

УДК 550.31, 528.27, 523.31

ПЕРВЫЙ ОПЫТ НАБЛЮДЕНИЙ ЗЕМНОПРИЛИВНЫХ
ПАРАМЕТРОВ ПО ГРАВИМЕТРИЧЕСКИМ ДАННЫМ
НА ТЕРРИТОРИИ КАМЧАТКИ

Абкадыров И.Ф., Букатов Ю.Ю.

Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН

Научный руководитель д.г.-м.н. Селиверстов Н.И.

Впервые были проведенные исследования приливных вариаций силы тяжести высокоточными автоматизированными гравиметрами Scintrex CG-5 Autograv на Камчатке. Определены значения земноприливных параметров (амплитудный (δ -) фактор и задержка фаз) для главной суточной волны O1 и главной полусуточной волны M2 на пунктах в поселке Ключи и в городе Петропавловск-Камчатский.

Ключевые слова: гравиметр Scintrex CG-5 Autograv, земноприливные параметры, волна O1, волна M2.

Изучение приливных вариаций силы тяжести является одним из перспективных методов геодинамических исследований. Приливные вариации силы тяжести вызваны воздействием на Землю переменным в пространстве и времени лунно-солнечным воздействием. Основными гармониками этих воздействий являются полусуточные и суточные составляющие, амплитуды и фазы которых в точке наблюдений на поверхности Земли зависят от упругости и вязкости земной коры и верхней мантии. Соответствующие коэффициенты усиления и углы задержки фазы, называемые земноприливными параметрами, определяются из гармонического анализа многомесячных записей. Они различны для разных периодов, что позволяет исследовать амплитудные и фазово-частотные характеристики земной коры и верхней мантии, непосредственно связанные с их упруго-вязкими свойствами [1,2,3].

В связи с этим, гравиметрические наблюдения за приливными возмущениями в таком тектонически активном прибрежном регионе как Камчатка представляют большой научный интерес.

Основными целями работы являлись:

1) исследование земноприливных параметров для главной суточной волны O1 ($T = 25$ ч 49 мин.) и главной полусуточной волны M2 ($T = 12$ ч 25 мин.) на территории Камчатки;

2) освоение методики наблюдений гравиметрами Scintrex CG5 Autograv приливных вариаций силы тяжести.

Стационарные наблюдения приливных вариаций силы тяжести проводились на двух пунктах. Выбор пунктов наблюдения основывался на разности их удалении от океана. Первый пункт находился в городе Петропавловск-Камчатский в здании сейсмостанции «Петропавловская», на расстоянии ≈ 13 км от океана. Второй пункт наблюдений «Ключи» был расположен в поселке Ключи в шурфе глубиной около 12 м на сейсмическом постаменте. Расстояние от второго пункта до океана составляло около 80 км.

Наблюдения выполнялись высокоточными автоматизированными гравиметрами Scintrex CG-5 Autograv (рис. 1а). Диапазон измерений этих приборов превышает 8000 мГал, а разрешающая способность составляет 0,001 мГал. Чувствительная система CG-5 Autograv представляет собой пружинные весы из плавленого кварца и является неастизированной. Гравитационная сила, приложенная к пробной массе, уравнивается пружиной, а ее вариации во времени компенсируются электростатической силой [4].

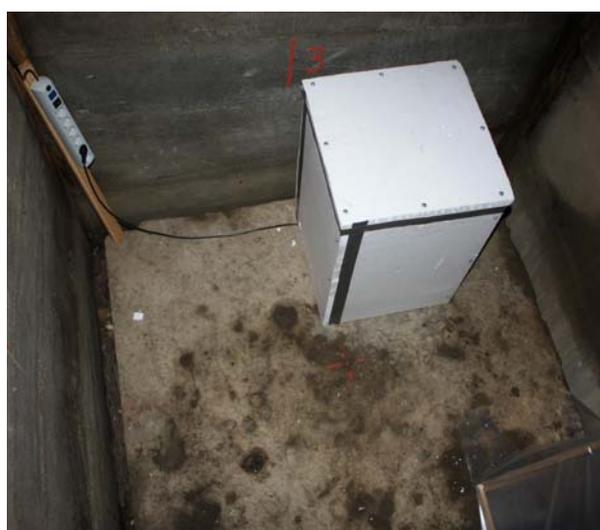
Время каждого цикла при регистрации приливных вариаций силы тяжести составляло 44 секунды, при этом осреднение проводится в течение 40 секунд. Учитывая то, что Камчатка является сейсмоактивным регионом, для устранения различных сейсмических шумов был использован встроенный в программу прибора сейсмический фильтр, при использова-

нии которого производится отбраковка отсчетов, отклонение которых от среднего значения превышает 6 стандартных отклонений текущей выборки. Кроме того, особое внимание уделялось привязке собственных часов гравиметров к шкале UTC с точностью не ниже 1 секунды. Привязка времени и синхронизация записи между приборами осуществлялась через GPS.

Также при регистрации было необходимо обеспечить температурную стабильность в помещениях не хуже 1°C . Для этих целей, например, на пункте «Ключи» гравиметр помещался в пенопластовый термоизолирующий бокс (рис. 1б).



а.



б.

Рис. 1. Гравиметры Scintrex CG5 Autograv на пункте в городе Петропавловск-Камчатский (а); гравиметр Scintrex CG5 Autograv в пенопластовом термоизолирующем боксе на пункте наблюдения в поселке Ключи (б).

Результаты наблюдений были подвергнуты обработке при помощи комбинации программ TSOFT, PRETERNA и ETERNA [5,6,7]. На первом этапе обработки использовалась программа TSOFT, с помощью нее визуально оценивалось качество записи (рис. 2). Так же с помощью этой программы осуществлялся перевод данных в формат, читаемый программой PRETERNA. В программе PRETERNA устранялись содержащиеся в исходных данных скачки и пробелы, выбросы, возникающие из-за землетря-

сений, высокочастотный шум. При этом программа не искажает спектр сигнала в области низких и средних частот. Далее с помощью пакета ETERNA выполнялся анализ на основе метода наименьших квадратов. Итогом такой обработки является получение значений амплитуд и фаз для основных приливных волн.

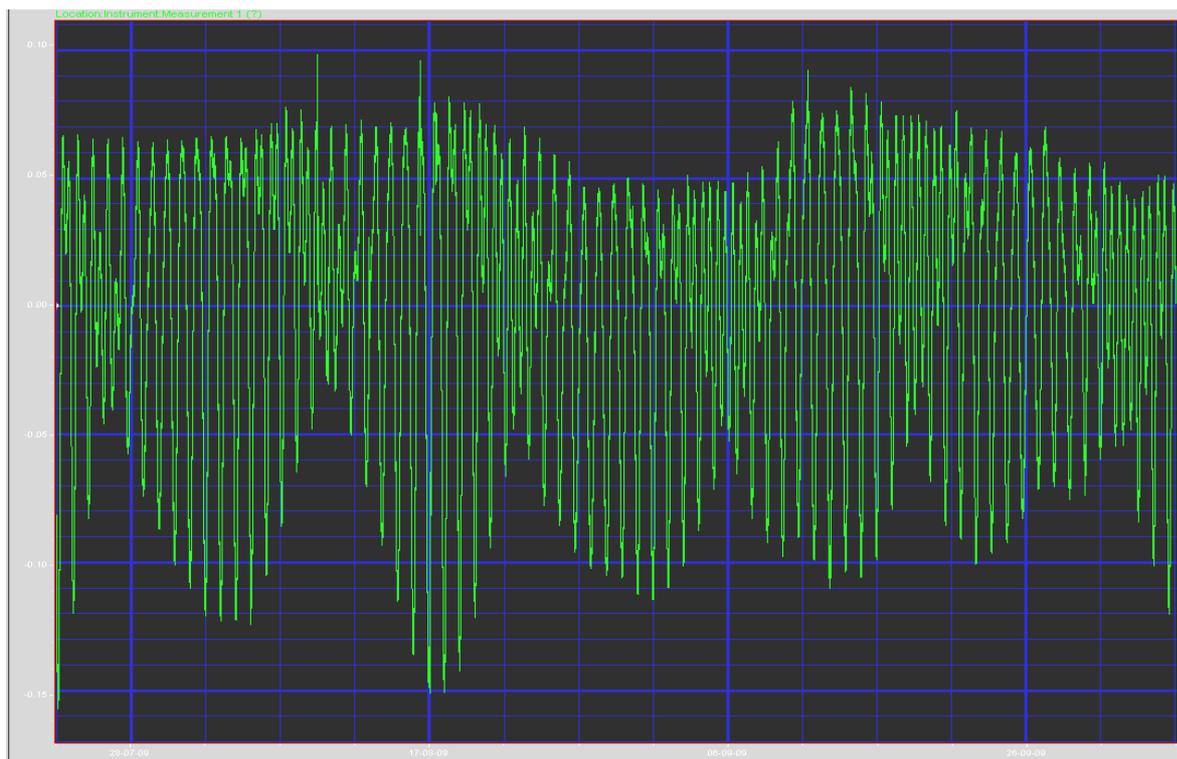


Рис. 2. Пример двухмесячной приливной записи на пункте в городе Петропавловск-Камчатский гравиметром Scintrex CG-5 Autograv.

Продолжительность наблюдений на разных пунктах, ввиду различных организационных причин, оказалась разной. Таким образом, время наблюдений в поселке Ключи заняло около 3 месяцев, но реально для расчетов было использовано 42 дня. Значения δ -фактора и задержки фазы для волн O1 в поселке Ключи составили $1,210 \pm 0,011$ и $3,239^\circ \pm 0,526^\circ$, соответственно. Для главной полусуточной волны M2 в данной пункте амплитудный параметр равен $1,153 \pm 0,005$ и задержка фазы $-3,090^\circ \pm 0,270^\circ$.

Для расчетов земноприливных параметров в городе Петропавловск-Камчатский использовалась запись продолжительностью более 200 дней. В результате были получены следующие значения для волны O1: δ -фактор –

1,238±0,003 и задержка фазы – 4,225°±0,159°; и для волны M2: δ -фактор – 1,180±0,002, задержка фазы – 2,962°±0,110°. Точность измерений на обоих пунктах составила порядка 0,001 мГал.

Такие значения задержек фаз для основных приливных волн на сейсмостанции «Петропавловская» оказались аномальными, в то время как, амплитудные факторы не сильно отличаются от модельных значений: для волны O1 δ -фактор – 1,248, задержка фазы – 3,155°; для волны M2 δ -фактор – 1,183, задержка фазы – 1,746° (пункт Петропавловск-Камчатский включен в базу данных Международного Центра Земных Приливов под номером 1405 P.KAM). Так, разность наблюдаемых и модельных значений задержки фазы, как для суточной волны, так и полусуточной составляет примерно 1°. Такое равенство разностей в задержках фаз, вероятнее всего, связано с реологическими свойствами верхней мантии. Более определенные выводы могут быть получены на основании более длительного периода наблюдения с привлечением еще нескольких пунктов.

В результате проведенных исследований была освоена методика наблюдений приливных вариаций силы тяжести гравиметрами Scintrex CG5. Были получены значения земноприливных параметров (амплитудного (δ -) фактора и задержки фаз) гравитационного поля для главной суточной волны O1 и главной полусуточной волны M2 на территории Камчатки.

Авторы выражают благодарность старшему научному сотруднику Государственного астрономического института им. П.К. Штернберга при Московском государственном университете им. М.В. Ломоносова, к.ф.-м.н. Копаеву А.В. за неоценимую помощь и консультации во время измерений и обработки данных, директору Камчатского филиала ГС РАН, к.т.н. Чеброву В.Н. за предоставление возможности проведения работ на сейсмических постах в различных пунктах.

Исследования выполнялись при финансовой поддержке гранта ДВО РАН № 09-III-B-08-463.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мельхиор П. Земные приливы. М.: Мир, 1968.
2. Изучение земных приливов // Сборник / Под ред. Парийский Н.Н. М.: Наука. 1980. 250 с.
3. Медленные движения земной коры // Сборник // Под ред. Парийский Н.Н., Саваренский Е.Ф. М.: Наука. 1972. 270 с.
4. Руководство по эксплуатации гравиметрическим комплексом CG5 Autograv Scintrex. Редакция 1.0, 2007.
5. TSoft Manual version 2.1.2, Royal Observatory of Belgium. 2008.
6. Wenzel H.-G. Earth tide processing package ETERNA 3.20 //Bull. d'Inf. Marees Terrestrees. 1994. №120. p. 9019-9022.
7. Wenzel H.G. Preterna – a preprocessor for digitally recorded tidal data //Bull. d'Inf. Marees Terrestrees. 1994. №118. p. 8722-8734.

THE FIRST EXPERIENCE OF SUPERVISION EARTH TIDAL PARAMETERS UNDER THE GRAVITY DATA IN TERRITORY OF KAMCHATKA.

Abkadyrov I. F., Bukatov Yu. Yu.

For the first time there were conducted researches of tidal variations of a gravity, high-precision automated gravimeters Scintrex CG-5 Autograv on Kamchatka. The paper contains results of Earth tidal parameter (amplitude factor (δ -) and phase delay) for main daily wave O1 and main semi-diurnal wave M2. Points of observation are situated in Kluchi and Petropavlosk-Kamchatski.

Key words: gravimeter Scintrex CG-5 Autograv, tidal parameter, wave O1, wave M2.