



Город науки

Выпуск №100

gorodnauki@yandex.ru

Редактор выпуска — Н.Я. ДОРОЖКИН, научный обозреватель «Калининградской правды»

Через тернии — к звёздам!

Можно ли предвидеть атаки стихии?

На подступах к реальному краткосрочному прогнозу сильнейших землетрясений



И.Л. ГУФЕЛЬД, доктор физико-математических наук, академик РАКЦ, главный научный сотрудник Института физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН — один из старейших авторов «Калининградки» и «Города науки». Краткосрочный прогноз сильнейших землетрясений — давняя тема его исследований. Об этой глобальной проблеме — наша сегодняшняя беседа.

— Иосиф Липович, почему наука не может предвидеть такие катастрофы, как землетрясение 2011 года в Японии? Я читал, что сейсмологи были шокированы неожиданностью этого события...

— Это было сильнейшее землетрясение с магнитудой 9, сопровождавшееся мощным цунами. Сильно пострадала атомная электростанция, последствия её разрушения ещё не преодолены. И хотя эпицентр землетрясения находился на расстоянии 150–200 км от сети многочисленных станций мониторинга сейсмической опасности, эта сеть даже не шелохнулась. Стало очевидным, что для прогноза она бесполезна. Весь мониторинг направлялся только на поиск каких-либо возмущений различных полей, но не рассматривались геофизические особенности фонового процесса, который занимает преимущественное время в сейсмическом цикле. А между возмущением какого-либо параметра и сейсмическим актом проходят многие месяцы или годы фонового процесса, а положение эпицентра (гипоцентра) и области возмущений не совпадают в пространстве. Что прогнозировать?

И самое главное. Основной мониторинг ведётся в поверхностном слое коры. Поверхностный слой практически не нагружен и расслоён, и на него действуют фоновые поля. В этом же слое происходит разгрузка природных газов из более глубоких горизонтов. Поверхностный слой не связан прямо с зоной, где начинают формироваться условия для проявления сейсмических событий. Влияние поверхностного слоя исчезает глубже 5–6 км.

Такой подход поиска предвестников заведомо был проигрышным. Результаты за последние 20 лет печальные — Нефтегорск, Кобе, Сычуань, Чили, Суматра и другие. Общее число жертв близко к миллиону человек. Необходимо помнить, что только краткосрочный прогноз положения эпицентральных зон сильнейших землетрясений имеет практическую значимость.

— Если всё так плохо, что-нибудь делается для выхода из этого положения?

— Сейсмологи, занимающиеся прогнозом землетрясений, зашли в тупик и, самое главное, начали это понимать. Науч-

ные исследования по лабораторному моделированию развивались вне проблемы землетрясений. Казалось бы, всё просто. Трясение Земли вызвано трещиной в земной коре. Это можно моделировать на образце. Прогрессирующее трещинообразование вызывает магистральную трещину. Всё наглядно, нужно искать аналоги предвестников в земной коре и иметь больше станций сейсмического и геофизического мониторинга. А результаты — негативные.

Однако основные результаты по геологической среде были получены ещё советскими исследователями. Членкор РАН А.В. Николаев экспериментально показал, что процессы в среде происходят на различных масштабных уровнях. В начале 80-х годов профессор В.Н. Николаевский опубликовал работы по геологическим особенностям земной коры, вплоть до границы Мохо (30–40 км). Он показал, что кора под действием литостатического давления и флюида разрушена. Трещиноватость поддерживается на локальном уровне. И в среде за счёт чисто механического дополнительного нагружения не могут происходить крупномасштабные разрывы, а следовательно, сильные землетрясения. Парадокс сильных землетрясений!

Дальше ещё интереснее. Академик М.А. Садовский с коллегами, обсуждая блоко-

разрушен и поддерживался в этом состоянии, то ни о каком движении плиты вниз речь не могла идти. Океаническая кора в этой зоне сохраняет конструкционную целостность. Похожая ситуация характерна также для внутриблоковых структур сейсмоактивных регионов.

— Но должны быть ещё факторы, контролирующие сам сейсмический процесс?

— В сейсмическом процессе не рассматривалась планетарная водородная дегазация Земли. Восходящие планетарные потоки лёгких газов очень большие. С восходящими потоками преимущественно водорода связываются формирование громадных пространственных резервуаров нефти и газа, возобновляемые залежи нефти, повсеместные сланцевый газ и нефть (!), нефть в кристаллических массивах фундамента (?), озоновые дыры. Сток лёгких газов в литосфере осуществляется во внутриблоковых структурах по каналу «твёрдая фаза — флюид — твёрдая фаза» и вдоль граничных и разрывных структур. Роль водородной дегазации в жизни Земли рассматривалась советскими и российскими учёными академиками РАН В.И. Вернадским, А.П. Виноградовым, П.Н. Кропоткиным, А.А. Маракушевым, Ф.А. Летниковым.

Водородная дегазация оказывает существенное влияние на формирование мегаструктур и процессы, протекающие в среде. Это ранее не учитывалось. Например,

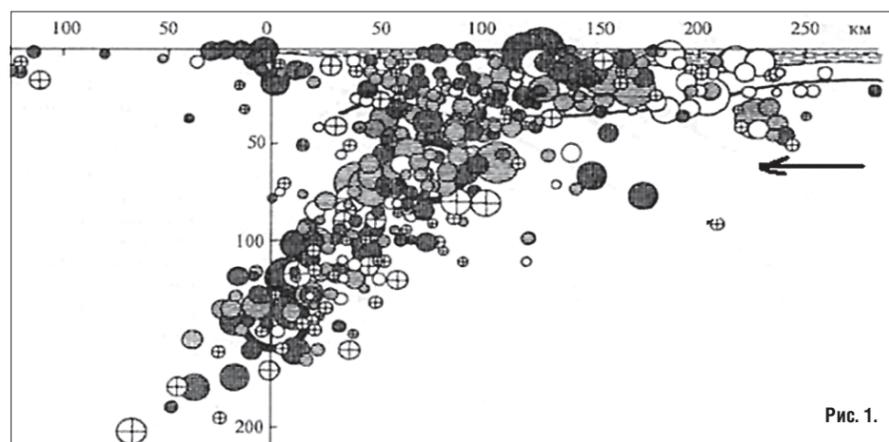


Рис. 1.

вое строение земной коры, сделали вывод, что подготовка сильных сейсмических явлений обусловлена процессами взаимодействия блоков на платформах, а не прогрессирующим трещинообразованием. Это относится не только к структурам платформ, но и зонам субдукции. Из этого следует, что процессы, приводящие к сейсмическим актам различной энергии, принципиально другие.

— То есть землетрясения не являются следствием процессов трещинообразования?

— Странно звучит? Но доказать это очень легко. Посмотрите на рис.1. Это сечение зоны субдукции в Камчатском регионе с отметкой гипоцентров сейсмических событий разной энергии за период всего в 60 лет. Ещё М.А. Садовский отмечал: если сейсмический акт проявляется трещиной, а сейсмический процесс продолжается в этой зоне десятки миллионов лет, то среда давно должна была превратиться в «песок», однако этого не происходит. В этой среде непрерывно воспроизводятся сейсмические акты различной энергии. Обратим внимание на область сочленения горизонтального участка океанической коры и «опускающейся» части коры. Если бы этот участок был

водород вызывает аморфизацию и текстурирование граничных структур, которые могут обеспечивать сверхконтрастное движение блоков относительно друг друга и движение океанической коры в мантию. Именно это и наблюдается. Фиксируется колебательный режим изменения параметров среды как следствие водородной дегазации. Необходимо иметь в виду, что проявление масштабности процессов дегазации и их геологические следствия невозможно моделировать в лабораторном эксперименте. Следовательно, пропуск ряда действующих в среде процессов был очевиден.

— Как знания о структуре и процессах в земной коре, литосфере могут помочь в решении основной проблемы — прогноза землетрясений?

— Не зная среды, нельзя прогнозировать динамические явления в среде. Искажать смысл необходимых работ могут также используемые термины. Например, какой акт мы должны прогнозировать? Землетрясение — это вторичный эффект. А мы должны говорить о первичном сейсмическом акте, что это — трещина, разрыв или нечто другое? Это главное. Для понимания этого нужно хорошо представлять особенности структуры и строения геологической среды. Это должен был быть пер-

вый и главный этап работы. Поиск же причин главного акта или сейсмического события и его природы оставался в не поля зрения сейсмологов.

— Этим вопросам и проблемам посвящена ваша новая книга?

— Именно так. Книга «Сейсмический процесс в зоне субдукции. Мониторинг фонового режима» написана в соавторстве с д.т.н., профессором Олегом Николаевичем Новосёловым (ФЭСТ МГУЛ). Мы подчёркиваем, что для прогнозирования сейсмического акта, мега- или сильнейшего, необходимо контролировать фоновый сейсмический режим и оценивать его характеристики. Но не по статистике событий слабой и средней силы. Это не характеристики процесса. Необходимо оценивать состояние среды и её динамику.

— Если я правильно понимаю, физика сейсмических актов и фонового режима может отличаться в различных зонах земного шара...

— Если рассматривать сеймотектонические мегаструктуры, то их можно разделить на два основных типа — разломно-блоковая структура платформ и зоны субдукции. Вначале о пространственно связанной разломно-блоковой структуре широтного сейсмического пояса — это Китай, север Индии, Пакистан, Афганистан, республики Средней Азии, Иран, Ирак, Турция. Получены геолого-геофизические данные, показывающие, что существует взаимодействие блоков между собой. Такое мы контролировать не можем. Слишком большие масштабы. Здесь сейсмический акт — это не трещина или разрыв, а быстрая подвижка одного блока относительно другого, связанная с резким уменьшением коэффициента трения и процессами водородной дегазации. И на какой граничной структуре в широтном поясе произойдёт сейсмический акт, приводящий к сильнейшим землетрясениям? Можно привести примеры. 7 декабря 1988 года произошло разрушительное землетрясение в Армении, в зоне которого ничего особенного не наблюдали. Таких «тихий» мест много. В 80-е годы в Калифорнии трижды неудачно прогнозировали сильнейшее землетрясение. Затем оно произошло, но в другом месте. В Китае в 1975 году был один удачный прогноз, но затем — неудачи. Должен быть краткосрочный прогноз эпицентральной зоны и объёмный период опасности не более нескольких суток.

— Поиски предвестников сильнейших землетрясений проводятся не один десяток лет. Сейсмологи задавали себе вопрос, почему они не достигают цели?

— По неизменным представлениям сейсмологов, сейсмический акт — это трещина или разрыв. На этой основе строятся мониторинг и анализ режима сейсмичности. Это субъективные причины отсутствия результатов. Объективна причина — неполнота наших фундаментальных знаний о среде, хотя эти работы должны были проводиться в приоритетном порядке. В сейсмоактивных районах Северного Кавказа, Саяно-Байкальском регионе, северо-восточных территориях России развернуты сети сейсмического и гидрогеофизического мониторинга. Однако сейчас не существует (её и раньше не было) методологической базы прогнозистических исследований для платформ.

(Окончание на с. 6)