

ДИСКУСІЇ

УДК 528.2; 528,7

КЛАССИФІКАЦІЯ БЫСТРОПРОТЕКАЮЩИХ ДЕФОРМАЦІЙ ОКЕАНИЧЕСКОЙ КОРЫ

І. Учитель

Публичное акционерное общество “Одессагаз”

Б. Капочкин

“Трансконтинентальное сейсмопрогностическое бюро”

Ключевые слова: асейсмичные геодеформации, цунами, океаническая кора, гидротехнические сооружения, разгерметизации трубопроводов.

Постановка проблемы

Современный технический уровень геодинамического мониторинга суши, включающий региональные перманентные геодезические GPS-сети, глобальную и региональные сейсмометрические сети, спутниковые гравиметрические, алтиметрические и интерферометрические системы, позволили накопить достаточный объем данных об асейсмичных реверсивных высокочастотных геодеформациях временного масштаба минуты – недели [1]. Данные измерений этого типа геодеформаций для районов акваторий не существуют. В то же время, разрушительные свойства этих геодеформаций, как нового типа тектонических движений [2], могут проявляться как на суше, так и в районах акваторий. Важно отметить, что океаническая кора отличается по геологическому строению от материковой коры, она в несколько раз тоньше. В связи с этим есть основания предполагать, что существуют отличия в геодинамике океанов и континентов. Наиболее актуальным является определение опасности этого типа движений для морских участков трубопроводов и гидротехнических сооружений на океанском дне.

Связь с важными научными и практическими заданиями

Глобальный характер высокоамплитудных асейсмических геодеформаций, их свойство пространственной локализации в условиях короткой продолжительности геодеформационного процесса существенно ограничивают применение существующих методов геодинамического мониторинга. Такие геодеформации могут сопровождаться трещинами, провалами, колебательными движениями грунта (амплитуда до 30 см), в том числе на территориях, считающихся асейсмичными. Для районов акваторий информация об амплитудно-частотных характеристиках указанного типа асейсмических геодеформаций пока отсутствует.

Анализ последних достижений и публикаций

Известны циклические асейсмические геодеформации глобального масштаба с периодами, кратными и дольными 14 суткам [2, 3]. Это периоды 28 суток, 14 суток, 7 суток, 3,5 суток. Используя данные EUREF Permanent GNSS Network мониторинга (суточное осреднение данных), мы рассмотрели такие геодеформации [3]. По данным размещенных на суше широкомасштабных сейсмографов выполнен анализ амплитудно-частотных характеристик высокочастотных асейсмических геодеформаций [3].

полосных сейсмографов выполнен анализ амплитудно-частотных характеристик высокочастотных асейсмических геодеформаций [3].

Постановка задачи

Континентальная кора отличается от океанической по толщине, составу, насыщенности водой, газами и по другим параметрам. Характер деформируемости океанической коры, динамика и кинематика этого процесса до сих пор не изучены. Целью этого исследования было изучить перспективы использования существующих морских систем мониторинга для изучения геодеформаций океанского дна. В качестве объекта исследований выбрана современная система раннего выявления цунами, укомплектованная донными датчиками, размещенными на океанической коре. Всего в океане установлено более 50 донных систем, выполняющих измерения вертикальных смещений океанического дна с дискретностью 15 с. Это позволяет измерять геодеформации с периодом более 1 минуты. Точность измерения вертикальных смещений не хуже 5 мм. Данные измерений этой системы включают измерения деформаций океанического дна.

Изложение основного материала исследований

Для выделения и дальнейшего исключения из анализа сейсмических волн Релея, измеренных системой раннего выявления цунами, мы изучили данные их регистрации в океане после сильного землетрясения с epicentром на континенте. В качестве примера выбрано континентальное землетрясение 24.09.2013 г. в 11:29:47 UTC, с $M=7,7$ в Пакистане (26.951°N 65.501°E). Волны Релея от этого землетрясения измерены донной станцией регистрации цунами в Индийском океане № 23228, установленной на глубине 2611 м в точке с координатами 20.799°N 65.347°E . На рис. 1 показана запись донной станции № 23228 волн Релея от указанного землетрясения. Скорость волны Релея составила 3 км/с, что соответствует её теоретическим оценкам. Волна Релея характеризовалась цугом из трех колебаний с периодом 75–90 секунд и амплитудой до 14 см.

Считаем рис. 1 тестовым графиком сейсмических волн Релея после сильного землетрясения. Все виды движений поверхности дна, отличающиеся от графика тестового, будем классифицировать как геодеформации. В связи с тем, что геодеформации океанической коры анализируются впервые, необходимо выполнить важный этап научных исследований – их классификацию. Для анализа использована база данных измерений донных станций измерения цунами (<http://www.ndbc.noaa.gov>).

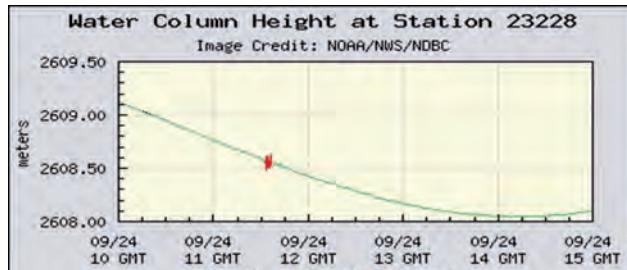
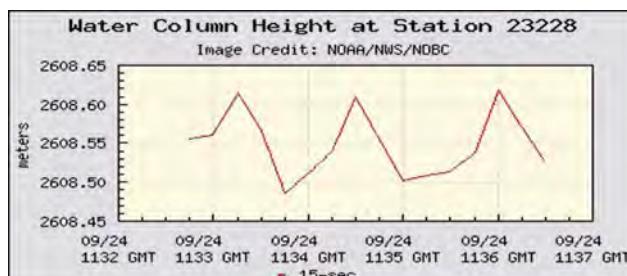
*a**b*

Рис. 1. Запись волны Релея донной станцией регистрации цунами №23228 (*a*) и увеличенный фрагмент этой записи с 11 часов 32 минут до 11 часов 37 минут 24.09.2013 г. (*b*)

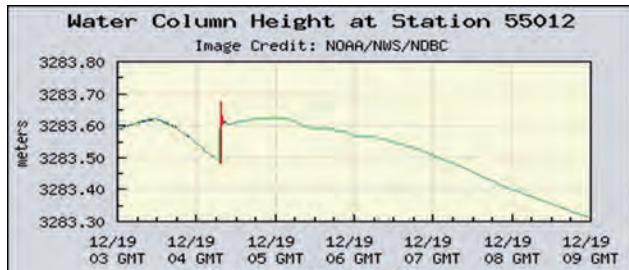
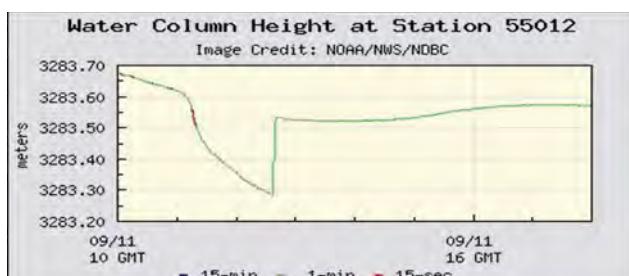
*a**b*

Рис. 3. Результаты измерений станции регистрации цунами № 55012

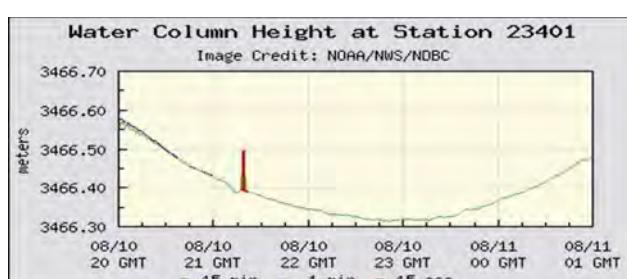


Рис. 2. Результаты измерений станции регистрации цунами № 23401

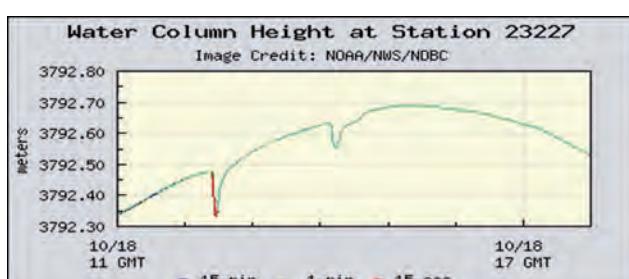


Рис. 4. Результаты измерений станции регистрации цунами № 23227

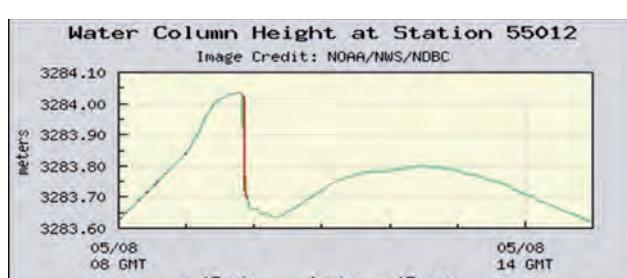


Рис. 5. Результаты измерений станции регистрации цунами № 55012

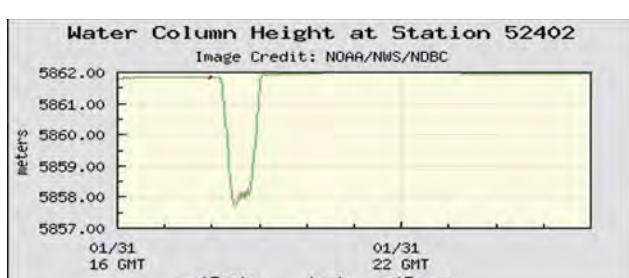


Рис. 6. Результаты измерений станции регистрации цунами № 52402

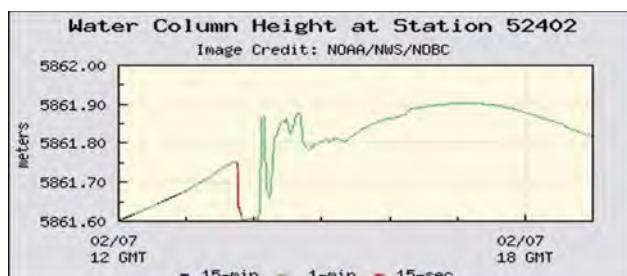


Рис. 7. Результаты измерений станции регистрации цунами № 52402

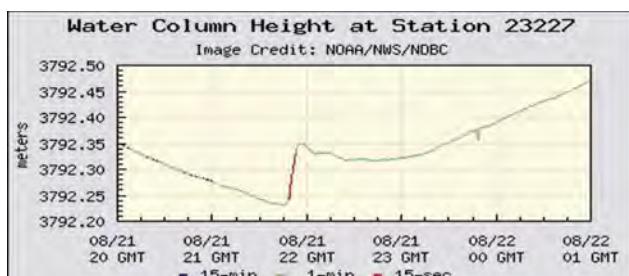


Рис. 8. Результаты измерений станции регистрации цунами № 23227

В результаті аналізу даних змірювань 58 донних станцій за останні сім років вдалося виконати класифікацію геодеформацій океаніческої кори з періодами від однієї хвилини до кількох годин. На рис. 2 приведено швидке підняття поверхні дна на 10 см і повернення в попереднє положення з тривалістю приподнятої фази деформації близько однієї хвилини.

На рис. 3 показано приклади тривалого (а) та півторачасового (б) опускання поверхні дна на 10 см (а) та 25 см (б) і швидкого повернення в попереднє положення.

На рис. 4 показано приклад швидкого опускання поверхні дна на 15 см та порівняння з плавним 20-хвилинним поверненням в попереднє положення.

На рис. 5 показано приклад 2-годинного підняття поверхні дна на 30 см і швидкого повернення в попереднє положення.

На рис. 6 показано приклад опускання морського дна та повернення в попереднє положення з амплітудою більше 4 метрів та тривалістю близько години.

На рис. 7 показано приклад складних вертикальних рухів морського дна з амплітудою 20–30 см та тривалістю близько години.

На рис. 8 показано приклад 5-хвилинного піднімання поверхні дна на 12 см.

Аналіз виконаної класифікації геодеформацій показує, що частотні характеристики швидкопротекаючих геодеформацій океаніческої кори згadуються з геодеформаціями, реєструваними в межах континентальної кори [3], а амплітуда вертикальних смещень океаніческої кори може бути значною вище. Екстремальна амплітуда геодеформацій, змірювана метрами та навіть десятками метрів, не має аналогів в межах кори континентального типу та потребує додаткового аналізу та дослідження.

Выводы

В результаті аналізу методических рішень по змірюванню геодеформацій на суші (условия континентальної кори) показано можливості комплексного використання перманентних мереж спутникової геодезії, глобальної сейсмологічної мереж широкополосних сейсмостанцій та інших методів для змірювань геодеформацій в широкому діапазоні частот. Для океану (условия тонкої океаніческої кори) методи дослідження геодеформацій предложені не були. Ми предложили використовувати технологію змірювання цунамі, дозволяючу змірювати вертикальну складову геодеформацій з сантиметровою

точністю та періодами більше однієї хвилини. В результаті дослідження виконана класифікація геодинамічних рухів океаніческої кори та встановлено, що частота швидкопротекаючих геодеформацій океаніческої кори згadується з частотою геодеформацій, реєструваних в межах континентальної кори, а амплітуда геодеформацій океаніческої кори значною вище.

Література

- Класифікація асейсміческих геодеформацій та їх небезпека для інженерних споруд / І.Л. Учитель, В.Н. Ярошенко, Б.Б. Капочкін // Екологія міст та рекреаційних зон. – Одеса, 2011. – С.295–297.
- Кузьмін Ю.О. Современные суперинтенсивные деформации земной поверхности в зонах платформенных разломов // Геологическое изучение и использование недр: науч.-техн. информ. сб. – М.: АОЗТ “ГеоИн-ФормМарк”, 1996. – Вып. № 4. – С.43–53.
- Геодинаміка. Основи кінематичної геодезії / С.П. Войтенко, І.Л. Учитель, В.Н. Ярошенко, Б.Б. Капочкін. – Одеса: Астропрінт, 2007. – 254 с.

Класифікація швидкоплінних деформацій океанічної кори

І. Учитель, Б. Капочкін

Виконано класифікацію геодинамічних рухів океаніческої кори. Встановлено, що амплітуда швидкоплінних деформацій океаніческої кори значною вище, ніж у континентальної кори.

Класифікація швидкопротекаючих деформацій океаніческої кори

І. Учитель, Б. Капочкін

Выполнена классификация геодинамических движений океанической коры. Установлено, что амплитуда быстропротекающих деформаций океанической коры значительно выше, чем у континентальной коры.

Classification of high-speed deformation of the oceanic crust

I. Uchytel, B. Kapochkin

The classification geodynamic movements of the oceanic crust. Found that the amplitude of the high-speed deformation of the oceanic crust is much higher than that of the continental crust.

18-th Esri Users Conference in Ukraine “Geoinformation Technologies in the Management of Territorial Development”

Date: June 03 – 06, 2014.

Location: Ukraine, Crimea, Sudak

Address: 98000 Ukraine, Crimea, Sudak, 89 Lenin str., TOK "Sudak"

Contacts: info@ecomm.kiev.ua P/F: +38 044 5024121

