

УДК. 551.24+528.2/3

Опыт наблюдений за деформациями земной поверхности на малых площадках в разломных зонах в 1984-1995 гг. на Камчатке

И.К. Миронов, В.М. Магуськин

Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, Петропавловск-Камчатский, 683006; e-mail: magma@kscnet.ru

Приводится обзор высокоточных измерений расстояний светодальномерами и превышений из нивелирования I класса между долговременными геодезическими центрами на локальных деформационных площадках, заложенных на побережье Авачинского залива, с целью обнаружения деформационных предвестников вероятного сильного ($M > 7,0$) близкого землетрясения.

Введение

Перед началом экспериментальных работ предполагалось, что появление на поверхности земли деформационных предвестников сильных землетрясений можно обнаружить повторными высокоточными геодезическими измерениями. До появления в геодезии глобальной навигационной спутниковой системы (ГНСС) измерения проводились классическими методами, и их можно было выполнять только в благоприятных погодных условиях. Было очевидно - чем выше частота измерений, тем больше вероятность обнаружения деформационного предвестника. Однако на большой площади (сотни кв. км) измерения можно выполнить только один раз в год. По-видимому, ежегодными измерениями можно обнаружить тенденцию в изменениях вертикальных и горизонтальных составляющих деформаций, и связывать их с текущей сейсмичностью некорректно. Частые измерения методами классической геодезии можно выполнять только на малых площадках так называемых деформационных площадках, и путем анализа этих данных попытаться обнаружить предвестники сильных землетрясений и получить количественные характеристики косейсмических деформаций. Такие измерения в окрестностях активных вулканов могут быть использованы в комплексе с другими данными для прогноза вулканических извержений.

Многочисленные публикации результатов повторных измерений показывают, что движения земной поверхности, иногда до нескольких сотен метров, происходят в моменты землетрясений, и направления подвижек пунктов, расположенных по разные стороны от разломной зоны, противоположны. Амплитуды их максимальны вблизи “бортов” разломной зоны [1]. На основании этих фактов, выполнение частых высокоточных ($1 \cdot 10^{-6}$) геодезических измерений на малых площадках, расположенных на разломных зонах, казалось предпочтительным методом обнаружения деформационных предвестников сильных землетрясений. Так как непрерывные измерения, которые необходимы для краткосрочного прогноза, выполнять невозможно, то предполагалось, что частые измерения будут полезными для среднесрочного прогноза (месяцы) сильных землетрясений. По предложению академика РАН С.А. Федотова [4], в середине 80-ых годов XX века в разных районах Камчатки были заложены деформационные площадки в предполагаемых активных разломных зонах. На всех площадках измеряемыми величинами являлись расстояния между пунктами, определенные светодальномером СП-2 и превышения между нивелирными знаками, известные из нивелирования по программе I класса с применением нивелира Ni005A. Методика производства измерений была единой во все годы. Камеральная обработка измеренных линий проводилась по методике, предложенной изготовителем СП-2, и отраженной в “Техническом описании и инструкции по эксплуатации СП-2”. Погрешность определения длины линий была не более $2 \text{ мм} + 2 \cdot 10^{-6} \cdot D$, где D - длина линии в мм. Превышения определялись с погрешностью $0,5 \text{ мм} \cdot \sqrt{n}$, где n - число установок нивелира на штативе в промежутке между нивелирными знаками.

Так как геодезические знаки на деформационных площадках долговременные, то измерения на них можно повторить через десятилетия и по результатам сравнения их с предыдущими данными сделать более объективные выводы.

Методы и результаты исследования

В качестве примера такой площадки представлена деформационная площадка “Объездная”, созданная в 1984 г. в предполагаемой разломной зоне и состоящая из 8 грунтовых реперов и уже имеющихся здесь реперов 1196 и 372 государственной нивелирной сети. Реперы расположены вдоль объездной автомобильной дороги между городами Петропавловск-Камчатский и Елизово на участке от 14 км до 19 км (рисунок). Для выявления вертикальных деформаций круглогодично выполнялось нивелирование I класса вдоль этого профиля длиной 4.3 км. Анализ этих измерений приведен подробно в работе [3] и сделан обоснованный вывод: “ввиду отсутствия значимых сейсмических событий нельзя выявить взаимосвязь смещений с подготовкой землетрясений”. Под “значимыми событиями” имелись в виду землетрясения с $M \geq 7$.

За горизонтальными подвижками следили повторными измерениями длин 4-х линий высокоточным светодальномером СП-2, установленном на пункте 10 (рисунок). Из результатов работ следует, что в изменениях длин линий тренд не наблюдается; их отклонения от среднего за все годы не превышают двойной точности измерений.

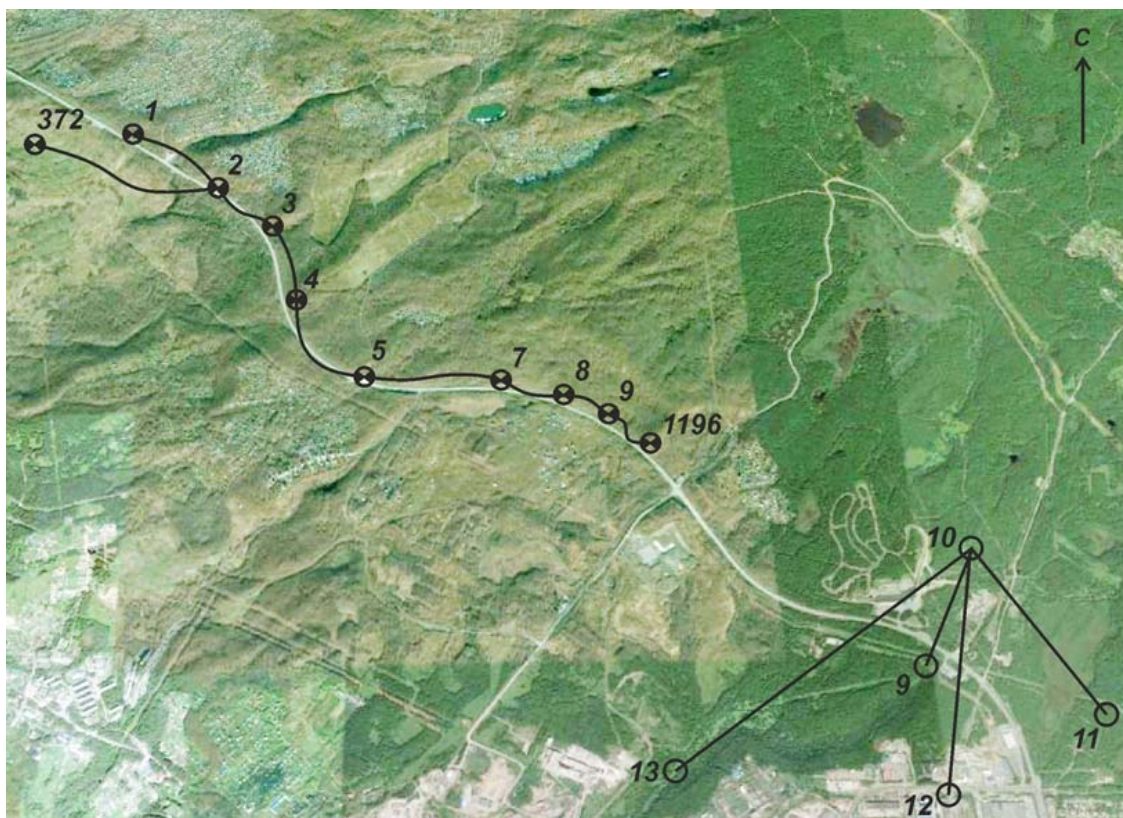


Рисунок. Деформационная площадка “Объездная”

Заключение

На побережье Авачинского залива в г. Петропавловск-Камчатский и его окрестностях в предполагаемых разломных зонах на сравнительно небольших участках (деформационных площадках) заложены долговременные геодезические центры. В период 1984-1995 гг. между этими центрами определены расстояния и превышения с многократным повторением.

Повторными геодезическими измерениями на деформационных площадках не зафиксированы горизонтальные и вертикальные деформации земной поверхности, в 2-3 раза превышающие погрешности их определения, которые в геодезической практике считаются значимыми. В наблюдаемый период в Авачинском заливе и поблизости от деформационных площадок не происходили землетрясения с $M > 7$. Землетрясение 2 марта 1992 г. с $M = 6,8$ на эпицентральной расстоянии 100-120 км от мест расположения деформационных площадок могло бы вызвать, по модельным представлениям [2], вертикальные движения реперов только в пределах первых мм и горизонтальные деформации до $4 \cdot 10^{-6}$.

Для выявления краткосрочных деформационных предвестников сильных землетрясений геодезические наблюдения должны выполняться непрерывно в автоматическом режиме, данные передаваться по каналам связи в центр обработки и анализа с многих пунктов наблюдений, которые размещены вблизи примерно известных очаговых зон землетрясений.

Список литературы

1. *Кафтан В.И., Докукин Н.А.* Определение смещений и деформаций по данным спутниковых геодезических измерений // Геодезия и картография. 2007. № 9. С. 18-22.
2. *Кузьмин Ю.О., Чуриков В.А.* Механизм формирования аномальных деформационных процессов в период подготовки Камчатского землетрясения 2 марта 1992 г. // Вулканология и сейсмология. 1998. № 6. С. 37-50.
3. *Лакотко М.И., Сапрыкин А.В., Чуриков В.А.* Результаты и особенности круглогодичного нивелирования в связи с поиском предвестников землетрясений на восточном побережье Камчатки // Прогноз землетрясений. № 11. Геодезические методы исследований. Душанбе-М.: Дониш, 1989. С. 220-233.
4. *Федотов С.А., Энман В.Б.* Программа геодезических работ по изучению современных движений земной коры на Камчатке // Современные движения земной коры. 1973. Вып. 5. С. 267-273.