

Плюмтектоника и природа катастрофических землетрясений

Д.Г. Осика, В.И. Черкашин, Н.Л. Пономарева
ИГ ДНЦ РАН, Сейсмическая станция «Махачкала» ГС РАН

Каждое катастрофическое землетрясение вносит очень существенные коррективы в проблему сейсмогенеза и сейсмпрогноза.

Почему только сильнейших и катастрофических? Да потому, что природа сейсмичности в различных сейсмоактивных регионах – различна и обусловлена особенностями геологического строения и тектонического развития каждого конкретного сейсмоактивного региона. К примеру, слабая сейсмичность $K=6-7$ и средней силы землетрясения с ($K=8-10-11$), проявляющаяся у северного борта Предкавказского передового прогиба, в особенности в акватории Каспийского моря в 10–25 км от Дагестанского побережья, совершенно не связаны с плюмтектоникой, а есть следствие отрыва–разрыва погружающихся пород седиментационной ванны Каспия от воздымающейся структуры Альпийского орогена Кавказа в соответствии с теорией геосинклиналей и законом изостазии.

Или, скажем, сейсмичность Скандинавского щита вследствие снятия с него ледниковой нагрузки. А если мы учтем сейсмичность зон Заварицкого–Беньофа–Вадати, спрединговых зон в океанах и рифтов на суше и т.д., то станет совершенно очевидным, что в природе нет единого механизма формирования очагов сильных землетрясений. Да и быть не может! А ведь следует учитывать и слабую и очень слабую сейсмичность, которая может и не быть генетически связана с сильными событиями. И она – слабая, фоновая сейсмичность, в отличие от афтершоковой, в отдельных сейсмоактивных регионах различна.

В настоящей работе мы попытаемся представить себе морфологическую и физическую картину формирования катастрофического землетрясения 26/XII–2004 г. Однако прежде чем приступить к этому, мы рассмотрим некоторые особенности флюидодинамики с геотектонических позиций.

Несмотря на то, что авторы вот уже более полувека занимаются изучением химического состава подземных водногазовых систем Восточного Предкавказья и их динамикой, лишь недавно, каких-нибудь 5–10 лет назад, обратили внимание на то, что большинство естественных выходов термоминеральных и газлирующих восходящих источников расположено на западных берегах рек Дагестана и Предкавказья или тяготеют к ним (рис.1). В качестве примера можно назвать Ахтынские термальные источники, Хновские, Хивские, Рычал-су, Гапцахские, Чах-Чахские или Казар-дикамские, Гильярские и мн. другие на западных берегах р. Самур и его притоках. То же самое имеет место и по реке Курах-чай, Гельгеры-чай – Чекринские или Кутульские источники (Фан-яд, что на лезгинском языке означает «хлебная вода»). На западных берегах Уллу-чая расположены Санчинский и Шиягинские сероводородные источники. По р. Башлы-чай – Кап-Каякентские источники. По р. Гамри-озень – Бурдекинские, Урахинские и др. сероводородные источники. По р. Губден-озень – Губденские H_2S источники; по р. Шура-озень – капчугаевские, а на западном берегу р. Сулак – знаменитые Зурамакентские термы. Этот список можно было бы еще продолжить. Но бывают и исключения из этого правила. Так Курклинский H_2S источник и содовый источник у Чохской коммуны расположены на восточных берегах рек. То же самое наблюдается для Дагестанских нарзанов в верховьях Андийского койсу. Тиндинские CO_2 источники расположены на восточном берегу, а Инхокваринский, Сагадинский, Тляцудинский и др. на западном берегу, но около 90% естественных выходов минеральных вод все же приурочено к западным берегам

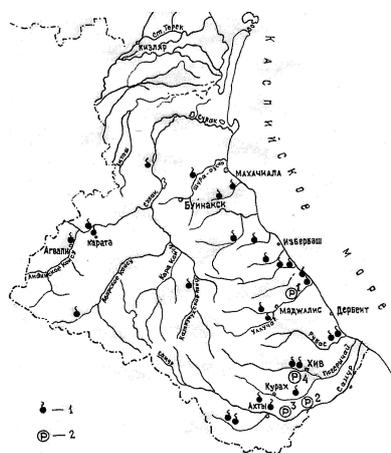


Рис.1 Характер распределения естественных выходов подземных минеральных вод 1 и спонтанных газов 2 в пределах Дагестана.

Приведем ещё одно наблюдение. Путешествуя по Дарьяльскому ущелью по Военно-Грузинской дороге к Крестовому перевалу, можно отчетливо наблюдать множество выходов ожелезненных нарзанов – как раз на левом западном берегу р. Терек. Аналогичные явления дрейфа минеральных источников и формирования травертиновых бугров и полей нами было установлено в Дузлаке, Бирикее, в пределах Восточной антиклинальной зоны Южного Дагестана, а так же северозападнее железнодорожной станции Уйташ в характере распределения и в современном формировании травертиновых полей. Совершенно очевидно, что этот дрейф флюидов к западу носит планетарный характер.

То же самое можно наблюдать и на других реках Кавказа. Размышляя над этим, мы установили, что и все месторождения ртути, а также проявления металлической ртути в Дагестане приурочены к западным берегам р. Самур. Это Гапцахское и Казар-дикамское месторождения, а также Хпегское месторождение в Ю. Дагестане в районе западного притока Гульгери-чая. Здесь как-то сама собой возникла ассоциация с обрывистыми западными берегами большинства рек Европы и Азии. Не определяют ли подмеченную нами закономерность в характере приуроченности естественных выходов минеральных источников к западу те же силы Кориолиса, что и в реках? Это же касается, очевидно, и всех флюидов, включая восходящие с глубины пары металлической ртути, которые в своем субвертикальном движении на геохимических (сероводородных) барьерах формируют месторождения осадочной киновари. Механизм этого явления нам видится в отклонении субвертикальных восходящих струй глубинных флюидов к западу под инерционным действием гравитационных сил в разломах земной коры против хода вращения нашей планеты.

Назовем это явление «флюидным склонением» к западу, а ещё лучше «флюидным дрейфом». Судя по тому, что территория Дагестана является наиболее представительной ячейкой всех областей Альпийской складчатости, надо полагать, что явление дрейфа флюидов носит планетарный характер и присуще всем тектонически активным областям планеты.

Рассуждая дальше с геотектонических позиций, мы обратили внимание на то, что все рифты на суше в своей продольной оси ориентированы с севера на юг, т.е. перпендикулярно ходу вращения Земли (см. рис.2). К примеру: Байкал, все великие системы Аравийско-Африканских рифтов, Красное, Мертвое море, Тивериадское озеро в Израиле, где якобы, Иисус Христос помог рыбакам ловить рыбу и т.д. [13]. Некоторые исследователи считают даже Каспийское море рифтовой структурой. Мы не знаем ни одного рифта на суше, который бы простирался не с севера на юг, а с востока на запад или наоборот. В большинстве публикаций, посвященных роли плюмтектоники, при рассмотрении механизмов рифтогенеза, субдукции, спрединга и тектогенеза вообще совершенно не упоминается о землетрясениях. А между тем, все перечисленные геологические процессы идут непременно под аккомпанемент землетрясений.

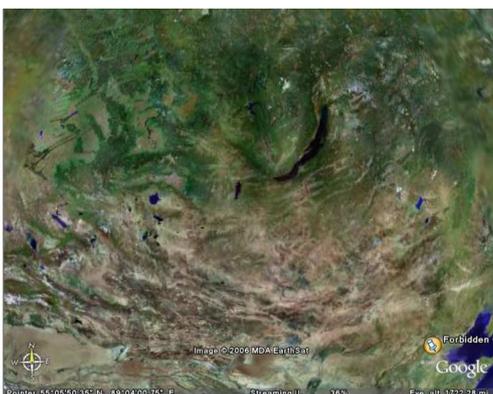


Рис.2 Байкальский рифт.

К примеру: сейсмичность Байкальской рифтовой зоны или даже сейсмичность Каспия. Мы уже упоминали о том, что некоторые исследователи считают Каспий рифтом, базируясь на отсутствии гранитного слоя в Южнокаспийской впадине.

Нам представляется, что Каспий не является реликтом бывшего океана Тетис как Черное и Средиземное моря, а сформировался значительно позже, в альпийскую фазу складчатости путем механического отрыва верхушкой плюма с востока на запад, ограничиваясь в своих размерах на юге горами Эльбурс или Загрос, а на севере валом Карпинского [13]. И так же как в Прибайкалье этот процесс до сих пор сопровождается сильнейшей сейсмичностью у восточных бортов этой впадины и относительно слабой сейсмичностью у западных. Возможно, большей геологической раскрытостью и тектонической активностью восточных окраин Каспийской впадины и объясняются более крупные масштабы нефтегазоносности осадочного чехла этого региона относительно западных окраин. Поэтому мы и рассматриваем

Таким образом, становится ясно, что вся динамика тектоносферы Земли (включая: спрединг, субдукцию, эпейрогенез, теорию геосинклиналей, рифтогенез и т.д.) обусловлена конвективностью вещества мантии и, по-видимому, плюмтектоникой, истоки зарождения которой, по мнению большинства исследователей, находятся на границе верхнего ядра и нижней мантии, а по нашему мнению, в самом веществе внешнего ядра. А с учетом вышеизложенного, в ориентации флюидодинамических потоков и рифтов на суше и в океане, островодужных систем, желобов и т.д. чувствуется какая-то общая генетическая природа всех этих явлений.

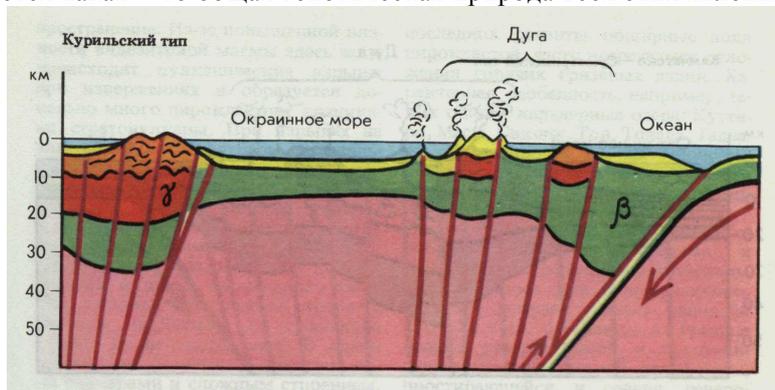


Рис.4

Теперь давайте попробуем разобраться с ролью плюмтектоники в формировании и свершении сильнейших и катастрофических землетрясений.

Сам термин «плюмтектоника», очевидно, включает в себя как собственно плюмы, так и их тектоническую роль в динамике земной коры.

В настоящее время в научной и, в особенности, в научно-популярной литературе, и даже в СМИ, плюмы рисуют как строго вертикальные колонны магматического вещества, поднимающиеся от границы верхнего ядра, наподобие столба дыма из трубы в ясный тихий морозный день. А так ли это? Судя по томографическим изображениям плюмов на разной глубине в мантии из работы Ю.М. Пушаровского [16], ничего подобного вертикальному столбу дыма в нижней, средней и верхней мантии не наблюдается (см. рис. 5).

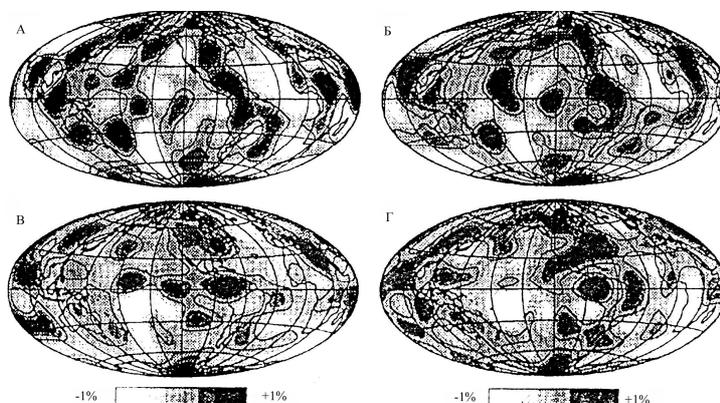


Рис.5 Карты сейсмической неоднородности средней мантии Земли на глубинах: А – 900км; Б – 1150км; В – 1450км; Г – 1750км. Геодинамические обстановки в мантии изменяются как по площади, так и по глубине. В процентах выражены относительные отклонения аномалий. (По: Su W.-J., Woodward R.I., Dzievonski A.M.// J. of Geophys. Research. 1994.V.99. № B4. P.6945-6980.)

В своем субвертикальном – мы это особо подчеркиваем – субвертикальном движении в мантии плюм смещается из стороны в сторону, очевидно, наталкиваясь на более плотные участки мантийного вещества, и отклоняется в стороны. Более того, если само вещество плюма является флюидом, на него должны воздействовать те же гравитационные силы инерции склонения к западу, т.е. в сторону противоположную вращению Земли. Тем более, что само вещество восходящего плюма не должно состоять только из одного водорода. Хотя и, он как элюент газовой системы, должен на своем пути растворять что-то из мантии и переносить вверх, т.е. плюм обладает какой-то массой. А из рис.5 ясно, что он довольно резко отличается от вещества мантии в его окружении.

Теперь, наверное, следует как-то обсудить, что собой представляет сам – плюм.

По Ф.А. Летникову[12] это струи субвертикального рода на наноуровнях. По Ю.М. Пушаровскому[16], это разуплотненное вещество, формирующееся на границе верхнего ядра и нижней мантии. Судя по рис.5, центробежные струи обладают большей плотностью по сравнению с окружающим мантийным веществом, сквозь которое они поднимаются. Это наводит на мысль, что вещество плюма является не просто струями водорода, как это в свое время считали В.Н. Ларин и М.П.Семененко[11,17], а смесью каких-то веществ. Дело в том, что какой бы ничтожно малой массой не обладали струи восходящего водорода, он ведь всегда являлся элюэтом, т.е. газоносителем, и на своем пути должен что-то растворять, химически взаимодействовать, удерживать на себе и переносить вверх, плюс к этому обладать большей плотностью и температурой относительно вышележающих мантийных масс. А само движение его, очевидно, осуществляется в форме эрлифта, газлифта или чего-то подобного.

И еще, коль скоро водород, выделяющийся из вещества ядра и нижней мантии, является веществом, унаследованным от стадии аккреции Земли, то надо полагать, что он – водород, является не единственным унаследованным веществом. Аккреционная смесь протопланетного вещества состояла из фрагментов твердого кристаллического вещества размером от микронных пылинок до планет озималей, диаметром до нескольких километров, а некоторые считают, что и в десятки и даже сотни километров. В состав протопланетного вещества входили и глыбы льда из CH_4 , H_2O и CO_2 , а также NH_3 или NH_4 . И все это находилось в смеси водорода, гелия и др. инертных газов.

В процессе аккреции протопланетного облака, и чем дальше, тем сильнее из него улетали обратно в космос прежде всего водород, и гелий и др. И лишь какая-то, наверное, незначительная часть этих газов осталась захороненной в центральных областях Земли. Нам до сих пор остаются не понятными и утверждения Б.Г. Поляка и его соавторов о том, что на современном этапе эволюции Земли из мантии диссипирует лишь гелий, да и то не весь, а какая-то его часть He_3 и He_4 , а все остальные флюиды, поступающие время от времени в обменный бассейн, не являются эндогенными[15].

Ведь водород и гелий являются самыми легкими и миграционно способными из флюидов, унаследованных в недрах нашей планеты от стадии аккреции. А как же быть с H_2O , CO_2 , CH_4 и NH_3 в виде глыб льда? Они должны были бы в еще большем количестве захорониться в глубоких частях планеты, как более тяжелые и мене миграционные вещества. Мы предполагаем, что, скорее всего, на границе верхнего ядра и нижней мантии вследствие различных механизмов разуплотнения выделяется совокупный флюид, в состав которого входят все вышеперечисленные компоненты, и который растворяет в себе часть твердого вещества нижней мантии. Вследствие гигантских перепадов давления вся эта разуплотненная масса устремляется вверх.

А доказательства таких предположений мы усматриваем в изотопных аномалиях атомов водорода, кислорода, углерода и аргона в молекулах воды, углеводорода и двуокиси углерода при формировании геохимических аномалий в приповерхностных отложениях земной коры в связи с сейсмичностью.

Поэтому нам представляется, что по мере субвертикального центробежного движения верхняя часть плюма, особенно на подходе к астеносфере, несколько отклоняется к западу и растекается в стороны к северу и к югу, приобретая клиновидную форму (см. рис.6). Последнее, по-видимому, происходит во время внедрения плюма в вещество астеносферы. Это клинообразное тело, наподобие колуна, раздвигая вещество астеносферы в стороны – к западу и востоку, создает в ней аномальное тектоническое напряжение. Постепенно эти аномальные напряжения передаются в вышележащие участки консолидированной коры и выше в стратисферу, формируя региональные, межрегиональные и даже межконтинентальные поля тектонических напряжений, которые в конечном итоге и приводят к разрыву земной коры и к землетрясению.

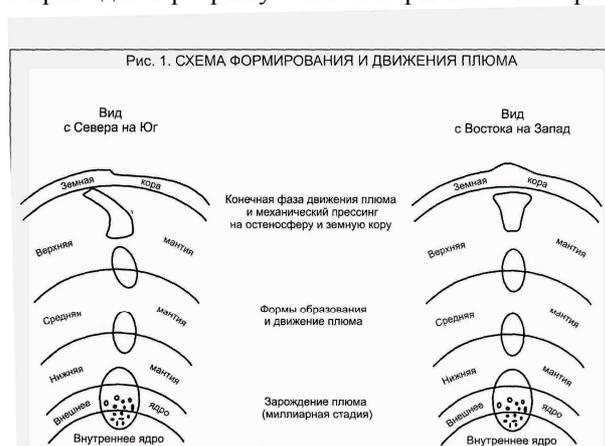


Рис. 6 Схема формирования и движения плюма.

При этом речь идет не о растекании плюма относительно подошвы консолидированного фундамента, а о распространении тектонических напряжений от места внедрения плюма в его подошву.

Морфологически этот механизм напоминает динамику огня из газовой горелки при нагреве под углом ровной плоскости. Так, если струя пламени направлена строго перпендикулярно к плоскости, на ней образуется круговое турбулентное тело пламени. Если же струя пламени направлена под острым углом к поверхности, применительно к нашим рассуждениям о подходе плюма к подошве консолидированного фундамента с востока на запад под углом 80° - 85° , то в этом случае пламя растекается далеко в противоположную сторону (в наших рассуждениях к западу).

При этом очевидно, и формируется региональное гидрогеодеформационное поле Куликова–Вартаньяна, которое под субвертикальным и латеральным напором астеносферы охватывает собой всю земную кору по вертикали вплоть до обменного бассейна, а по горизонтали области сейсмически активных поясов и их обрамления. Тектонические напряжения возникают в процессе раздвига астеносферы и, в особенности при достижении плюмом подошвы земной коры, которая под все возрастающим напором клиновиднообразного плюма трескается, что приводит к возникновению землетрясения.

Авторов вот уже свыше 30–35 лет с самого начала их прихода в сейсмологию продолжала волновать одна из сейсмологических загадок. Почему эпицентральные зоны в большинстве своем имеют вытянутую, а не округлую форму? И почему разломы фундамента в очаге и разрывы земной коры на её дневной поверхности представляют собой какую-то одну вертикальную или субвертикальную плоскость с массой дополнительных деформаций на ее концах, возникающих в процессе афтершоковой деятельности? И далее – почему ареалы распространения аномальных эффектов и карты изосейст имеют неправильную и, как правило, вытянутую форму, особенно по отношению к эпицентрам землетрясений? К примеру: внешняя граница распространения геохимических, геотермальных и гидрогеодинамических прогнозных аномалий оконтуривается третьей или четвертой изосейстой неизбежно грядущих сейсмических событий. Но к западу эта граница, скажем для Газлийских событий 1976 и 1984 гг. простиралась до г. Красноводска и до полуострова Челекен на 950–1000 км от эпицентра, тогда как к востоку лишь на половину меньше и ещё меньше. Другой пример на порядок слабее. Это Дагестанское землетрясение 1970г. Почему к западу от его эпицентра внешняя граница ареала распространения всяких аномалий достигала Минераловодческого выступа и Ставропольского сводового поднятия, т.е. распространилась на 350–450 км, тогда как к востоку лишь на 150–200 км. И, наконец, почему гипоцентральная разрывная структура, как причина землетрясения, формируется в большинстве своем не на самом ослабленном участке земной коры, например для Дагестанского землетрясения, скорее по линии Сулакского или Шура-озеньского разломов, а между ними, а необратимые деформации в земной коре приобрели антикавказскую направленность по линии Кумторкала, Капчугай, Экибулак, Черкей, т.е. в крест простирания мезо-кайнозойского осадочного чехла и того, что расположено под ним.

А вот самый свежий пример. Почему разлом дна в Бенгальском заливе протяженностью свыше почти полутора тысяч км произошел не по океаническому желобу вдоль о. Суматра, а параллельно к западу от него на расстоянии 200 км. К сожалению, до сих пор нет карты изосейст этой катастрофы. Судя по предвестниковым аномалиям, наблюдавшимся на расстоянии около 7000 км к западу от эпицентра, межконтинентальное поле тектонических напряжений охватило громадные территории Евразии вследствие растекания астеносферы.

Нами предполагается, по аналогии с Аляскинским и Гоби-Алтайским землетрясениями, что третья изосейста Суматранского или, как его чаще называют, землетрясения в Юго-Восточной Азии, располагается не далее как в 2000 км к западу от его эпицентральной зоны. Тогда как к востоку от эпицентральной зоны протяженностью около 1,5 тыс. км, третья изосейста – значительно ближе. Время покажет!

Все это объясняется нами подходом искривленного к западу плюма под углом 75° – 80° в очень вытянутой с севера на юг форме под консолидированный фундамент дна Индийского океана, где основной напор этого плюма осуществляется в западном направлении от о. Суматра.

Если бы подходящие из астеносферы к консолидированному фундаменту плюмы имели цилиндрическую, да еще и заостренную форму, то эпицентральные необратимые деформации, имели бы форму битой тарелки со строго округлыми изосейстами интенсивности произошедшего события. Налицо же иная картина, возможно, соответствующая нашим представлениям.

Нам всегда казалось, что предвестниковые аномалии практически одновременно возникают и развиваются на всей территории их ареала, оконтуриваемого третьей или четвертой изосейстой будущих землетрясений. Этим и объясняется чрезвычайная простота прогноза интенсивности и области проявления осязаемости населением надвигающегося события, а также его эпицентра. А теперь, оглядываясь назад на режимные наблюдения за динамикой геохимических и гидрогеологических аномалий на стадиях подготовки землетрясений, мы в этом не уверены на

все 100%. И вот почему. Если ранее (35–40 лет назад) для мониторинга использовались материалы 2–3 и не более станций с эпицентрными расстояниями от 18–30–50–60 км, расхождения в началах формирования аномалий на 1–2 суток нами не всегда учитывались. Даже при обработке промышленных материалов газонефтяных месторождений или данных наблюдений курортно-санаторных управлений нами все аномалии оценивались как единовременно возникающие.

В связи с этим одному из авторов (Осика Д.Г.) вспомнился интересный случай. Где-то в 1974–1975 гг. в один из приездов автора в Москву я зашел к зав. лабораторией сильных землетрясений ИФЗ АН СССР – проф. Н.В. Шебалину. И он, очевидно, вспомнил о дагестанском гостеприимстве и нашем хлебосольстве в дни его пребывания в Дагестане после Дагестанского землетрясения 14 мая 1970 г. ($K=16$) и предложил свою помощь в обработке результатов наших наблюдений за геохимическими и гидрогеологическими предвестниками, сказав при этом, что для лучшего понимания наших наблюдений их следует «сейсмологичить». Взяв листок десятичной логарифмической миллиметровки, стал строить график распределения Пуассона по: интенсивности событий, эпицентрным расстояниям и времени развития аномалий. После несложных расчетов он заявил мне: «Ваши аномалии из эпицентров землетрясений распространяются со скоростью 33 км в сутки». Когда я услышал это, все во мне воспротивилось, и я мысленно произнес «Боже сохрани меня от такого сейсмологичивания». И я воскликнул: «Как так, ведь еще нет никаких эпицентров и нет землетрясений. Это ведь характеристики прогнозных аномалий!». На это он ответил: «Это неважно!». И я решительно отказался от его помощи. А присутствующему при этом разговоре П.И. Крамынину, тогда еще аспиранту, сказал: «Ну что же, пусть до этого доходит со временем своим умом». Почему я отказался от его помощи? Потому что с позиции геохимии и особенно гидрогеологии это совершенно не грамотно. А заяви я это в гидрогеологической среде, меня бы объявили совершенно неграмотным в этой науке. Потому что с такой скоростью латеральная миграция флюидов даже по очень пористым или трещиноватым пластам в осадочном чехле невозможна. Со времени того разговора прошло около 35 лет. Но я его не забыл и время от времени вспоминал, рассказывая своим товарищам или аспирантам в виде примера совершенной геологической неграмотности сейсмологов-инструментальщиков. Но ведь есть народная поговорка «Хорошо смеется тот, кто смеется последним». В то время я не понимал, что крупные ученые просто так не делают неграмотных выводов. А проф. Н.В. Шебалин уже в то время считался крупнейшим специалистом в теории очага сильных землетрясений. Мне бы нужно спросить его, что он понимает под таким шагом латерального распространения гидрогеодинамических аномалий из очагов, может быть, нужно было поспорить с ним, а я этого тогда по скромности, или по глупости – не сделал.

Теперь же, размышляя над возможным механизмом формирования Суматранской катастрофы 26/ХІІ–2004 г. с $M \geq 9,0$ и с учетом результатов фактических наблюдений за электрическим полем Земли и электропроводностью подземных вод в скважинах на Хадумском куполе, которые вел и ведет научный сотрудник Дагестанской опытно-методической партии кандидат физ.-мат. наук Мусаев Исмаил в окрестностях Чиркейской ГРЭС в области Дагестанского клина на расстоянии около 6750 км от эпицентра обсуждаемой катастрофы, и наших с Пономаревой Н.Л. наблюдений в Предгорном и Приморском Дагестане весной и осенью 2004 года, а также наблюдений М.И. Шахрая за динамикой водородной дегазации недр на режимной станции «Каспий», решил это расстояние в 6750 км разделить на 33 км/сутки, для того чтобы ориентировочно определить скорости развития геохимических, гидрогеодинамических и геоэлектрических аномалий перед Суматранской катастрофой на таком огромном расстоянии.

Почему мы решились на это и вспомнили о проф. Н.В. Шебалине. Для этого нам вновь придется сделать отступление, чтобы было понятным, о чем все же идет речь. Дело в том, что разговоры о каких-то предвестниках землетрясений на таких громадных расстояниях на первый взгляд кажутся фантастичным. И чтобы авторы не выглядели какими-то сейсмологическими сказочниками, поясним, о чем идет речь.

С некоторых пор нас все более и более озадачивали случаи дальнего действия прогнозных аномалий. За последние 30–35 лет линейные размеры ареалов распространения геохимических и гидрогеодинамических прогнозных аномалий довольно полно изучены. От $K=8-9$ до $K=16$ радиусы ареалов распространения прогнозных геохимических аномалий находятся в прямой и нелинейной зависимости от интенсивности событий и довольно схожи в различных сейсмоактивных регионах. Но начиная с $K \geq 17$ и выше эта нелинейность чрезвычайно ярко выражена с очень большим разбросом. К примеру, для Газлийских событий радиусы распространения аномалий составляют ≈ 1000 км. Тогда как для Спитакского лишь 350 км, а для Рача-Джавского – 300 км. А для событий с $K \geq 18$ данных наблюдений вообще нет, за исключением сомнительного факта нарушения ритмики извержения гейзера «Старый служака» в Йеллоустонском парке в 5000 км от Аляскинского землетрясения.

Дело то заключается в том, что ареалы распространения прогнозных геохимических, гидрогеологических и гидротермальных аномалий для всех землетрясений до $K=16,0$ оконтуриваются третьей или четвертой изосейстой будущих землетрясений. Чтобы над нами не посмеива-

лись сейсмологи-инструментальщики, мы всегда в своих публикациях особо подчеркиваем – «будущих». А как же быть с бесспорными фактами их наблюдения далеко за пределами третьей изосейсты?

Так перед Бамским катастрофическим землетрясением с $K \geq 17$ у нас в Дагестане на полигоне «Солнце» на режимной скважине Г.П.Ходжаяном наблюдались гидродинамические аномалии за сутки до Бамского события, да такие, что выбило самописец у прибора «Валдай», А И.Мусаевым и Ш. Идармачевым наблюдались и геоэлектрические предвестники. Эпицентральное расстояние от этого события до нас составляет 750 км, а третья изосейста приходилась где-то южнее г. Баку. Это не первый случай, об этом мы писали, не советовали их игнорировать. А тут еще предвестники, да еще на расстоянии 7500 км от Суматранской катастрофы.

6750 км : 33 км = 204 суток.

А теперь давайте посмотрим, как согласуется эта цифра с теми аномалиями, что наблюдались в области Дагестанского клина и в Приморской его части.

С марта 2004 г. М.И. Шахрай заметил, что из газовой ассоциации из скважины на территории санатория «Каспий» на берегу моря исчез молекулярный водород, который до этого всегда содержался здесь в спонтанных газах. Исчезла и примесь кислорода, которая систематически здесь также наблюдалась. На фоне сейсмического затишья, которое у нас в Дагестане продолжается уже несколько лет, он забил тревогу и написал докладную начальнику ОМП ГС РАН М.Г.А. Даниялову, что в Дагестане ожидается очень сильное землетрясение.

В конце апреля 2004 г. мы с начальником сейсмической станции «Махачкала» ГС РАН Пономаревой Н.Л. обследовав все восходящие минеральные источники и давно заброшенные разведочные скважины в Приморском и Предгорном Дагестане, обратили внимание на то, что многие из восходящих сероводородных источников в Приморском Дагестане исчезли, а ведь до этого мы их наблюдали более 45 лет, а те которые не иссякли, почти прекратили спонтанную дегазацию и снизили температуру на 2–3–5°C.

С начала исчезновения спонтанного водорода до Суматранской трагедии прошло около 10 месяцев = 300 дней, от наших наблюдений 250–240 суток, но при этом мы не знаем времени начала их исчезновения и снижения масштабов дегазации минеральных источников.

И. Мусаев – старший научный сотрудник, кандидат физ.-мат. наук является очень опытным наблюдателем за динамикой электрического поля Земли. Результаты его наблюдений не подлежат никаким сомнениям. Так вот, он с начала сентября 2004 г. заметил все возрастающее усиление электрического поля в скважинах на Хадумском куполе в области Дагестанского клина, до первых десятков вольт, в отличие от фоновых значений, составляющих сотые, а в период активности – десятые доли Вольта. Когда в октябре и ноябре 2004 г. сила электрического напряжения достигла 100 и более Вольт, он забил тревогу, предупредив работников Черкейской ГЭС о возможной утечке электричества со станции или отвода их электрических сетей в земную кору. Тщательная проверка такой утечки не обнаружила, замеры температуры воды в термальной скважине показали увеличение её на 2–3°C.

Каких-либо других аномалий у нас в Дагестане не было отмечено. С начала формирования геоэлектрической аномалии до момента землетрясения в Бенгальском заливе 26/ХІІ–2004 г. прошло около 4 месяцев = 120 суток.

В настоящее время мы не располагаем какими-либо другими данными о подобного рода аномальных эффектах перед Суматранским землетрясением с территории Средней и Центральной Азии. Есть лишь сведения о гидротермальной аномалии на острове Пхукет в 500 км к востоку от эпицентра, где температура минеральной воды в источниках повысилась, со слов наших земляков, отдыхавших там, как минимум на 50°C.

Несмотря на чрезвычайную грандиозность этого события, оно до сих пор еще остается крайне не изученным. И мы вынуждены в своих рассуждениях опираться на случайные наблюдения. Тем не менее, от перспективы практического использования эффекта определения 35 лет назад Н.В. Шебалиным дух захватывает. Важен сам факт, принцип, эффект, феномен. Назовем его принципом Н.В. Шебалина. Мы настоятельно рекомендуем всем сейсмологам-прогнозидам просчитать шаг этого принципа Н.В. Шебалина в своих сейсмоактивных регионах. Это в дальнейшем очень поможет разобраться в особенностях формирования землетрясений в каждом конкретном регионе для средне и краткосрочного прогноза. Должно получиться что-то вроде прогнозного годографа, чрезвычайно важного как по своей сути, так и в практическом отношении.

В свете всего изложенного в данной главе с рядом отступлений и оговорок, в итоге вырисовывается очень любопытная фрагментарная картина механизма формирования сильнейших и катастрофических землетрясений.

Начало их формирования, очевидно, связано с подходом плюма к нижней части астеносферы и с внедрения его в её вещество, вследствие чего возникают тектонические напряжения в земной коре над телом внедряющегося плюма.

Возникающие и быстро развивающиеся нарастающие тектонические напряжения по Архимедовским законам по мере субвертикального (наклонного, по-видимому, под углом 80–90° к

основанию консолидированного фундамента) движения быстро распространяются вверх и в стороны.

Отсюда, по-видимому, открываются возможности определения скорости подъема плюма через астеносферу. Что в пределах верхних слоев земной коры все это происходит быстро, вряд ли приходится сомневаться. Так, если мощность земной коры в сейсмически активных поясах планеты мы оценим в 40–60 км, а мощность астеносферных слоев в 100–150 км, это в сумме составит около 200 км. Если тектонические напряжения в астеносфере и в земной коре нарастают со скоростью 33 км/сутки, то на путь от подошвы астеносферы к дневной поверхности уходит всего лишь около 7 дней. Даже если мы примем мощность земной коры и астеносферы в 500 км, то путь пробегает тектонических напряжений к будущему эпицентру составит 15–17 суток. Нелыханно! Но все же стоит над этим призадуматься. Конечно же, здесь речь идет не о скорости продвижения вещества самого плюма, а о скорости вовлечения земной коры в процесс возникновения тектонических напряжений по вертикали и по латерали и, соответственно, формирования гидрогеодеформационного поля.

Фактических данных по землетрясениям $M \geq 8,0$ нет совсем, а по $M \geq 7,0$ закономерности формирования самых разных аномалий изучены лишь для Газлийских и Хайченского событий. Для $K \geq 16,0$ нами изучено лишь одно – Дагестанское землетрясение 14 мая 1970 г. Для $K \geq 15,0$ одно – Черногорское (1975 г.) в Чечено-Ингушетии. Для $K \geq 14$ – Касумкентское, Ташкентское, Анапское – 1966 г., Салатауское – 1974 г., Буйнакское – 1975 и Избербашское – 1976 г. Некоторое число более мелких событий и все.

И тем не менее. На кое-что получены ответы, но вопросов появилось еще больше. В какой-то мере проясняется, как передаются тектонические напряжения на большие и громадные расстояния. Как, когда и где развивается гидрогеодеформационное поле и как следствие геохимические, гидрогеодинамические, гео- и гидротермальные аномалии и каково участие в их формировании флюидов из высокотемпературных зон Земли – мантии.

По-видимому, проясняется и вопрос о провокационной роли сильных землетрясений при проявлении очень далекой сильной сейсмичности. Очевидно, здесь речь должна идти не о прохождении сейсмических волн из очагов свершившихся сильных землетрясений к уже почти сформировавшимся очагам землетрясения на очень далеком расстоянии, а о простом механическом увеличении напряжений в астеносфере под все возрастающим прессом субвертикально движущегося плюма. С окраин оно ограничивается отсутствием астеносферного слоя под щитами и докембрийскими платформами, возможно, отчасти корнями высочайших гор, как в данном случае Гималаями и Тибетом. И в этом плане большой научный и практический интерес представляет вопрос, что считать за форшоки сильнейших катастрофических землетрясений. С точки зрения классической инструментальной сейсмологии он является крамольным. Так как со времен становления сейсмологии как науки форшоками считаются толчки, предвещающие основное сейсмическое событие в эпицентральной зоне будущего землетрясения. Для событий с $K \leq 16,0$ это бесспорно. Но в свете динамических процессов в астеносфере в связи с формированием событий с $M \geq 7,0$ и, в особенности, с $M \geq 8,0$ не говоря уже о $M \geq 9,0$ напрашивается несколько иной взгляд на форшоковую деятельность. Авторы многократно обсуждали эту проблему и пришли к предположению, что форшоками событий таких магнитуд, наверное, можно считать не только массу землетрясений средней силы в районе Зондского пролива, но и катастрофические события в Новой Зеландии с $M \geq 8,0$, а также Алтайское событие с $M \geq 7,0$ и даже Бамское землетрясение 2003 г с $M \geq 7,0$.

Уж коли в связи с Суматранской катастрофой выделилась такая масса механической энергии, что приподняло всю Евразию на несколько сантиметров и продвинуло её к западу, а о Суматра, да, наверное, и весь Малайский архипелаг наоборот опустило и отодвинуло к востоку на несколько см. Это ведь какую энергию надо было приложить для этого! По нашим ориентировочным расчетам в связи с данными событиями выделилось не 10^{19} дж., а 10^{23-24} дж. и при этом мы учитывали только его постэнергетику и энергию, вытесненную флюидами в обменный бассейн на стадии формирования этого события.

В связи с раскрытием сущности энергетической диссипации недр при подготовке сильных землетрясений, в особенности с установлением и оценкой масштабов криптоэнергетики, она дополнилась геотермальной и гидротермальной диссипацией.

В связи с рассмотрением роли плюмтектоники в формировании очагов сильнейших сейсмических событий наша модель формирования сильнейших землетрясений дополнилась и механоэнергетической диссипацией. Теперь она включает в себя: ИД ГеоГидр МЭЭДЗ, что означает «импульсную дегазацию, гео- и гидротермальную, а также механоэнергетическую эндогенную диссипацию Земли».

Судя по тому, что из рис.5 по Ю.М. Пушаровскому[16] оказывается возможным фиксировать прохождение плюма на разных уровнях вещества мантии методом сейсмотомографии, надо полагать, что таким образом, наверное, можно будет со временем научиться фиксировать подход

плюма к астеносфере, его скорость продвижения и его линейные размеры, место упора плюма в подошву фундамента, т.е. напрямую осуществить средне и краткосрочный прогноз катастрофических сейсмических событий. Как это сделать мы не знаем, но нам представляется, что со временем, когда будут организованы прогностические полигоны и в их пределах будут размещены сети профилей сейсмоприемников, в выше изложенных целях, очевидно, будет возможным изучение всей форшоковой деятельности, как близких, так и очень далеких землетрясений, и по отраженным сейсмическим волнам удастся определить параметры проходящих субвертикальных плюмов.

Конечно, все это выглядит сейчас довольно фантастично, но история науки знает немало случаев, когда фантастические идеи воплощались в реальность. И нам не обязательно, при этом оглядываться на Жюль Верна, а стоит лишь оглянуться назад при жизни одного нашего поколения на развитие, скажем, радиотехники, самолетостроения, вычислительной техники и т.д.

С учетом этапности развития событий в процессе формирования сильнейших землетрясений сценарий их средне и краткосрочного прогноза предполагается следующим.

1. Если удастся зафиксировать подход плюма к подошве консолидированного фундамента и скорость его продвижения, то по развитию регионального и межрегионального полей формирования тектонических напряжений и гидродинамических деформаций можно будет приблизительно оценить время предстоящего события.

2. По характеру распространения гидрогеодеформационного поля и, как следствие, геохимических, геотермальных, гидродинамических аномалий – по линейным размерам ареалов их совместного распространения – можно будет определить силу предстоящего события и уточнить время его свершения а так же по вектору, направленному внутрь ареала распространения всех аномалий, его эпицентры..

3. Ко времени максимального развития всей совокупности перечисленных прогностических аномалий вступают в свое развитие геоэлектрические и геомагнитные аномалии и сразу вслед за ними биологические предвестники, а последними световые и звуковые аномалии, что позволит еще более точно определить время, место и силу предстоящего события.

Чрезвычайный научный и прикладной интерес представляет вопрос о скорости движения плюма сквозь вещество мантии на различных отрезках субвертикального движения от поверхности внешнего ядра до подошвы консолидированной коры.

Исходя из эффекта Н.В. Шебалина, скорость движения плюма на последних отрезках пути сквозь вещество астеносферы мы оцениваем в 0,4-0,5 м/с или 1,4-1,5 км в час. Много это или мало – не ясно! Но хоть что-то, чем ничего.

По-видимому, здесь идет речь о всплывании плюма сквозь более пластичное вещество астеносферы, подобно пузырькам углекислоты сквозь дрожжевое тесто или сусло, но в этих случаях пузырьки углекислоты легче вещества вмещающей среды и здесь механизм движения ясен – газлифт.

В нашем же случае все наоборот. Вещество плюма более плотное и больше нагрето относительно среды, сквозь которую он движется. Движущая сила плюма, очевидно, заключается в очень больших перепадах давления, т.е. «эрлифт». Какое-то другое объяснения здесь не просматривается. Что собой представляет вещество плюма, как он образуется, как начинает свое центробежное движение, какова скорость (начальная, конечная) этого движения вот интереснейшая задача для математиков геофизического профиля. Нам все это представляется следующим образом.

По аналогии с унаследованностью структурного плана в стратиферу по-видимому, в глобальной геотектонике и геодинамике должен существовать принцип унаследованности истоков формирования плюмов для тектонически-активных зон или структур первого порядка в разрезе от верхнего ядра до земной коры в целом. Наверное, так оно и есть. Действительно под щитами и древними докембрийскими платформами, а также древними орогенами – подобно Уральскому хребту, плюмы в настоящее время не формируются. Скорее всего, процесс разуплотнения вещества верхнего ядра под перечисленными структурами первого порядка с образованием плюмов и выносом эндогенных летучих, да и не только летучих компонентов в верхние участки мантии и в земную кору, здесь закончился где-то в третичном периоде геологической эволюции.

И к настоящему времени вещество указанных участков верхнего ядра оказалось энергетически и качественно (имеется в виду наиболее легкие элементы таблицы Д.И. Менделеева – щелочные и щелочно-земельные элементы: K, Na и Ca, Mg, Sr, а также возможно Al, Cr, Sb и летучие: H₂, He, NH₃, Hg, Kг, CH₄, CO₂ и др.) истощено и обесценено, т.е. здесь не из чего формировать плюмы.

Другое дело – участки вещества верхнего ядра, расположенные под зонами альпийского орогенеза и их обрамлениями в виде меж- и предгорных прогибов, и молодых эпигерцинских платформ, под молодыми рифтами на суше и под зонами Заварицкого-Беньофа, а также в спрединговых зонах океанов. Здесь, по-видимому, начиная с третичного периода, возможно несколько раньше с палеоген, а в результате периодического выделения унаследованных летучих компонентов на стадии аккреции Земли, происходит процесс разуплотнения еще обогащенного щелочными и щелочно-земельными элементами вещества верхнего ядра и нижней мантии с обособлением более легких тел относительно вмещающего их субстрата. Эта облегченность разуплотненного вещества в начале способствует всплытию обособленного

плюма вверх. А так как это разуплотненное вещество находится в условиях очень высокого горного давления, перепады которого способствуют центробежной миграции уже сформировавшегося плюма вверх, и чем выше эти перепады, тем быстрее движется плюм.

Получается, что плюм как бы сам себя продвигает вверх. Здесь сразу же, напрашивается вопрос: а что собой представляет вещество нижней и средней мантии, что позволяет интрузивно всплывать плюму? Если это кристаллическое и очень плотное вещество, то такое всплытие невозможно. И вещество самого плюма должно собой представлять либо жидкость, либо газ, да еще и мигрировать сквозь плотное вещество мантии на наноуровне, как это представляет Ф.А. Летников[12]. Если жидкость, то миграция возможна лишь в диффузионной форме, на что преодоление 3000 км от границы верхнего ядра и нижней мантии ушло бы от 50-60 тысяч лет. Судя по рис.5 из работы Ю.М. Пушаровского[16] конвектирующие участки мантийного вещества (плюмы) довольно резко отличаются от вмещающего его вещества нижней, средней и верхней мантии. Это не газ и не жидкость, а более плотные тела. Насколько плотные? Мы не знаем. Но они есть, и они движутся, и это – бесспорный факт. Скорее всего, на томографических срезах мантии плотность плюмов лишь кажущаяся. А их контрастность обусловлена очень большой температурой и очень высоким давлением относительно мантии, сквозь которую эти тела интрузируют. Получается что-то вроде инфракрасных аномалий на поверхности Земли перед сильнейшими землетрясениями.

Таким образом, вещество нижней и средней мантии, не говоря уже о веществе астеносферы, не является кристаллическим очень плотным телом. Скорее всего, оно представляет какое-то пластичное вещество подобно стеклу. Мы долго думали над этим и неоднократно возвращались к этому вопросу. Судя по тому, что мантийное вещество более чем наполовину состоит из SiO_2 , а из работ Н.И. Хитарова и А.А. Кадика[9] вытекает что оно, в общем, представлено стеклами самого разного состава.

А в условиях чрезвычайно высоких температур и давлений мантийное вещество в физическом состоянии представляет собой квазирасплавленное вещество, сквозь которое довольно свободно мигрирует вверх вещество плюма, раздвигая его подобно киселю, а после прохождения плюма оно схлопывается – коллапсирует. А что собой морфологически представляет само тело плюма? Шар? Каплю? Колонну или цепочку фрагментов?

В самом начале своего движения вверх плюм нам представляется в виде капли, направленной острым концом вверх. Но по мере своего центробежного движения, вследствие всепродолжающегося процесса разуплотнения и перепадов давления в теле самого плюма, передняя его часть начинает расширяться и весь плюм приобретает форму струи в виде удлинненной капли с заостренным концом.

По мере дальнейшего движения вверх объем плюма должен все время увеличиваться вследствие продолжающегося разуплотнения и перепадов давления. При достижении плюмом верхней мантии он, по-видимому, приобретает грушевидную форму, верхняя, наиболее расширенная часть которого под действием гравитационных сил направленных с востока на запад вследствие вращения планеты, начинает уплощаться с боков и вытягиваться с севера на юг, приобретая лопатообразную форму или в виде колуна дровосеков, с протяженностью верхней заостренной части в первые сотни км для землетрясений $M \geq 7,0$. Для $M \geq 8,0$ она должна бы составлять более 500 км, а для $M \geq 9,0$ около 1000 и более км. В поперечнике зафронтальная часть плюма, по-видимому, не превышает первых десятков км.

По форме своего образования и центробежного движения все это, по нашему мнению, должно бы напоминать процесс парообразования. Так, если его наблюдать в прозрачном стеклянном сосуде, то в некоторых точках дна сосуда (в центрах парообразования) по мере продолжающегося нагрева образуются мельчайшие пузырьки пара, которые, устремившись вверх, начинают быстро увеличиваться в объеме и, при достижении поверхности, их размеры вырастают в десятки и сотни раз относительно начальных. А затем пузырьки пара лопаются, и пар выделяется в атмосферу.

Подобное увеличение наблюдается и в грифонах газифицирующих минеральных источников, где на дне водоема сначала появляется один и несколько маленьких пузырьков спонтанных газов, которые по мере всплывания вверх быстро увеличиваются в объеме и при достижении поверхности воды лопаются.

Плюм же при достижении астеносферы и подошвы консолидированного фундамента не лопается, а, раздвигая вещество астеносферы и упираясь в фундамент, создает все возрастающие тектонические напряжения, заканчивающиеся разломом земной коры вплоть до ее поверхности. При этом плюм дегазирует громадные объемы эндогенных флюидов, которые смешиваются с флюидами консолидированного фундамента (базальтовой и гранитной оболочек) и стратисферы, формируя в приповерхностных отложениях геохимические аномалии, диссипирующие в обменный бассейн. Кроме этого, выносятся огромные объемы эндогенного тепла, так же формируя региональные и межрегиональные геотермальные аномалии и тепловые аномалии в нижних слоях атмосферы.

Определенную уверенность в правдоподобности наших построений нам придает то, что они, в общем, хорошо согласуются с представлениями Е.В. Артюшкова и А.Ф.Грачева и др. [5,18]. Судя по тому, что в вулканических экструзиях даже в параксизмальных стадиях изотопные сейсмогеохимические аномалии не формируются, по сравнению с сейсмичностью, по-видимому, мы с Г.И.Войтовым во время их установления заблуждались в оценках глубины истоков их формирования., считая, что они зарождаются в высокотемпературных областях нашей планеты и прежде всего в астеносфере. С позиций определяющего влияния плюмтектоники в формировании сильнейших катастрофических землетрясений со-

вершено очевидно, что истоки изотопных сейсмогеохимических аномалий находятся гораздо глубже или в веществе верхнего ядра или на границе верхнего ядра и нижней мантии, где собственно и зарождаются плюмы. Для водорода, гелия и возможно других инертных газов это, по-видимому, так оно и есть, так как начало формирования плюмов обусловлено именно разуплотнением вещества и дегазацией ювенильного водорода, как это в свое время предполагали В.Н. Ларин и П.Н. Семенов [11,17].

Что касается изотопных сдвигов в атомах углерода, кислорода, то, по-видимому, они зарождаются значительно выше, на путях субвертикального движения плюмов.

Центробежно движущийся плюм на своем пути неизбежно мобилизует все ювенильные компоненты из вещества нижней, средней и верхней мантии, а также всей земной коры. Так, по мнению некоторых исследователей, вещество нижней мантии представлено углистыми хондритами, при этом не исключена возможность химического взаимодействия ювенильного водорода с углеродом хондритов с образованием метана. Что касается изотопных сдвигов углерода в молекулах CO_2 , то возможно, они формируются еще выше и по-видимому в веществе консолидированного фундамента, потому что формирование кислых подземных водногазовых систем (нарзанов) повсеместно генетически связано с гранитными интрузиями. Более того, нам представляется, что ювенильные компоненты, содержащиеся в плюмах, являются не только индифферентными газоносителями (элюэнтами), вымываемыми на своем пути из вмещающих пород самые различные элементы таблицы Менделеева, вынося их в земную кору и в обменный бассейн. Но в условиях высоких давлений и температур, они, и в особенности атомарный водород, являясь чрезвычайно агрессивными химическими элементами, взаимодействуют с веществом всей мантии, формируя самый разнообразный спектр соединений, начиная от молекул воды, CO_2 и др. При этом не следует забывать о переносе громадных объемов тепла и давления в вышележащие разделы и комплексы вплоть до обменного бассейна, что во всей своей совокупности и характеризует процесс субвертикального теплопереноса. Более того, в своем субвертикальном движении вещество плюма по мере сильнейших перепадов горного давления непрерывно разуплотняется и увеличивается в своих объемах.

Вот почему мы фиксируем в приповерхностных слоях земной коры и даже в нижних слоях атмосферы в связи с сейсмичностью, очень сложные многокомпонентные геохимические аномалии. По утверждению А.Ф. Грачева[8] ничего подобного не образуется в горячих точках планеты в процессе лавового вулканизма.

Таким образом, только в связи с Суматранской катастрофой 26 XII2004г очень многое проявилось в тектогенезе и сейсмогенезе, особенно в механизме формирования сильнейших сейсмических событий в их энергетике, в истоках формирования сейсмогеохимических аномалий. В то же время ярко проявилась недостаточность наших знаний и представлений в моделях формирования катастрофических землетрясений.

На первый план все продвигается механическая природа возникновения региональных и межрегиональных тектонических напряжений, приводящая их в конечном итоге и самими землетрясениями. Все остальное, как то: формирование геодинамического поля, геохимических (газовых и гидрогеохимических), гидрогеодинамических, геотермальных, а в последствии и геоэлектрических, геомагнитных, звуковых, световых, биологических и других аномалий является вторичным.

Стало очевидными, что наша модель импульсной дегазации Земли (ИДЗ) и формирования сильных землетрясений не только прошла проверку временем, но и как открытая система представлений парадигмы получила дальнейшее развитие, обогатившись знаниями об энергетике сейсмичности и об истоках зарождения сейсмогеохимических аномалий. Пополнились и знания о масштабностях процессов, предшествующих катастрофическим землетрясениям. Много проявилось, но вопросов возникло при том еще больше.

В результате всего вышеизложенного напрашивается следующий вопрос. Если в соответствии с графиком повторяемости сильных землетрясений в каждом конкретном сейсмически активном регионе под каждым очагом в пределах тектонически активных областей с поверхности внешнего ядра отрывается плюм, соответствующий интенсивности грядущих землетрясений в геологически точном месяце и с определенной периодичностью, то следует полагать, что: во-первых, само вещество верхнего ядра неоднородно в энергетическом и качественном отношении и по своему простираению обладает мозаичной или клавишной структурой, т.е. вещество внешнего ядра, по-видимому, обладает ячеистой структурой с элементами разной величины, продуцирующими плюмы разных размеров со своей, присущей каждой ячейке периодичностью, и среди них есть такие, которые никогда не продуцируют плюмы, а может быть давно уже «отслужили». Ведь хорошо известно, что в сейсмоактивных регионах есть участки, где в обозримое время не произошло ни одного сильного землетрясения.

Во-вторых: неужели внутри вещества верхнего ядра есть какие-то геологические часы, регулирующие временную и пространственную механику плюмообразования? Скорее всего, там существуют механизмы зарождения, развития или созревания и отрыва плюмов. А в мантии существуют какие-то ослабленные каналы, по которым плюмы центробежно мигрируют.

Судя по проявлениям катастрофических Бамского и около Бамского землетрясений в Иране 17 класса в 2004 и 2005 годах, а так же Газлийских 3-ний $K=17$ в 1976 и 1984 гг, использование графика повторяемости вряд ли правомерно, если дело касается сильных землетрясений, что хорошо согласуется и

с более ранними суждениями С.С.Арефьева[3]. Однако, судя по необыкновенному закономерно проявлению этих землетрясений, не исключена возможность того, что форма плюмов в различных регионах разнообразна. Возможно, при формировании около Бамских землетрясений в Иране не поднимались два одинаковых по размерам и одинаковой силы плюма. По-видимому, вершина одного плюма состояла из двух пиков: один первый, достигший астеносферы и консолидированного фундамента, сформировал первое землетрясение в 2004 году, а второй пик через год – такой же силы. Но такая форма плюма не согласуется с проявлением Газлийских землетрясений, потому что эпицентры обоих землетрясений локализируются в одном месте. Здесь возможен несколько иной вариант формы плюма - четковидный, в виде цепочки бусин. Одна, первая бусина сформировала землетрясение $K=17$ в 1976г. А вторая подошла только через 8 лет, и обусловила такой же силы землетрясение - в 1984г. О каком же графике повторяемости может идти речь? Здесь нам вспоминается курьезный случай, происшедший в связи с первым катастрофическим землетрясением в Газли, когда профессор Шебалин, опираясь на график повторяемости, успокаивал местное население, заявляя: «Будьте спокойны, больше ничего не произойдет, аналогичное событие будет только через 140 лет», - и природа посмеялась над этим пророчеством.

Считаем так же необходимым добавить, что в свете изложенных представлений о роли плюмтектоники в формировании сильнейших и катастрофических землетрясений (и вообще сейсмичности) по нашему мнению, гипотезы ДД и ЛНТ приобретают второе дыхание. Потому что все-таки на первое место в процессах подготовки землетрясений выдвигается механика, но опять таки без признания региональности, гетерогенности, гетерофазности процессов им не обойтись.

Однако, наверное, нам пора и остановиться в своих предположениях и гипотезах, а то можно уйти слишком далеко от реальности.

Но нам представляется, что здесь мы ничего сверхъестественного не придумали. Время покажет.

Литература

1. *Амирханов Х.И., Суетнов В.В., Левкович Р.А., Гаурбеков Х.А.* Тепловой режим осадочных толщ: Даг. кн. изд-во. 1972. – 227с.
2. *Апродов В.А.* Вулканы. М.: Мысль, 1982. 367 с.
3. *Арефьев С.С.* Эпицентральные сейсмологические исследования. М.: ИКЦ «Академкнига», 2003. 375 с.
4. *Артюшков Е.В., Мернер Н.–А.* Быстрое образование крутых флексур под осадочными бассейнами – указание на временную потерю прочности литосферного слоя // ДАН. 1997. Т. 356, №3. С. 385-386.
5. *Войтов Г.И., Гохберг М.Б., Киссин И.Г.* О динамике изменения состава газов подземных вод Кошабулакской структуры в период подготовки Газлийского землетрясения 18 мая 1984 г. // ДАН СССР. Т.284. № 1. С. 77–82.
6. *Войтов Г.И., Осика Д.Г., Ерохин В.Е.* Особенности вариаций изотопного состава водорода при землетрясениях в период заполнения водохранилища Чиркейской ГЭС (Дагестан) // ДАН СССР, 1978. Т. 242, № 5. С. 1181–1184.
7. *Горшков Г.П.* Сейсмоструктура территории юга СССР. М.: Наука, 1984.
8. *Грачев А.Ф.* Мантийные плюмы. - В кн. : Проблемы глобальной геодинамики. М. ГЕОС, 2000, с.79-82.
9. *Кадик А.А., Луканис О.А., Лапин И.В.* Физико-химические условия эволюции базальтовых магм в приповерхностных очагах. М.: Наука, 1990. 348 с.
10. *Каула У.М.* Тектоника и гравитационное поле Зе мли. В кн.: Природа твердой Земли. М.: Мир. 1975. С. 210-225.
11. *Ларин В.Н.* Гипотеза изначальной гидридной Земли. М.: Недра, 1976.
12. *Летников Ф.А.* К вопросу о природе изменения скоростей продольных волн (V_p) в мантии, соотносимых с воздействием плюмов. – ДАН, 2003. Т. 390, № 5. С. 673–675. 2002. С. 110–119.
13. *Милановский Е.Е.* Геоморфология // Восточно-Африканская рифтовая система. 1974. Т.2. С. 58-106
14. *Осика Д.Г., Черкашин В.И.* Флюидодинамика и сейсмичность. - Махачкала: ИГ ДНЦ РАН, 2004. С. 110–119.
15. *Осика Д.Г., Янковская Т.С.* Водородная дегазация Земли на современном этапе ее эволюции и ее связь с сейсмичностью. – В материалах научно-практической конференции (2–5.09.2002 г.) «Геодинамика и сейсмичность Восточного Кавказа». Махачкала, 2002. *Поляк Б.Г.* Тепломассопоток из мантии в главных структурах земной коры. М.: Наука, 1988. 192 с.
16. *Пуцаровский Ю.М.* Нелинейная геодинамика и геология. – Природа, 1998. № 6. С. 13–18.
17. *Семенов П.П.* Геохимия сфер Земли. Киев: Наукова Думка, 1983. 91 с.
18. *Grachev A.F., Fedorovsky V.S.* On the nature of greenstone belts in Precambrian // Tectonophysics. 1981. Vol.73. P. 195-212.
19. *Morgan W.J.* Convection plumes in the lower mantle // Nature. 1971. Vol. 230. P. 42-45.
20. *Ma Z, Fu Zh, Zhang Y, Wang Ch at al.* Earthquake Prediction. Seismological Press Beijing. 1989. P.332.

Оптимизация прогностических наблюдений сейсмического режима Восточного Предкавказья

Г.С. Казарьянц, А.А. Гаджиев, Н.Л. Пономарева
ИГ ДНЦ РАН, ДГПИ, Сейсмостанция «Махачкала»

Для успешного решения задачи прогнозирования готовящегося сильного землетрясения необходимо выполнить ряд условий:

1. В связи со сложностью задачи сейсмического прогноза требуется получение и обработка прогностической информации с использованием современных методов и технических средств, позволяющих оперативно решать задачу.
2. Прогноз может быть успешным только в том случае, когда наблюдения и получаемая информация удовлетворяет очевидным требованиям систематичности, достоверности и точности.
3. Организация наблюдений должна быть построена на основе теоретически правдоподобных и практически подтвержденных (хотя бы частично) характеристиках объекта наблюдений.