

УДК 622.831.232:550.34

Степанов Игорь Иванович

доктор геолого-минералогических наук
ФГУП «Александровская
опытно-методическая экспедиция»,
601650, Владимирская обл., г. Александров
Красный переулок, д. 6
e-mail: stepanovvi@mail.ru

Степанов Вячеслав Игоревич

ФГУП «Александровская
опытно-методическая экспедиция»
e-mail: stepanovvi@mail.ru

**ДЕФОРМАЦИОННОЕ ПОЛЕ
ПОВЕРХНОСТНЫХ ГОРНЫХ ПОРОД –
ЭФФЕКТИВНЫЙ ИНДИКАТОР
ОПЕРАТИВНОГО ПРОГНОЗА
ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ****Аннотация:*

На базе мониторинга деформационного поля в поверхностных горных породах разработана технология оперативного прогноза землетрясений с определением времени события за 16 ± 10 ч при наличии сети точек наблюдения и района положения его эпицентра. Эффективность технологии показана на нескольких примерах прогноза землетрясений за 16 ч до событий на удалениях от эпицентров от 2500 до 10000 км. Установлено, что вероятность происшедших землетрясений по часам суток неодинакова. Она заметно выше для периода времени около 0 ч UT.

Важность решения проблемы оперативного прогноза землетрясений определяется большим количеством жертв при сильных событиях. Например, в декабре 2004 г. в Индонезии погибло около 300000 человек. Многочисленные попытки разработки оперативного прогноза до сих пор были безрезультатными и привели многих сейсмологов к убеждению, что оперативный прогноз вследствие случайности феномена землетрясений невозможен.

Ключевые слова: землетрясение, мониторинг деформаций, оперативный контроль землетрясений.

DOI: 10.25635/2313-1586.2019.04.028

Stepanov Igor I.

Doctor of Geological and Mineralogical Sciences,
Alexandrov Experimental and
Methodical Expedition,
Vladimir region, Alexandrov,
601650, 6 Krasniy pereulok
e-mail: stepanovvi@mail.ru

Stepanov Vyacheslav I.

Alexandrov Experimental and
Methodical Expedition
email: stepanovvi@mail.ru

**DEFORMATION FIELD
OF SURFACE ROCKS
AS AN EFFECTIVE INDICATOR
OF OPERATIONAL
EARTHQUAKE PREDICTION***Abstract:*

Based on the monitoring of the deformation field in surface rocks we have developed a technology of operational earthquake prediction with the detection of the time of the event 16 ± 10 hours before it, in the presence of a network of observation points and an area of its epicenter position. The effectiveness of the technology is shown by several examples of earthquake prediction up to 16 hours before the events at distances from the epicenters from 2,500 km to 10,000 km. It is established that the probability of an earthquake by the hours of the day is not the same. It is noticeably higher for a time period about 0 h UT (midnight).

The importance of solving the problem of operational earthquake prediction is ascertained by the large number of victims in heavy events. For example, about 300,000 people died in Indonesia in December 2004. Numerous attempts to develop an operational prediction have been so far inconclusive and have made many seismologists believe that an operational prediction is impossible due to the randomness of the earthquake phenomenon.

Key words: earthquake, deformation monitoring, operational control of earthquakes.

Введение

Гипотеза о случайности землетрясений оказалась ошибочной. Изучение динамики поведения деформационного поля поверхностных образований показало, что землетрясение – процесс неслучайный, каждому такому событию за несколько часов предшествует легко обнаруживаемый феномен – деформационное возмущение (деформация сжатия) заметной амплитуды, что может быть зафиксировано на больших удалениях от эпицентров будущих событий, в благоприятных случаях вплоть до 20000 км, даже у антиподов.

* Редакция считает целесообразным ознакомить читателей с данным подходом к решению проблемы, но не воспринимают научно обоснованными положения работы.

Мониторинг деформаций

С помощью разработанного авторами в институте вулканологии и сейсмологии в г. Петропавловск-Камчатский ДВО РАН в 1998 г. атмосферического деформометра с мая 1998 г. начался мониторинг деформаций в г. Петропавловск-Камчатский. Было установлено, что в среднем примерно за 16 ч до землетрясения перед каждым событием в районе его будущего эпицентра в земной коре происходит какое-то событие неизвестного механизма, сопровождаемое контрастным деформационным возмущением в поверхностных горных породах.

Проводившееся более 20 лет изучение поведения деформационного поля на Камчатке в зоне повышенной сейсмической активности и в г. Александров в 100 км к северо-западу от Москвы в центре асейсмической русской платформы показало высокую эффективность технологии прогноза, тем большую, чем меньше оказывалось эпицентральное расстояние и выше магнитуда землетрясения.

Механизм землетрясений до сих пор неизвестен. Распространено предположение, что это событие происходит в земной коре в момент нарушения целостности одного из блоков в момент, когда силы, действующие на него за счет накопленной тектонической энергии, превысят его прочность. Однако эта гипотеза небесспорна, поскольку по законам физики сила, действующая надвигающийся блок, определяющая формирование пакета ударных волн, т.е. само землетрясение, определяется массой блока и величиной ускорения, с которым блок двигается. Но величина ускорения зависит от массы блока: чем масса блока выше, тем при прочих равных условиях ускорение меньше, что препятствует повышению магнитуды землетрясения.

Но если предположить, что землетрясение происходит не в момент начала движения блока, а напротив, в момент его остановки, то ограничение величины ускорения массой блока исчезает. В этом случае величина ускорения (торможения) определяется только временем торможения и от массы не зависит. Чем меньше время торможения, тем больше величина ускорения. В пределе при времени торможения, равном нулю, ускорение формально может быть бесконечно большим!

Но незнание механизма землетрясения и его подготовки не препятствует разработке технологии прогноза. Для этого достаточно накопления эмпирических данных о поведении деформационного поля перед состоявшимися землетрясениями (времени и положении эпицентров).

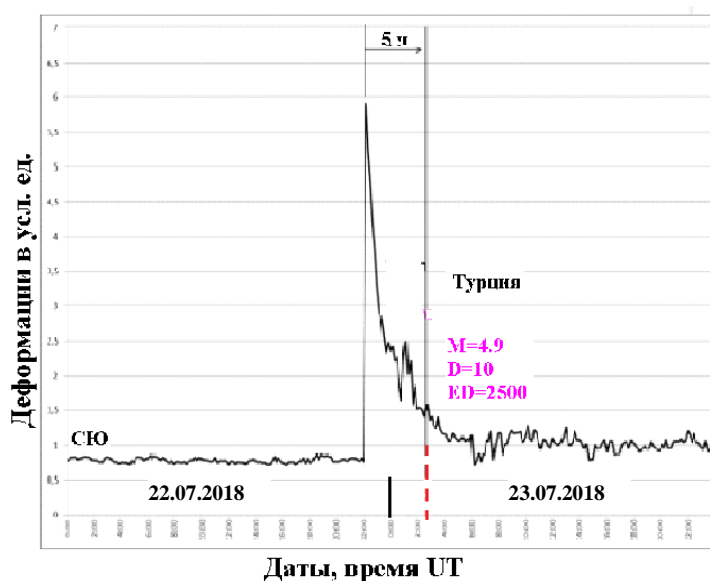


Рис. 1 – Поведение деформационного поля в г. Александров (Россия) перед землетрясением в Турции с $M=4,9$ (23.07.2018). Физический деформометр (г. Александров)

Эффективность и надежность технологии возросли после разработки в 2010 г. двухканального физического деформометра с фиксированием изменений базовых расстояний между закрепленными базовыми точками с расстояниями между ними 1 м в направлениях «север – юг» и «запад – восток». Величина деформаций (т.е. изменения базовых расстояний) находится на уровне 10^{-8} – 10^{-6} м. Уровень природных шумов существенно ниже, и они практически не мешают проведению мониторинга деформационного поля. На рис. 1 приведен характерный пример прогнозного возмущения перед землетрясением, свидетельствующий о низкой величине природных шумов.

Технология прогноза землетрясений на базе мониторинга деформационного поля обладает высокой эффективностью, она позволяет практически решить проблему их оперативного прогноза. Ее основные достоинства следующие:

1. Отсутствие пропусков прогнозов сильных событий даже при больших эпицентральных расстояниях.

2. Ограниченное прогнозное время, большей частью близкое к 16 ± 10 ч, достаточное для принятия решения администрацией района, где ожидается землетрясение, о составлении тревожного сообщения и отправки его по соответствующим адресам. В то же время оно достаточно ограничено, чтобы не создавать неудобств для населения, вынужденного на время тревоги покинуть здания и находиться в безопасном месте на открытом воздухе.

3. Низкие затраты на создание и обслуживание прогнозной сети. Для создания мировой сети достаточно 200 точек, поскольку оптимальное расстояние между точками 1000 – 2000 км. Стоимость деформометров мала вследствие их простоты. А для обслуживания сети требуется минимум персонала, поскольку деформометры рассчитаны на работу в автоматическом режиме без участия обслуживающего персонала, а обработка результатов измерений ведется автоматически в одном Центре Обработки Информации (ЦОИ). Рассылка тревожных сообщений в адрес администрации выделенных районов с повышенной вероятностью землетрясений также ведется автоматически через Интернет.

Необходимость разработки оперативного прогноза землетрясений обусловлена большим количеством возможных жертв и неизбежностью катастрофических событий в будущем.

Следует отметить, что, к сожалению, прогноз магнитуд землетрясений невозможен (заметим, что он фактически невозможен не только с помощью описываемой технологии, но и никакими другими известными способами, вследствие невозможности получения ключевой информации). Но вполне достаточно надежного прогноза времени землетрясений, а при наличии сети точек наблюдения и местоположения их эпицентров.

Отметим, что прогноз землетрясений по деформационному полю одновременно с их оперативным прогнозом позволяет получать и другую важную геодинамическую информацию (рис. 2).

Во-первых, при наличии сети одновременно открывается возможность проведения средне- и долгосрочного прогнозов за счет мониторинга деформаций на больших территориях, вплоть до целых континентов. Появляется возможность выделения территорий, на которых идет подготовка геодинамических событий с накоплением тектонической энергии за месяцы и даже годы до их реализации.

Во-вторых, выяснилось, что деформации поверхностных горных пород служат новым инструментом получения информации о некоторых фундаментальных проблемах геодинамики.

Длительное наблюдение за поведением деформаций в двух удаленных точках – в г. Петропавловск-Камчатский в сейсмически активной зоне и в центре асейсмической Русской платформы – показало, что в некоторые периоды времени деформации поверхностных горных пород в обеих точках испытывают синфазные суточные циклы с максимумами в одно и то же мировое время! Это значит, что лунно-солнечные приливы к этому процессу не имеют отношения, а ведь разница по времени между этими точками

8 ч. Синфазность изменения деформационного поля в разных точках земной коры свидетельствует о том, что во всей земной коре одновременно может происходить некий механический процесс неизвестной природы!

Непонятно также, почему эти суточные циклы в течение нескольких дней или недель могут отсутствовать. Ситуация усложняется еще и тем, что иногда эти суточные циклы модулируются низкой частотой с периодом около недели.

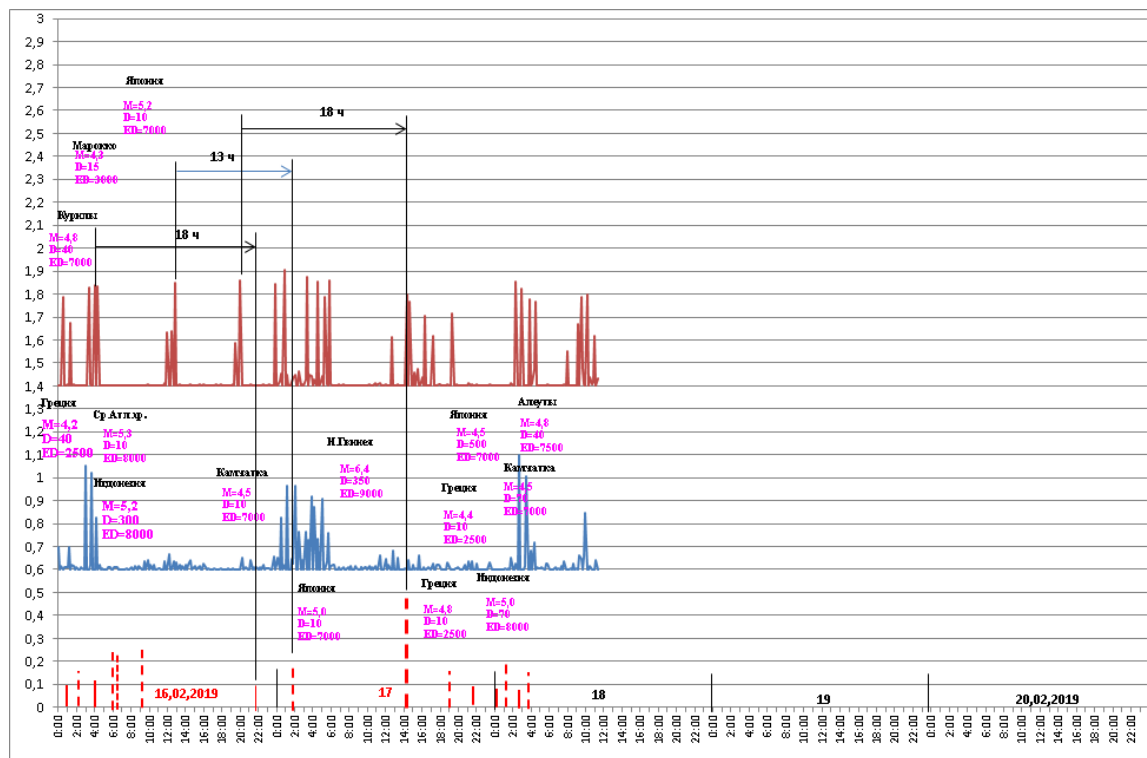


Рис. 2 – Поведение деформационного поля в г. Александров (Россия) в феврале 2019 г. Физический деформометр.

По оси ординат сигналы, пропорциональные производной деформации сжатия, в условных единицах.

Верхний график – «север – юг», нижний – «запад – восток»

Эти факты свидетельствуют о том, что в земной коре происходят какие-то неизвестные процессы, отражаемые поведением деформационного поля.

Установлен еще один любопытный феномен, правда не имеющий отношения к деформациям. Считалось очевидным, что вероятность землетрясений одинакова для всех часов суток. Но оказалось, что это не так. Сейсмологи не замечали этот феномен вследствие как его небольшой величины, так и априорной уверенности в невозможности его существования.

Однако обработка каталога землетрясений, содержащего около 500 событий примерно за полгода, показала, что вероятность событий, происходящих около 0 часов UT, статистически значимо выше других часов суток. Причиной этого удивительного феномена может быть некая неоднородность, существующая в земной коре.

Как показано выше, установлено, что землетрясения происходят в среднем примерно через 16 ч после деформационных возмущений в земной коре. Тогда, если землетрясение произошло около 0 ч UT, деформационное возмущение, связанное с этим событием, произошло примерно за 16 ч до него. Как была ориентирована Земля в пространстве в это время? За 16 ч Земля поворачивается на 240° и, следовательно, во время этого деформационного возмущения она была обращена к Солнцу стороной примерно 120° восточной долготы, т.е. западной частью Тихого океана (Индонезия и др. страны). По-ви-

димому, в глубине земной коры в этом месте существует некая неоднородность, взаимодействие которой с Солнцем вызывает деформационные возмущения, завершающиеся упомянутыми землетрясениями около 0 часов.

Разработанная технология позволяет решить сложную проблему сокращения числа жертв и уменьшения технологических потерь от катастрофических землетрясений. Число жертв от сейсмических катастроф может достигать 800 тысяч человек (Китай XVI век)! На территории с высокой вероятностью катастрофических землетрясений располагается несколько государств с большим населением (Китай, Япония, Индонезия и др.), где неизбежно периодически будут происходить такие катастрофы. До сих пор их прогноз был невозможен. Описанная технология впервые решила задачу надежного оперативного прогноза землетрясений, что позволяет свести к минимуму число жертв и уменьшить технологические потери. Существенно, что для решения этой мировой проблемы требуется минимум времени и финансовых расходов.

Анализ современной ситуации и истории вопроса показывает, что, по всей вероятности, деформационное поле сегодня служит единственным реальным инструментом для решения проблемы прогноза землетрясений (оперативного и среднесрочного) и новым эффективным каналом получения информации о некоторых других проблемах геодинамики.

Других инструментов, сравнимых по эффективности и информативности с деформационным полем, сегодня нет. Поэтому дальнейшее игнорирование этого параметра не имеет оправдания. Неразумно после разработки эффективного способа оперативного прогноза катастрофических землетрясений допускать их многочисленные жертвы.

Литература

1. Степанов И.И. Опыт использования на Камчатке геохимического объёмного деформометра с целью изучения вариаций объёмных деформаций / И.И. Степанов, В.И. Степанов // В сб. "Инженерно-физические исследования на Камчатке", Труды КГАРФ. – 1999. - Вып. 9. - С.71 - 80.
2. Степанов И.И. Оперативный прогноз землетрясений / И.И. Степанов, В.И. Степанов // Российские недра. - 2013. - № 6. - С. 9.
3. Степанов И.И. К вопросу о физической модели феномена землетрясения и возможности их оперативного прогноза / И.И. Степанов, В.И. Степанов // НАУ (Национальная Ассоциация Учёных); Отечественная наука в эпоху изменений: постулаты прошлого и теории нового времени: VII международная научно-практическая конференция. – 2015. – Ч. 11, 2(7). - С. 21 - 23.
4. Степанов И.И. Оперативный прогноз землетрясений / И.И. Степанов, В.И. Степанов // НАУ (Национальная Ассоциация Учёных); Отечественная наука в эпоху изменений: постулаты прошлого и теории нового времени: VII международная научно-практическая конференция. - 2015 - Ч. 11, 2(7). - С. 23 - 27.