

КОЛЕБАНИЯ МИКРОДЕФОРМАЦИЙ ЗЕМНОЙ КОРЫ, ВЫЗВАННЫХ ОПАСНЫМИ СЕЙСМИЧЕСКИМИ ЯВЛЕНИЯМИ

FLUCTUATIONS OF MICRODEFORMATIONS OF THE EARTH CRUST CAUSED BY THE DANGEROUS SEISMIC PHENOMENA

С.Г. Долгих Г.И. Долгих

Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева ДВО РАН, sdolgikh@poi.dvo.ru

Using data laser strainmeter and the broadband seismograph, a part of a seismoakustiko-hydrophysical complex, have been registered large earthquakes of Far East region of Russia and Japan. It has been registered tests of Democratic People's Republic of Korea the nuclear weapon on May, 25th, 2009.

ВВЕДЕНИЕ

В нашей статье мы рассмотрим работу двух приборов лазерного деформографа и широкополосного сейсмографа. Широкополосный сейсмограф позволяет регистрировать только землетрясения, взрывы и другие сейсмические явления, но ввиду потребности приема точных оценок размера энергии от сейсмических явлений измерения необходимо проводить на уровне фоновых колебаний в широком диапазоне частот. Поэтому оборудование должно удовлетворять техническим условиям: высокая чувствительность и способность проводить измерения от (условно) 0 Гц. Таким требованиям отвечает, созданный на основе современных лазерно-интерференционных методах, лазерный деформограф. Лазерный деформограф позволяет не только регистрировать эти процессы, но также изучать физику и природу явлений [1].

РЕГИСТРИРУЮЩАЯ АППАРАТУРА

Лазерный деформограф неравноплечего типа создан на основе интерферометра Майкельсона (рисунок 1). Он состоит из источника излучения (лазера), коллиматора, плоско-параллельной пластины, плоских зеркал закрепленных на пьезокерамических основаниях под углом 90 градусов друг к другу, световода и уголкового отражателя. Принцип работы следующий: луч лазера попадает в коллиматор, где расширяется до диаметра в один сантиметр и попадает на плоско-параллельную пластину, на которой луч делится на два. Первая часть луча считается эталонной она попадает на плоские зеркала на пьезокерамических основаниях и возвращается обратно на плоско-параллельную пластину. Вторая часть луча проходит по световоду и попадает на отражатель, а затем по световоду возвращается на плоско-параллельную пластину. На пластине лучи сводятся в точку и между ними возникает интерференционная картина, которая принимается фотодиодом. С помощью цифровой системы регистрации считывается информация с фотодиода и передается на компьютер, на котором формируется банк данных всех приборов, входящих в состав сейсмоакустико-гидрофизического комплекса. Лазерный деформограф имеет следующие характеристики: точность измерений равна 0,3 нм, рабочий диапазон 0 (условно) до 1000 Гц, динамический диапазон не ограничен [2].

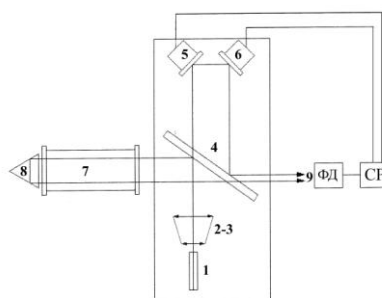


Рисунок 1 — Оптикоэлектронная блок-схема лазерного деформографа неравноплечего типа.

1 - лазер, 2 - оптический затвор, 3 - коллиматор, 4 - полупрозрачная плоско-параллельная пластина ПИ-100, 5 и 6 плоскопараллельные юстировочные зеркала на пьезокерамических цилиндрах типа PZT фирмы Clevite, 7 - световод, 8 - уголкового отражатель, ФД - фотодиод ФД-24К, СР – система регистрации

Широкополосный сейсмограф Guralp CMG-3ESPВ состоит из трех датчиков, которые позволяют измерять колебания почвы одновременно по трем направлениям север-юг, восток-запад и в вертикальном направлении. Чувствительность каждого датчика 0,003 – 50 Гц. Имея такой широкий диапазон CMG-3ESPВ может заменить множество приборов, которые традиционно используются в сейсмических обсерваториях. Электронная часть прибора позволяет измерять колебания на твердой, почти горизонтальной поверхности и компенсировать наклон до 3^0 от горизонтального положения. В комплект входит блок управления с помощью которого можно выполнить первоначальную установку, выравнивания и отцентровки прибора, так же этот блок позволяет тестировать и отлаживать прибор в процессе его работы. С сейсмографа выходит аналоговый сигнал, который необходимо оцифровать и передать на записывающее устройство, например 24-х разрядное АЦП GeoSIG GSR-24. Сейсмометр установлен в металлической трубе на глубине 3-х метров от поверхности земли на базе МЭС ТОИ ДВО РАН «м. Шульца» вдали от автомобильных дорог, для более точной и достоверной оценки сейсмических колебаний.

РЕГИСТРАЦИЯ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ

На юге Приморского края в непрерывном режиме работают 52,5 метровый лазерный деформограф и широкополосный сейсмограф, регистрирующие вариации микродеформаций земной коры. Рабочий диапазон частот лазерного деформографа от 0 до 1000 Гц, а рабочий диапазон частот широкополосного сейсмографа от 0,01 до 100 Гц. При обработке записей лазерного деформографа и широкополосного сейсмографа, были обнаружены землетрясения Дальневосточного региона России и Японии. Для примера приведем два землетрясения произошедших на Курильских островах и у берегов Японии.

На рисунке 2 приведены записи лазерного деформографа и широкополосного сейсмографа землетрясения на Курильских островах произошедшего 15 января 2009 года с магнитудой 7,4. Запись лазерного деформографа велась с частотой 1000 Гц, а широкополосного сейсмографа с частотой 100 Гц. Отфильтрованная запись лазерного деформографа приведена на рисунке 2а. Отфильтрованные записи трех компонент широкополосного сейсмографа приведены на рисунке 2б – компонента «север-юг», 2с – компонента «запад-восток», 2д – вертикальная компонента.

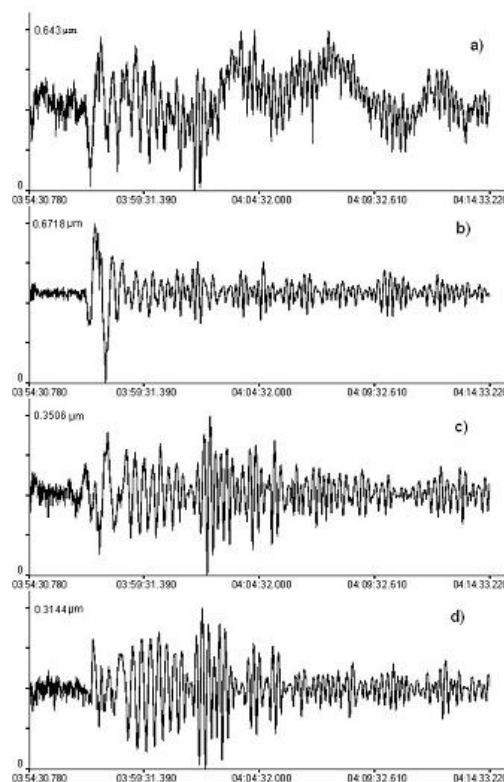


Рисунок 2. Запись лазерного деформографа и широкополосного сейсмографа землетрясения 15 января 2009 года

На рисунке 3 приведены записи лазерного деформографа и широкополосного сейсмографа землетрясения вблизи берегов Японии произошедшего 9 августа 2009 года с магнитудой 7,1. Запись лазерного деформографа велась с частотой 1000 Гц, а широкополосного сейсмографа с частотой 100 Гц. Отфильтрованная запись лазерного деформографа приведена на рисунке 3а. Отфильтрованные записи трех компонент широкополосного сейсмографа приведены на рисунке 3б – компонента «север-юг», 3с – компонента «запад-восток», 3д – вертикальная компонента.

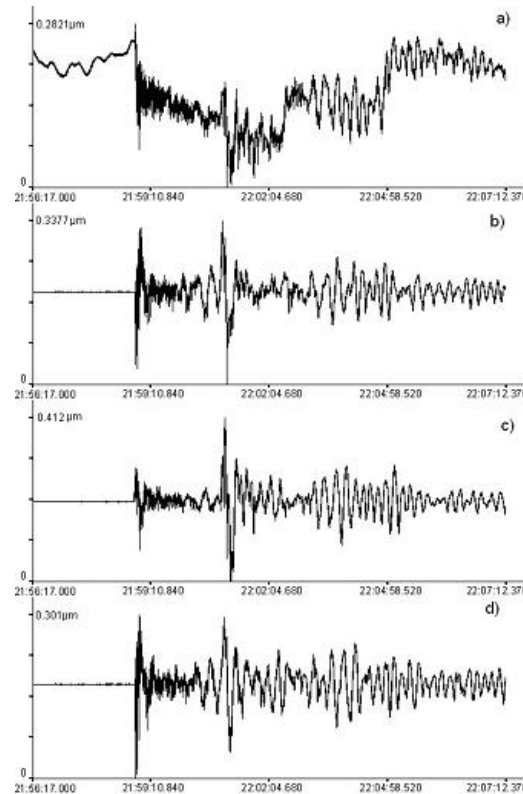


Рисунок 3. Запись лазерного деформографа и широкополосного сейсмографа землетрясения 9 августа 2009 года

РЕГИСТРАЦИЯ ЯДЕРНОГО ВЗРЫВА ПХЕНЬЯНА

На юге Приморского края России, недалеко от границы с КНДР, в режиме непрерывного мониторинга вариаций микродеформаций земной коры работает 52,5-метровый лазерный деформограф и трёхкомпонентный широкополосный сейсмограф (датчик CMG3-ESPB, регистратор GSR24). Рабочий диапазон частот лазерного деформографа находится в пределах от 0 до 1000 Гц, широкополосного сейсмографа – от 0,01 до 10 Гц. Широкополосный сейсмограф предназначен для регистрации мощных событий, в основном землетрясений. Лазерный деформограф предназначен для регистрации вариаций уровня микросмещений земной коры на уровне фоновых колебаний атомов. Это самая близлежащая мониторинговая геофизическая станция по отношению к месту расположения полигона КНДР, на котором проводятся испытания ядерного оружия. Примерное расстояние от полигона до точки наблюдения равно 230 км. Во время испытания КНДР ядерного оружия 25 мая 2009 года обе установки выполняли мониторинг и зарегистрировали сигналы, пришедшие от места взрыва. На рисунке приведены участки записей лазерного деформографа и трёх каналов широкополосного сейсмографа. Верхний график – участок записи лазерного деформографа, второй сверху график – участок записи канала «север-юг» широкополосного сейсмографа, третий сверху график – участок записи канала «запад-восток» широкополосного сейсмографа, четвёртый сверху график – участок записи вертикального канала. Начало прихода сигнала от места взрыва соответствует 11:55:29,57 местного (Владивостокского) времени. При обработке записей лазерного деформографа и широкополосного сейсмографа было установлено, что в спектре сигналов, пришедших от места взрыва, выделяются максимумы на частотах от 7 до 10 Гц.

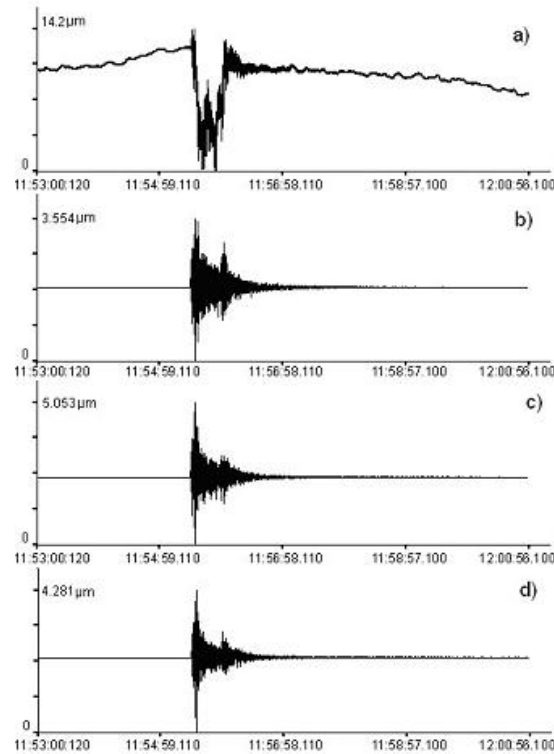


Рисунок 3. Запись лазерного деформографа и широкополосного сейсмографа ядерного взрыва

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На записях лазерного деформографа и широкополосного сейсмографа, входящих в состав сейсмоакустико-гидрофизического комплекса, были обнаружены крупные землетрясения произошедшие в Дальневосточном регионе России и у берегов Японии. Было зарегистрировано испытание ядерного оружия КНДР 25 мая 2009 г.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке РФФИ (гранты № 09-05-00597-а, № 09-05-01089-а), ДВО (1, 2 и 3 разделов) и ГК № 02.740.11.0341.

Литература

1. Долгих Г.И., Долгих С.Г., Валентин Д.И., Ковалев С.Н., Корень И.А., Овчаренко В.В., Фищенко В.К. Применение лазерных деформографов вертикальной и горизонтальной ориентаций в геофизических исследованиях переходных зон// Физика Земли; 2002 г. №8 с. 69-73
2. Долгих Г.И., Долгих С.Г., Батюшин Г.Н., Валентин Д.И., Ковалев С.Н., Корень И.А., Овчаренко В.В., Яковенко С.В. Сейсмоакустико-гидрофизический комплекс для мониторинга системы «атмосфера-гидросфера-литосфера»// Приборы и техника эксперимента. 2002 г. №3 с. 120-122.