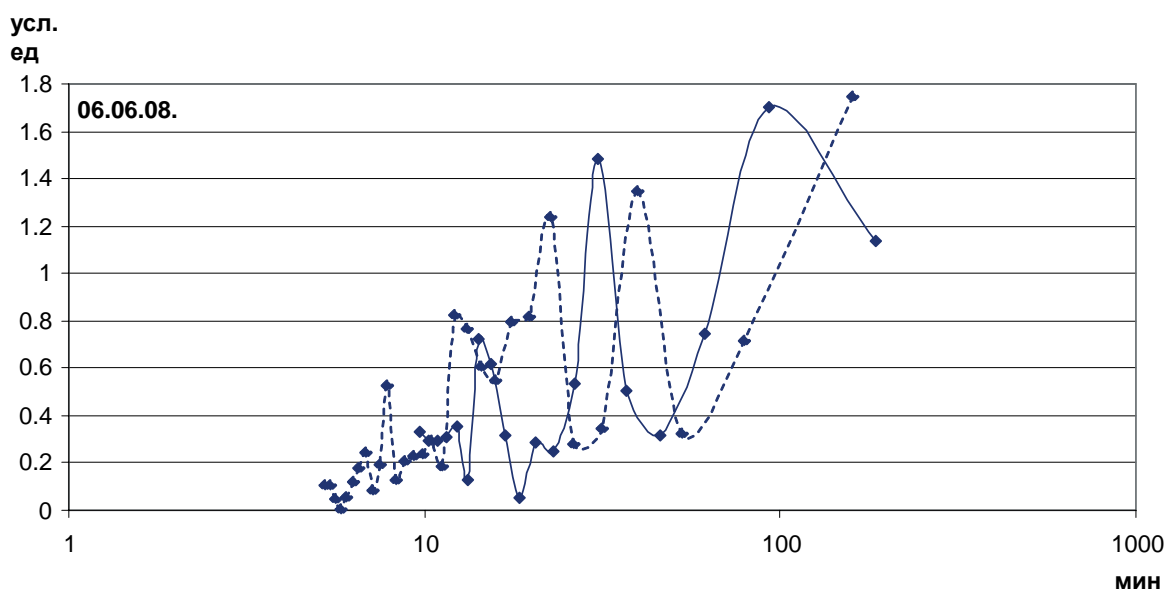


Рис. 2. Амплитудно-частотные спектры неприливных вариаций вертикального градиента силы тяжести (пунктиром отмечен г. Воронеж)

ЛИТЕРАТУРА

1. Антонов Ю. В. Неприливные вариации вертикального градиента силы тяжести и их возможная связь с землетрясениями / Ю. В. Антонов, С. В. Слюсарев // Изв. ВУЗов. Геология и разведка. – 1992. – № 5. – С. 101–105.

2. Антонов Ю. В. Результаты синхронных наблюдений за изменением вертикального градиента в Якутии и на Воронежском массиве / Ю. В. Антонов, С. В. Слюсарев, В. Н. Чирков // Вестн. ВГУ. Сер. геол. – 1996. – № 2. – С. 182–186.

3. Антонов Ю. В. Возможная природа вариаций вертикального градиента силы тяжести / Ю. В. Антонов, А. В. Манаков, С. В. Слюсарев // Изв. ВУЗов. Геология и разведка. – 1996. – № 1. – С. 144–145.

4. Антонов Ю. В. Неприливные вариации вертикального градиента силы тяжести / Ю. В. Антонов, С. В. Слюсарев, В. Н. Чирков // Геофизика. – 1997. – № 1. – С. 40–45.

Ю. В. Антонов, доктор технических наук, профессор, Воронежский государственный университет; тел.: (4732) 208-385; e-mail: yuriyantov@yandex.ru

А. К. Рыбин, кандидат физико-математических наук, директор Научной станции РАН, Учреждение Российской академии наук, Научная станция Российской академии наук, г. Бишкек; тел.: (10996312) 611-459; e-mail: rybin@gdirc.ru

Y. V. Antonov, Professor, Voronezh State University; tel.: (4732) 208-385; e-mail: yuriyantov@yandex.ru

A. K. Rybin, Doctor of Geology-Mineralogical Sciences, Candidate of Physico-Mathematical Sciences, Chief of Research Station RAN, Institution of the Russian Academy of Sciences, Research Station of the Russian Academy of Sciences, Bishkek (RS RAS); tel.: (10996312) 611-459; e-mail: rybin@gdirc.ru