

ПРОГНОЗ ОСОБО ОПАСНЫХ СЕЙСМИЧЕСКИХ СОБЫТИЙ С ПОМОЩЬЮ КОМПЛЕКСА ЛАЗЕРНЫХ ПРИБОРОВ

В настоящее время лазерная технология измерения разнообразных физических параметров применяется во многих направлениях как научных исследований, технических разработок, медицины, так и общественной жизни. Становится ясно, что на основании этого для осуществления современных научных и технических геофизических исследований нужно и необходимо использовать достаточно много разнообразных лазерных аппаратов, которые могут обеспечить глубокое научное постижение физики Земли.

Ключевые слова: аппаратурный прогноз землетрясений; лазерные сейсмометры; лазерные деформографы.

Для постижения процесса возникновения и реализации опасных сейсмических событий используется достаточно большая техническая аппаратная группа определенных измерителей геофизических параметров, чувствительность измерительных приборов которых по сути своей сводится к ограниченной чувствительности и точности электромагнитных параметров используемых инструментов. Низкая точность и чувствительность такой электромагнитной аппаратуры определяется ее физической природой, которая в сравнении с чувствительностью и точностью лазерных приборов сравнительно низка.

Многие научные организации во всем мире успешно разработали широкие комплексы лазерных геофизических аппаратов, с помощью которых достигаются успешные научные и технические постижения физики Земли. Так, в середине 80-х годов прошлого столетия в Украине и России были изготовлены и внедрены лазерные деформографы [В.В. Нестеров и др., 1990], с помощью которых достигнуты интересные и важные результаты в геофизике. Лазерные геофизические аппараты оказались настолько чувствительными, что с помощью их наблюдений возможно предвидеть изменение геофизических параметров, которые предшествуют опасным и сильным землетрясениям [Akito Araya and others, 2011, Dustin W., and others, 2010]. На рисунке 1 можно видеть, что существенное изменение деформации земной коры, сделанное лазерным деформографом, в результате которой произошло Чилийское землетрясение в 2010 году, позволяет предвидеть возникновение опасных землетрясений. На рисунке 1 записи деформации видно, как перед возникновением особо крупного землетрясения резко изменилась деформация земной коры, а потом в результате прохождения сейсмических волн и высвобождения накопленной энергии поверхностная коровая деформация плавно переходит в стабильное состояние.

В настоящее время достигнуты и экспериментальные результаты по прогнозированию землетрясений различного уровня опасности и с помощью обычных электромагнитных стандартных и широко известных сейсмометров. Так,

землетрясение в Хорватии в ноябре 2010 года было предвидено помощью сейсмометра "GURALP CMG40T" (рис. 2). На основании таких научных достижений в сейсмологии по исследованию сейсмическо-тонических процессов и по разработке и использованию лазерной технологии в геофизике становится ясно, что на основании технического совершенствования и современной модернизации геофизических исследовательских комплексов на основе лазерных технологий можно разработать и изготовить геофизические приборы с особой чувствительностью и полосой пропускания, с помощью которых исследования особо опасных тектонических территорий Украины дадут важные полезные научные, технические, социальные и общественные результаты.

Одним из перспективных, на наш взгляд, направлений в этой области является использование цифровых лазерных интерферометров, построенных на основе когерентных диодных лазеров. Такие интерферометры разработаны в последнее время и ИПРИ НАНУ и имеют следующие достоинства:

1. Измерение относительного перемещения до 0,5 м (длина когерентности диодного лазера) с точностью не ниже 2 нм.

2. Получение измеряемого перемещения в ПЭВМ в реальном масштабе времени и его последующая обработка.

3. Незначительные габариты благодаря применению диодного, а не гелий-неонового лазера, стоимость и простота реализации.

Квадратурные сигналы интерферометра поступают для обработки в ПЭВМ через обычный двухканальный АЦП. Особенностью цифрового интерферометра является специальное программное обеспечение и система стабилизации температуры диодного лазера с точностью до 0,05 °С на основе элементов Пельтье.

Вопросы стабильности длины волны диодного лазера в настоящее время находятся на этапе исследования, однако предварительные результаты обещают положительную перспективу. Так, при разности длин оптических плеч интерферометра в 0,1 м., закрепленных на

титановом сплаве уголковых отражателях и стабилизации температуры окружающей среды с точностью до 1°C за 10 часов результаты измерения изменились не более, чем на 2 нм. Даже эти предварительные результаты свидетельствуют о перспективности применения цифровых интерферометров в таких геофизических приборах, как дельта-гравиметры и сверхдлиннопериодные сейсмометры.

Для экспериментального подтверждения работоспособности предлагаемых цифровых интерферометров в геофизических приборах был изготовлен макетный образец на основе вертикального сейсмометра SL-210 (рис.3).

В настоящее время проводятся исследования в направлении улучшения стабильности и проверки повторяемости параметров цифрового интерферометра при его серийном изготовлении.

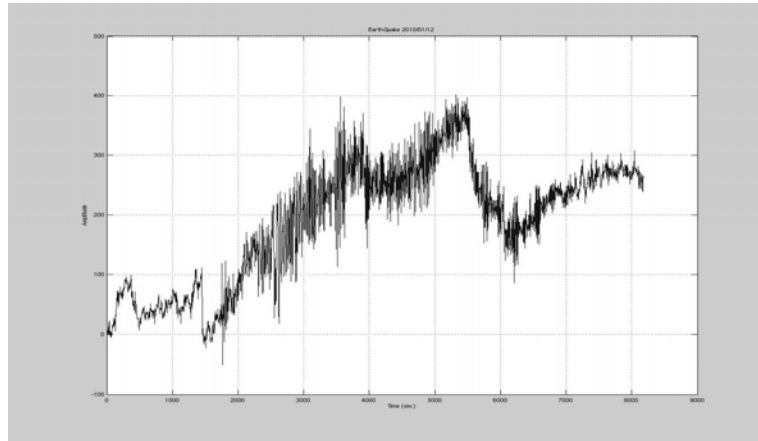


Рис. 1. Запись деформации земной коры в период до и после Чилийского землетрясения 2010 года, сделанная лазерным деформографом

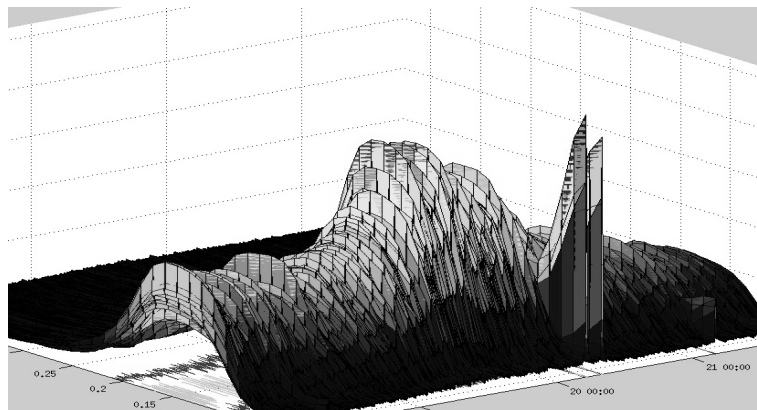


Рис.2. Изменение параметров сейсмического сигнала перед Хорватским землетрясением (ноябрь 2010 года)

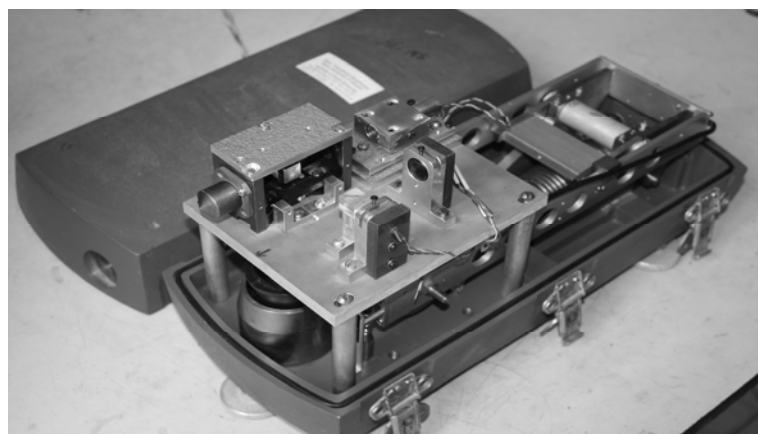


Рис. 3. Макетный образец вертикального цифрового интерференционного сейсмометра.

Литература

- В.В. Нестеров, С.Л. Головин, В.А. Насонкин. Исследования деформации земной коры лазерными интерферометрами. // Сб. Динамические системы. – Киев: Выща школа, 1990. – вып. 9. – С. 60-65.
- Performance of an interferometric seismometer with a laser diode. Akito Araya [RI, Tokyo Univ], Erhard Wielandt [Geophys. Inst., Univ. of Stuttgart], Walter Zuern [Black Forest Obs., Univ. of Karlsruhe]. http://wwwsoc.nii.ac.jp/jepsjmo/cd-rom/2001cd-rom/pdf/ss/ss-005_e.pdf
- Dustin W. Carr, Patrick C. Baldwin, Shawn A. Knapp-Kleinsorge, Howard Milburn, and David Robinson A laser interferometric miniature seismometer Symphony Acoustics, Inc. 2010.
- Monitoring Research Review: Ground-Based Nuclear Explosion Monitoring Technologies

ПРОГНОЗ ОСОБЛИВО НЕБЕЗПЕЧНИХ СЕЙСМІЧНИХ ПОДІЙ ЗА ДОПОМОГОЮ КОМПЛЕКСУ ЛАЗЕРНИХ ПРИЛАДІВ

А.І. Брицький, С.В. Щербина

В даний час лазерна технологія вимірювання різноманітних фізичних параметрів застосовується в багатьох напрямках як наукових досліджень, технічних розробок, медицини, так і суспільного життя. Стає ясно, що на підставі цього для здійснення сучасних наукових і технічних геофізичних досліджень потрібно і необхідно використовувати досить багато різноманітних лазерних апаратів, які можуть забезпечити глибоке наукове осягнення фізики Землі.

Ключові слова: апаратний прогноз землетрусів; лазерні сейсмометри; лазерні деформографи.

FORECAST ESPECIALLY DANGEROUS SEISMIC EVENTS WITH COMPLEX LASER DEVICE

A.I. Brytskij, S.V. Shcherbyna

In the present laser techniques to measure various physical parameters used in many areas as scientific research, technological development, medicine, and public life. It is clear that on this basis for modern scientific and technical and geophysical studies need to use a lot of different laser devices that can provide a deeper scientific understanding of physics of the Earth.

Keywords: instrumental earthquake prediction; laser seismometers; laser deformography.

¹ *Институт проблем регистрации информации НАН Украины*

² *Институт геофизики НАН Украины*