

УДК 550.34

НОВЫЕ ДАННЫЕ О ЛИССАБОНСКОМ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИИ 1.11.1755

© 2007 А.В. Викулин^{1,2,3}, С.А. Викулина⁴, Л. Аргас⁵

¹Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, vik@kscnet.ru

²Камчатский государственный технический университет

³Камчатский государственный университет

⁴Камчатский филиал Геофизической службы РАН

⁵ООО «Натали-Турс», Барселона

Нет, и в церкви все не так,

*.....
Все не так, ребята!*

В. Высоцкий

В работе проводится анализ данных о цунами и макросейсмических данных о Лиссабонском землетрясении 1.11.1755 г., $M = 8.4-8.9$. Показывается, что имеющиеся в литературе данные о высокой волне цунами в лиссабонской бухте при катастрофе 1755 г. сильно завышены. Определяются положение и размеры очага основного толчка. Показано, что движения в очаге происходили по системе разломов северо-восточного простирания. При этом сам Лиссабон, его окрестности и западное атлантическое побережье Португалии были расположены на периферии очага, что и объясняет высокий уровень наблюдавшихся колебаний поверхности грунта и, как следствие, большие разрушения. Приведены новые данные о повторяемости катастрофических событий в пределах западного окончания альпийского тектонического пояса. Показано, что продолжительный пожар в Лиссабоне, возможно, был связан с поступлением из недр Земли по системе разломов горячего газа.

ВВЕДЕНИЕ

Печально известное происшедшее более двух с половиной веков тому назад Лиссабонское землетрясение 1.11.1755 и его последствия, казалось бы, уже подробно описаны в многочисленных источниках и достаточно полно исследованы (Болт, 1981; Гир, Шах, 1988; Клячко, 1999; Неймар, 1899; Никонов, 2005; Рихтер, 1963).

И, тем не менее, данные, которые об этом землетрясении можно услышать из уст гидов, почерпнуть из туристических путеводителей (Испания, 2007; Португалия, 2006а,б) и увидеть своими глазами, показывают, что последствия Лиссабонского землетрясения и его особенности изучены еще не достаточно полно.

Во вводной части проведем обзор и критический анализ известных данных о Лиссабонском землетрясении, на которые «наложены» наши наблюдения, полученные в ходе туристической поездки летом 2007 г. по Испании и Португалии по маршруту: Барселона – Сарагоса – Саламанка

– Порту – Лиссабон – Толедо – Мадрид – Барселона, и выводы.

ОБЗОР ДАННЫХ О ЛИССАБОНСКОЙ КАТАСТРОФЕ И ИХ АНАЛИЗ

Данные, приведенные ниже, базируются, в основном, на опубликованных в (Клячко, 1999; Неймар, 1899; Никонов, 2005; Рихтер, 1963) показаниях очевидцев происшедших в 1755 г. событий.

Лиссабон. Это началось 1 ноября в 9 час. 50 мин., когда большая часть населения самой богатой столицы Европы, которое по разным оценкам составляло 250-500 тыс. человек, в День Всех Святых собралась к утренней молитве в многочисленных церквях Лиссабона.

Вдруг земля сильно заколебалась, и менее чем за минуту колебания сменились мощными толчками, которые, нарастая, следовали один за другим в течение 8 минут (Клячко, 1999, с. 17; Неймар, 1899, с. 313-314). Капитан, оказавшийся в морском

порту, наблюдал как каменные постройки Лиссабона медленно, величественно начали качаться из стороны в сторону, «как пшеничное поле от легкого ветра», в направлении «от моря» (Никонов, 2005, с. 23-24) - в северо-восточном направлении.

Потом все ненадолго успокоилось. Примерно через 20 минут земля снова затряслась и волновалась опять около 8 минут. Во время второго сильнейшего толчка по разным источникам произошло два «разнонаправленных» относительно невозмущенного уровня моря процесса. По одним данным (Неймар, 1899, с. 314; Клячко, 1999, с. 18), имело место опускание в море новой лиссабонской набережной. По другим данным, в Лиссабоне вначале море отступило далеко от набережной, обнажив морское дно на несколько километров, затем внезапно нахлынуло (Португалия, 2006а, с. 63).

После этого целый час было затишье (Неймар, 1899, с. 314-314).

В результате этих двух толчков были полностью разрушены 12 тыс. из 20 тыс. домов Лиссабона. Кроме того - 59 церквей, 90 монастырей, более 50 дворцов (Клячко, 1999, с. 19; Никонов, 2005, с. 25). Последние оценки у разных исследователей несколько отличаются; у одних они относятся только к Лиссабону (Никонов, 2005), у других (Клячко, 1999) — по-видимому, к нескольким пострадавшим при толчках 1755 г. городах. Например, в (Португалия, 2006а, с. 63-64) сообщается о 300 разрушенных дворцах и 110 церквях, вероятно, здесь имеются в виду потери, имевшие место в пределах всей Португалии. Лиссабон же был полностью разрушен на 2/3 — это признается всеми источниками. В результате, по разным оценкам, только в Лиссабоне погибло от 30 до 60 тыс. человек, при этом из 20 тыс. духовных особ осталось в живых только половина (Клячко, 1999, с. 19; Неймар, 1899, с. 323-324; Никонов, 2005, с. 21; Рихтер, 1963, с. 103). Сами португальцы сообщают о 40 тыс. погибших в Лиссабоне (Португалия, 2006б, с. 22).

На долю третьего мощного толчка, уже почти ничего не осталось. В почве возникли многочисленные трещины. Дальнейшее очевидцы были не в силах внятно описать (Клячко, 1999, с. 19; Неймар, 1899, с. 314-314). По мнению крупнейшего специалиста в этой области, А.А. Никонова, людям, не переживавшим сильные землетрясения в большом городе, почти невозможно представить этот «армагеддон». (Например, боевые генералы, прошедшие войну 1941-1945 гг., признавались, увидев уничтоженный землетрясением 1948 г. Ашхабад (100 тыс. погибших), что «это совершенно несравнимо» (Никонов, 2005, с. 24)).

Частые интенсивные толчки продолжались до вечера и через три часа относительного спокойствия, около 11 час. вечера, во многих местах

города *одновременно* показался огонь; его невозможно было потушить. (Неймар, 1899, с. 313-314; Никонов, 2005, с. 25).

В течение ноября и декабря толчки повторялись. Отдельные из них продолжали разрушения. Самый сильный афтершок случился 9 декабря (по (Клячко, 1999, с. 19) — 11 декабря), он ощущался по всей Португалии, в Испании, Северной Ирландии, Южной Франции, Швейцарии и Южной Германии. Сейсмическая активность в районе продолжалась 10 мес., но возобновлялась и позже, вплоть до 1762 г. (Никонов, 2005, с. 25).

Общая макросейсмическая картина, отображающая проявления Лиссабонского землетрясения в Европе и Африке, представлена на рис. 1. Более детальная, только в Испании было обследовано 3000 населенных пунктов, построенная на основе нескольких тысяч опросных листов, с точки зрения современной сейсмологии, не уступающих современным аналогам, представлена в (Никонов, 2005, с. 26, 28). Из этих достаточно подробных и детальных макросейсмических данных следует принципиальной важности вывод. А именно, все португальское побережье от Лиссабона (мыса Рока) до г. Фару (Faro) и далее до пограничного испанского г. Аямонт (Ayamonte) протяженностью 350 км подверглось сотрясениям с интенсивностью IX баллов и более. При этом в пределах его юго-восточной 100 - км части, максимально зарегистрированные сотрясения *заведомо достигали X баллов* и, следовательно, в эпицентральной области они должны были соответствовать XI баллам, если не более (Никонов, 2005, с. 28). Другими словами, разрыв, образовавшийся при землетрясении, несомненно, вышел на поверхность земной коры на морском дне, и землетрясение должно было сопровождаться цунами.

Другие города и селения. В Португалии было полностью разрушено множество прибрежных городов (Португалия, 2006а, с. 32). Согласно (Никонов, 2005, с. 21, 25), не менее 16 городов Португалии подверглись разрушениям в разной степени. В г. Фару (X баллов) разрушения и затопление в связи с цунами повлекли за собой 3 тыс. смертей. Разрушения были в западной части Испании: в Севилье (более VIII баллов), Малаге (около VI баллов) и др.; в Аямонте (IX баллов) и его окрестностях (до X баллов) погибло (от цунами) около 2 тыс. человек; «из Кадикса (VII баллов) пришла весть, что и там творятся такие же (как и в Лиссабоне — авт.) ужасы. Два города в Европе понесут огромные убытки в торговле» (Неймар, 1899, с. 314). О подобных явлениях сообщали и с Гиблартара (VI-VII баллов) - все укрепления разрушены, и из Марокко (VI-VIII баллов) - в одной только деревушке под оползнем погибло до 8-10 тыс. человек. Жертвы в сельских местностях Португалии и Африки неизвестны.

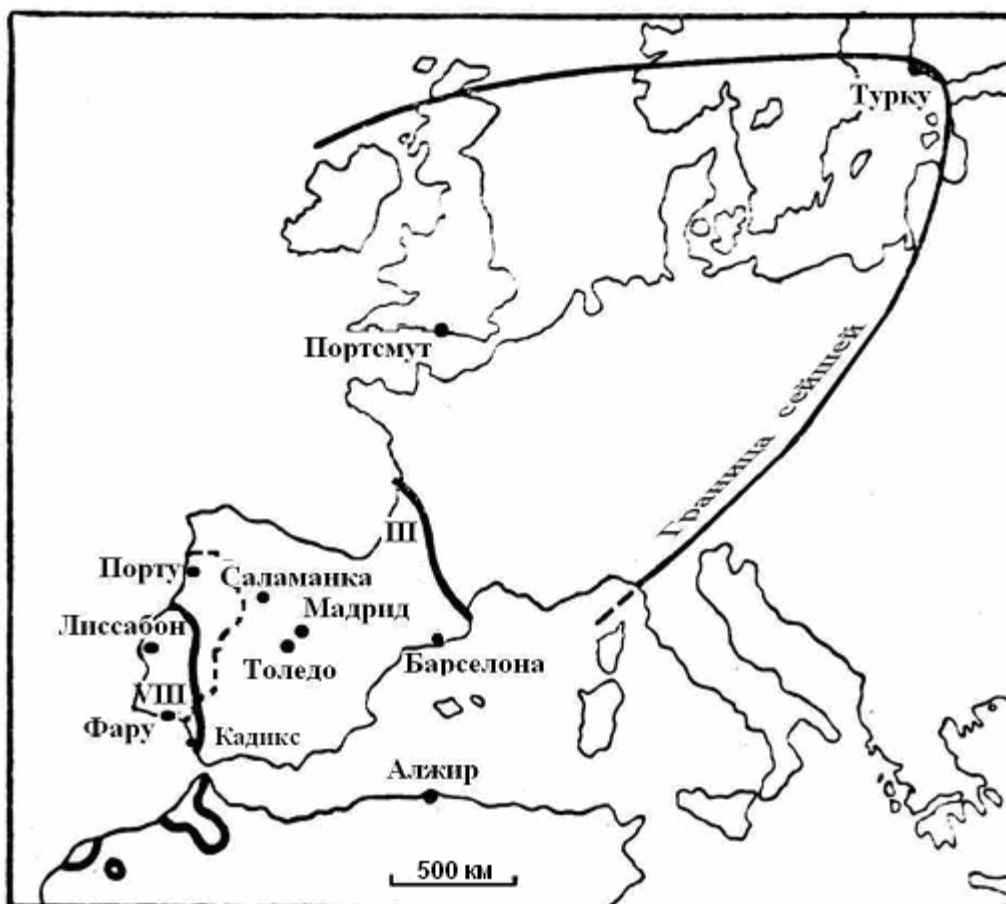


Рис. 1. Область, затронутая Лиссабонским землетрясением 1.11.1755 г. в Европе и Африке (Рихтер, 1963, с. 104). Римскими цифрами обозначены баллы интенсивности по XII – балльной шкале. Пунктиром проведена граница Португалии.

Воздействие катастрофы на умы. Данные, приведенные в этом разделе, позаимствованы, в основном, из работы (Никонов, 2005, с. 21, 25-26). Катастрофа в Лиссабоне привела в сильное возбуждение всю Европу. Свои соболезнования прислали И. Кант и Вольтер. Огромное количество брошюр, статей, политических сочинений, проповедей, стихотворений и т.п. наводнили литературу (Неймар 1899, с. 320; Рихтер, 1963, с. 103). Так, И. Гете называл это землетрясение «ужасным мировым событием», М.В. Ломоносов писал о «жестокой Лиссабонской судьбине». Землетрясение использовал в своем памфлете Ж.Ж. Руссо, эпизод с Лиссабонским землетрясением вставил в свою блестящую сатирическую повесть «Кандид» Вольтер. Конечно, именно Лиссабонское землетрясение имеется в виду в пьесе Оливера Уэнделла Холмса «Шедевр архиеерея, или чудесная одноколка».

Наряду с французской революцией это было самое сенсационное событие XVIII века (Неймар, 1899, с. 320). На *таком* фоне для философов и естествоиспытателей катастрофа стала поводом к смятению и уходу из «теоретического» романтизма в «более практический» прагматизм. В то время разрушенным виделся не только Лиссабон, но *вообще прошлое* (Никонов, 2005, с. 26). Немудрено,

что возбужденная фантазия многих из последующих интерпретаторов происшедшей в 1755 г. катастрофы доверяла многому, чего не было вовсе, и что все необычайные явления, приблизительно совпавшие с днем катастрофы, были поставлены в связь с грозным землетрясением (Неймар, 1899, с. 320).

Как видим, в оценке некоторых последствий катастрофы в тех реальных условиях, которые были в Европе, вполне возможны преувеличения в сторону их максимальных значений. Причиной тому, на наш взгляд, являются чисто психологические причины, которые могут быть объяснены, с одной стороны, «слишком уж глубоким» философским отношением к катастрофе и, в то же время, отсутствием достаточно ясных и физически объяснимых механизмов землетрясения - с другой. По сути, об этом же пишет и А.А. Никонов в заключительном разделе своей великолепной статьи (Никонов, 2005). Вспомним, первая классификация землетрясений на четыре типа была дана М.В. Ломоносовым спустя два года после Лиссабонской катастрофы, только в августе 1757 г., в статье (Ломоносов, 1986), в которой он высказал свои взгляды на геологические процессы и попытался, весьма примитивно с современной точки зрения,

дать объяснение причин землетрясений.

Именно с таких позиции, на наш взгляд, и стоит подходить к оценке некоторых параметров катастрофы и, в первую очередь, к высоте цунами в Лиссабоне, которое по данным (Клячко, 1999, с. 19; Никонов, 2005, с. 24) достигало 6 – 15 м. На наш взгляд, эти оценки сильно завышены.

Высота цунами в Лиссабоне при катастрофе. Сразу отметим, что нам не известны данные, которые бы прямо указывали на большое значение высоты цунами в Лиссабоне.

Действительно, «Лиссабонская газета» от 6 ноября 1755 г. писала: «1-е число текущего месяца останется навечно в нашей памяти из-за землетрясения и пожаров, разрушивших большую часть города...», «Среди ужасных последствий землетрясений... отметим разрушение высокой башни Томбо, где хранились государственные архивы» (Клячко, 1999, с. 17; Никонов, 2005, с. 23). Как видим – ни слова о якобы страшном и разрушительном цунами.

Из описания очевидца землетрясения в Лиссабоне (Неймар, 1899, с. 314): «После этого (*после второго толчка – авт.*) целый час было затишье. В это время распространился слух (*через час после сильного цунами распространился только слух? и все? – авт.*), что вода в море страшно поднялась... Наша таможня... низверглась в море вместе с большой площадью. Многие из *трехсот (выделено – авт.)* кораблей, стоявших в гавани, поднялись с якорей (*на них была команда, они были целыми! – авт.*); одни потонули, другие были уничтожены. Голландское судно было выброшено в город и стояло на суше. Но... нахлынула другая волна, подхватила корабль и, не повредив его, отнесла в море».

В Лиссабоне отступление моря далеко от набережной с обнажением морского дна на несколько километров и последующего прилива к берегу повторялось трижды (Португалия, 2006а, с. 63). Согласно данным того же «туристического» источника, сильно пострадал г. Кашкайш (Cascais), 26 км к западу от Лиссабона (с. 115) и почти полностью разрушен г. Сетабул (Setubal), 50 км к юго-востоку от Лиссабона (с. 158) – как видим, сведения о цунами для этих прибрежных городов, по сути – пригородов столицы, отсутствуют.

«1 ноября 1755 г. цунами Лиссабонского землетрясения достигло города около 10 час. утра через 20 мин. после первого толчка. На португальском побережье (*не в Лиссабоне – авт.*) его высота во многих местах возросла до 20 футов, а кое-где до 50 футов (*до 6 и 15 метров соответственно – авт.*)» (Рихтер, 1963, с. 112). Ясно, где цунами имело такую большую высоту и гигантскую кинетическую энергию – в португальском порту Фару (Faro), в испанском атлантическом порту Кадиксе (Cadaz) и в Гиблартаре (Неймар, 1899, с. 314;

Никонов, 2005, с. 25; Португалия, 2006а, с. 257), расположенных соответственно в 230, 350 и 450 км к юго-востоку от Лиссабона. Известно, волна прошла весь Атлантический океан и достигла берегов Америки (Неймар, 1899, с. 318).

Один из важных аргументов в пользу нашей точки зрения о завышенном цунами в Лиссабоне заключается в следующем. Согласно данным обстоятельной работы (Никонов, 2005, с. 24), материальные потери в г. Лиссабоне после землетрясения 1755 г. составили, даже по современным меркам, поистине фантастическую сумму – более млрд. франков золотом. Но в этой сумме *никак* не отражены и не выделены потери, связанные с гибелью кораблей, не говоря уже о флоте в целом: 800 млн. – драгоценности, 114 млн. – разрушение строений и 100 – потери казны и частных лиц от гибели и повреждений интерьеров, имущества. Как видим, если и пострадали корабли, то, очевидно, в незначительном количестве.

Кафедральный собор в Лиссабоне, расположенный практически на берегу, на удалении от него не более 1 км, при катастрофе *совершенно* не пострадал и, тем самым, сохранил многие и многие жизни *всех* людей, находящихся в соборе (Португалия, 2006а, с. 77)! Отметим, что, со слов гида, были повреждены только входные ворота, которые при службах всегда открыты. И собор не просто не пострадал, после первого сильного толчка – в нем была *возобновлена* служба. В случае же большого цунами, и жертвы в соборе были бы неизбежны в результате его затопления, да и сам собор должен был бы в результате подмыва, как минимум, просесть хотя бы на один из своих углов.

И, наконец, Лиссабон расположен в 17 км от Атлантического океана на правом берегу р. Тежу, ширина которой в районе города составляет также около 17 км, тем самым, образуя обширную просторную бухту, значительно более широкую, чем, например, Авачинская бухта, на берегу которой расположен г. Петропавловск-Камчатский. Значительного по высоте цунами в Лиссабоне от очага, расположенного в океане, просто не могло быть: из очевидных соображений следует, что высокая волна, не разрушившись, не может зайти в бухту ввиду достаточно *узкого устья реки*. Для геофизика, видевшего как расположение Лиссабона, так и конфигурацию бухты своими глазами, это совершенно очевидно! Например, при Большом Камчатском 4.11.1952 $M_s = 8,5$, $M_w = 9,0$ землетрясения при высоте цунами в океане в акватории Авачинского залива до 10 м и более, высота волны в бухте была не более 1-2 м (Соловьев, 1978, с. 74-77). Она не обладала большой кинетической энергией и имела характер медленной волны – подтопления (Викулин и др., 1997). Приведенные нами выше данные очевидцев

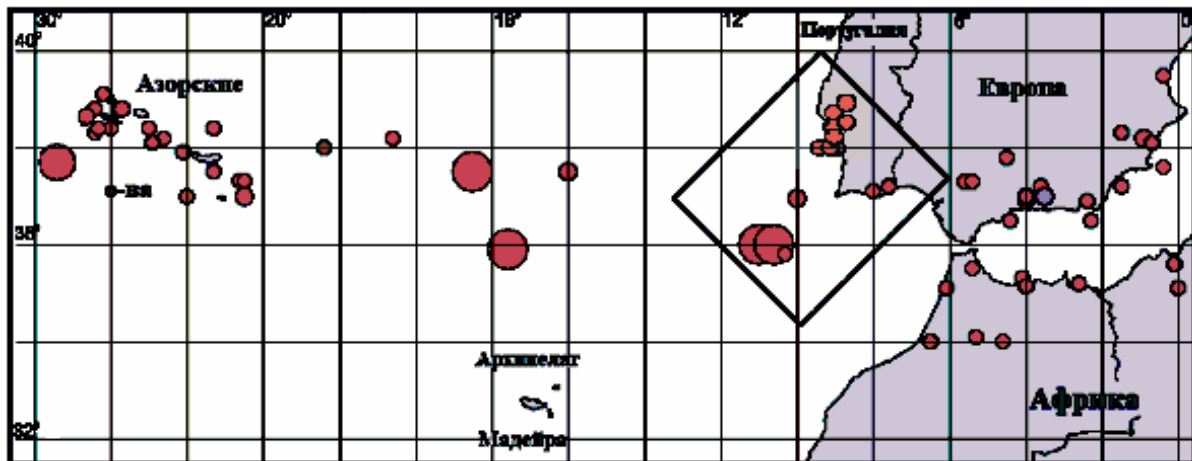


Рис. 2. Сейсмичность западного окончания субширотного альпийского тектонического пояса, простирающегося на 160° между Тихим и Атлантическим океанами, по данным мирового каталога за 2000 до н.э. – 2007 гг. (Викулин и др., 2007). Нанесены эпицентры всех ($N = 83$) известных землетрясений до XIX в. включительно и с $M_s > 6$ инструментального периода наблюдений в XX – XXI вв. Эпицентры землетрясений с $M_s \geq 8$ изображены большими кружками. Выделена часть пояса, определяющая, в основном, сейсмичность Португалии.

подтверждают, что именно такие, и по характеру, и по высоте волны наблюдались и в лиссабонской бухте в ноябре 1755 г.

Таким образом, по нашему мнению, несомненно, имело место совпадение во времени двух явлений: второй сильный толчок и приход первой достаточно малой по амплитуде и медленной волны. Данные о гигантском шестиметровом цунами (Клячко, 1999, с. 19) или первой волне высотой 12–15 м через 20 мин. после первого толчка (Никонов, 2005, с. 24), которые были результатом подвижки морского дна в момент первого толчка, являются явно преувеличенными.

Относительно механизма образования, как первой, так и последующих волн, приходивших на побережье лиссабонской бухты, нет единого мнения. С одной стороны, очаг землетрясения 1755 г., вне всякого сомнения, генерировал мощнейшее цунами. И приведенные выше данные убедительно продемонстрировали это. С другой стороны, согласно (Никонов, 2005, с. 24–25), «безусловно, речь идет о крупном оползне прибрежного участка во время второго толчка». Все эти данные не дают ответа на вопрос о природе волн, наблюдавшихся в лиссабонской бухте в 1755 г. и на вопрос: опустилась или поднялась городская набережная при землетрясении? Гид на прямой вопрос одного из авторов статьи о направлении движения набережной при катастрофе дал четкий ответ: берег при землетрясении поднялся.

И, тем не менее, можно заметить следующее. Гипотеза А.А. Никонова о возникновении цунами *внутри бухты* в результате обвала одного из ее подводных склонов (Никонов, 2005, с. 25) не бессмысленна и требует проверки. Такая гипотеза, например, имеет место для Петропавловска-Камчатского, вблизи которого на крутых берегах Авачинской бухты на высоте 10 м найдены

останки, интерпретируемые И.В. Мелекесцевым (устное сообщение) именно как следы цунами.

ПРОЦЕССЫ В ОЧАГЕ ЛИССАБОНСКОГО ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ

Сейсмичность Португалии. Землетрясение 1.11.1755 г. было не единственным в регионе. В научной литературе содержатся сведения о нескольких таких событиях: сильном в 1356 г., разрушительном в 1531 г. и об одном толчке в 1722 г. (всего толчков, ощущавшихся в течение пяти лет перед землетрясением 1755 г., согласно, (Клячко, 1999, с. 17–18), произошло шесть). Землетрясения происходили, происходят, и будут происходить, и на Азорских о-вах, расположенных к западу от Португалии, и в соседней Испании.

На рис. 2 нанесены эпицентры всех сильных землетрясений, происшедших в XII–XXI вв.,

$30^\circ W \leq \lambda \leq 0$, $32^\circ N \leq \varphi \leq 40^\circ N$, данные о которых содержатся в мировом каталоге. Видно, что совокупность эпицентров землетрясений, в основном, определяющих сейсмичность Португалии (прямоугольный выделенный участок), является составной частью всего субширотного альпийского тектонического пояса, протягивающегося через Индонезию, Тибет, Среднюю Азию, Кавказ, Турцию, Средиземное море к Азорским островам. Выделенный на рис. 2 район, «ответственный» за сейсмичность Португалии, как показано на схеме, представленной на рис. 3, связан с тектонической структурой, протягивающейся в северо-восточном направлении от архипелага Мадейра в сторону Лиссабона. Данные о землетрясениях этого района приведены в таблице.

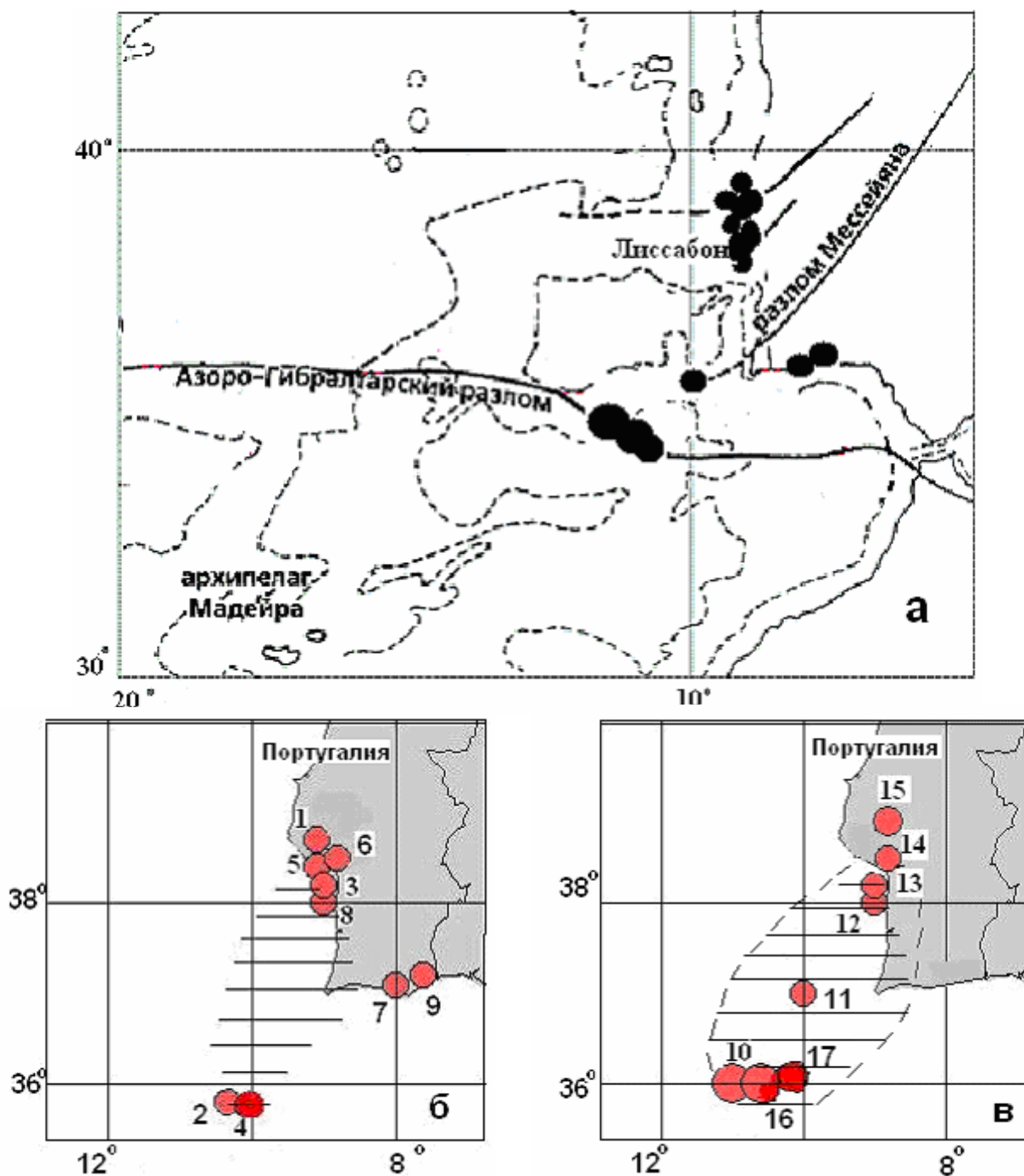


Рис. 3. Сейсмичность Португалии по данным за XII–XXI вв. (а), до катастрофы 1755 г. (б) и во время катастрофы и в последующие периоды (в). Тектонические разломы и батиметрия по (Никонов, 2005). Кружки большого и малого диаметра отражают положение эпицентров землетрясений с $M_s \geq 8$ и с $6 < M_s < 8$. Заштрихованная область обозначает положение сейсмической брешы (б) и очага Лиссабонского землетрясения 1755 г. (в). Цифры соответствуют номерам землетрясений в таблице.

Положение очага Лиссабонского 1755 г. землетрясения. Форшоки. Всего в пределах португальской структуры в течение последних девяти веков произошло 17 сильных (ощущавшихся населением) землетрясений: первое в 1151 г. (№ 1, табл.) в месте, в которое примерно через 100 лет «передет» столица Португалии (Португалия, 2006 б, с. 22), и пока последнее в феврале 2007 г. (№ 17, табл.). Эпицентры всех землетрясений в совокупности представлены на рис. 3а, батиметрия и

положение тектонических разломов на котором позаимствованы из (Никонов, 2005). Видно, что сильные землетрясения вблизи Португалии происходят в пределах тектонической структуры, на суше продолжающейся системой разломов северо-восточного простирания, в море прослеживающейся до архипелага Мадейра, тем самым, примерно под прямым углом пересекая Азоро-Гибралтарский разлом. На рис. 3б представлены эпицентры землетрясений, произошедших в районе до Лисса-

Таблица. Параметры определяющих сейсмичность Португалии сильных землетрясений XII-XXI вв., позаимствованные из мирового каталога, составленного на основе списков землетрясений в ISC, NEIC и SEC (Викулин и др., 2007).

№	Год	Ме- сяц	День	Час	Ми- нута.	Северная широта	Западная долгота	Глу- бина, км	M_S
1	1151	-	-	-	-	38.7	9.1	-	-
2	1320	12	9	-	-	36.0	10.7	-	-
3	1344	-	-	-	-	38.0	9.0	-	-
4	1356	8	24	-	-	36.0	10.7	-	-
5	1531	1	26	-	-	38.4	9.1	-	-
6	1551	1	28	-	-	38.4	9.1	-	-
7	1587	11	-	-	-	37.1	8.0	-	-
8	1597	7	28	-	-	38.0	9.0	-	-
9	1722	12	27	-	-	37.2	7.6	-	-
10	1755	11	1	9	50	36.0	11.0	-	8.4-8.9
11	1755	11	1	10	16	37.0	10.0	-	-
12	1755	11	1	11	16	38.0	9.0	-	-
13	1858	11	11	7	15	38.2	9.0	-	-
14	1858	11	11	7	30	38.5	8.8	-	-
15	1909	4	23	17	40	38.9	8.8	33	6.6
16	1969	2	28	2	40	36.0	10.6	22	8.0
17	2007	2	12	10	35	35.8	10.3	10	6.2

бонской катастрофы в 1151 – 1722 гг. (№№ 1-9, табл.), и на рис. 3в – во время катастрофы в 1755 г. (№№ 10-12) и после нее до 2007 г. включительно (№№ 13-17).

Как можно видеть из данных, представленных на рис. 3б, эпицентры землетрясений в 1151 – 1722 гг. оконтурили «пустую» (заштрихованную) зону, протяженность которой составила 300–350 км. Такие «пустые» зоны – зоны сейсмического затишья, оконтуренные областью с высокой сейсмичностью, К. Моги назвал сейсмическими брешами первого рода (Моги, 1988). При этом имела место следующая закономерность в распределении «краевой» сейсмичности: толчки по очереди происходили на противоположных краях сейсмической брешы. Действительно, толчки 1151, 1344, 1531-1551-1597 гг. (соответственно, №№ 1, 3, 5-6-8, табл.) происходили на северо-восточном краю брешы, а толчки 1320 и 1356 гг. (соответственно, № 2 и 4, табл.) – на ее юго-западном краю. Эффект чередования краевой сейсмичности отмечен в очагах многих сильнейших землетрясений планеты (Викулин, 2003; Лобковский, 1988). Как видим, очаг Лиссабонского землетрясения 1 ноября 1755 г. с магнитудой $M_S = 8.4 - 8.9$ ($M_W \approx 9$) располагался в таком месте, которое сейсмо-тектоническим процессом «готовилось» в течение, как минимум, пяти веков.

Следует отметить, что анализ имеющихся данных, выполненный через четверть века, по-

зволил сделать вывод о существовании предвестникового сейсмического затишья в течение нескольких лет перед Лиссабонской катастрофой (Никонов, 2005, с. 27).

Наиболее сильные из предварявших катастрофу 1755 г. толчков, отмечены в 1356 г. (№ 4, табл.) и в 1531 г. (№ 5.). Они в Лиссабоне сопровождалась соответственно сильными колебаниями и разрушениями (Клячко, 1999, с. 17-18; Португалия, 2006а, с. 77). Это позволяет принять, что место очага будущей катастрофы было «обозначено» уже за 250 лет до того, как она случилась. Последний сильный форшок, сопровождавшийся наиболее сильными ощутимыми колебаниями в г. Фару, произошел в 1722 г. (Португалия, 2006а, с. 257) на восточном краю области сейсмического затишья (№ 9, табл.) за 33 года до катастрофы.

Миграция афтершоков. Развитие сейсмического процесса в очаге Лиссабонского землетрясения отчетливо прослеживается расположением в пространстве и во времени его афтершоков в 1755 г. и толчков в последующие годы (рис. 3в). Видно, что в течение длительного времени в северо-восточном направлении происходила миграция эпицентров землетрясений. Процесс миграции проявился сразу же после главного толчка (№ 10, табл.) его афтершоками в 1755 г. (№№ 11-12) и продолжился последующими толчками в 1858 (№№ 13, 14) и 1909 (№ 15) гг.

Скорость миграции афтершоков в 1755 г., по порядку величины, достигает большой величины $V \approx 0.1$ км/сек, что, в соответствии с установленной в (Викулин, 2003, Викулин и др., 2007) зависимостью $V(M)$, позволяет оценить их магнитуду: $M_s = 7.5 - 8.0$. Миграция афтершоков является характерной особенностью сейсмического процесса, отражающей направление его развития в очагах сильнейших землетрясений и их размеры (Викулин, 2003, 2006). Например, многочисленные афтершоки с магнитудами $7.5 \leq M_s \leq 8.3$, инструментально зарегистрированные после Чилийского 22.5.1960 $M_w = 9.5$ землетрясения, мигрировали вдоль сейсмического пояса и определили, тем самым, и положение и размеры очага главного толчка (Duda, 1963).

На миграцию афтершоков в сторону Лиссабона указывают также и многочисленные данные о сильных моретрясениях («людей на палубе подбрасывало», «палуба сильно пострадала» (Никонов, 2005, с. 26)), которые могли происходить только в случае нахождения кораблей непосредственно над образовавшимся разрывом. При эпицентре главного толчка, расположенного от Лиссабона на удалении 300-350 км, такой силы моретрясения ощущались на кораблях, находившихся от столицы на расстояниях от 220-280 км (Никонов, 2005, с. 26), до 100 км (Неймар, 1899, с. 314).

На основании этих данных можно принять, что очаг Лиссабонского $M_s = 8.4-8.9$ землетрясения располагался в пределах заштрихованной области, «обозначенной» его двумя афтершоками (№№ 11, 12, табл.), и его протяженность составила 300-350 км (рис. 3в). Как видим, столица Португалии, ее окрестности и примыкающее к ней западное атлантическое побережье, по сути, оказались расположенными в пределах краевой зоны очаговой области, что и объясняет в этом районе высокую интенсивность колебаний и, как следствие, большие разрушения от сотрясений. Большая продолжительность колебаний (до 8 минут), отмеченная при первом и втором толчках, является следствием масштабности процесса. Например, сильнейшие камчатские землетрясения 17.10.1737 г. и 4.11.1952 г. с $M_w \approx 9$ ощущались в виде трех интенсивных волн, продолжительностью до 5 мин. каждая. Для землетрясений Европы такая большая продолжительность интенсивных колебаний при землетрясении является не характерной.

Об источнике цунами. Направление распространения разрыва при катастрофе 1755 г. в северо-восточном направлении объясняет имеющиеся место особенности распределения высот цунами: его малую интенсивность в направлении Лиссабона и, наоборот, высокую интенсивность в перпендикулярном направлении — как в направлении атлантического испанского побережья, так и в сторону Америки. Эти данные показывают, что

причины цунами в лиссабонской бухте в ноябре 1755 г., в соответствии с гипотезой А.А. Никонова (2005), следует связать именно с подводными обвалами в пределах ее акватории.

Нарисованная нами схема процессов в очаге Лиссабонского землетрясения, в принципе, отличается от схемы, построенной в работе (Никонов, 2005), в которой основные движения в очаге были связаны с движениями вдоль Азоро-гиблартарского разлома. Для уточнения сейсмического сценария возможной будущей катастрофы в районе Лиссабона, очевидно, требуется проведение целого комплекса дополнительных исследований.

О ПЕРИОДЕ ПОВТОРЕНИЯ КАТАСТРОФ В РАЙОНЕ ЛИССАБОНА

В туристических справочниках содержатся данные о землетрясении, неизвестного мировым каталогам и спискам землетрясений. В (Португалия, 2006а, с. 159): «В V в. на южном берегу р. Саду римляне основали рыбацкое поселение Цетобрига - совр. Троя. В 412 г. его разрушило землетрясение. Спустя 1000 лет здесь находилась королевская резиденция, исчезнувшая во время катастрофы 1755 г.». Данные об этом землетрясении могут иметь принципиальное значение при количественной оценке величины сейсмической опасности.

Землетрясения, происходящие в районе Лиссабона, как уже отмечалось выше, относятся к западному окончанию субширотного альпийского сейсмического пояса. В пределах только «средиземноморского» сегмента этого пояса произошло большое количество катастроф. Из них «наибольшую известность» получили землетрясение 536 г., в Сирии и Малай Азии (120 тыс. погибших), Сицилийское землетрясение 1693 г. (60 тыс. человек), Лиссабонская катастрофа (Неймар, 1899, с. 324) и землетрясение в итальянском г. Мессина в 1908 г. (120 тыс. человек).

Для кавказского сегмента этого пояса ранее была получена оценка повторяемости сильнейших в одном месте землетрясений, которая оказалась близкой одному событию в 1000 ± 700 лет (Викулин, 1992). Отметим, что именно такой силы землетрясения и привели к переносу столицы Армении из Ани сначала в Двин, а затем и в Ереван (Никонов, 1989). Но, к счастью, этого не произошло с Лиссабоном — нашелся человек Себастьян-Жозе ди Карвалью, маркиз и министр Помбал (1699-1782), который в той непростой ситуации не только посмел перечить португальскому королю, но и в короткий срок восстановить столицу (Никонов, 2005; Португалия, 2006а, с. 63-64, 83; Португалия, 2006б, с. 22-23)! Это - феномен не только в португальской (Никонов, 2005), но и в мировой практике.

Примерно такая же по величине оценка по-

вторяемости сильнейших землетрясений следует и из макросейсмических данных для центральной части Альпийского сейсмического пояса: «21.07.365 г. землетрясение в Александрии унесло 50 тыс. жизней и частично разрушило Фаросский маяк, причислявшийся к семи чудесам света. Этот маяк был построен в III в. до н.э. имел 180 м высоты и представлял собою гигантскую мраморную башню, на вершине которой постоянно поддерживался огонь. Впоследствии маяк сильно пострадал от землетрясения 400 г. и был окончательно «добит» землетрясением 1375 г. (*т.е. через примерно 1000 лет – авт.*). От него осталось только название – фары» (Вокруг света, 2005).

Приведенные данные позволяют предположить, что величина повторяемости сейсмических катастроф в одном месте в пределах всего западного сектора субширотного тектонического пояса составляет примерно одно событие в 1000 лет. К этим данным можно добавить, что характерные сейсмические периоды ΔT с близкой продолжительностью выявлены при анализе каталогов землетрясений Китая $\Delta T = 1000$ лет, Кавказа $\Delta T = 800 - 950$ лет и Японии $\Delta T = 1200$ лет (Викулин, 2003).

Для подтверждения гипотезы о характерном периоде повторения сильнейших катастроф в пределах Альпийского пояса, к западному окончанию которого относится Португалия, требуется проведения дальнейших исследований.

Приведенные на рис. 3в данные, показывают, что сеймотектонический процесс разрядки накопленных напряжений в очаге Лиссабонского землетрясения, начавшийся 1 ноября 1755 г. около 10 час. утра, продолжался миграционной цепочкой землетрясений в северо-восточном направлении в течение более 150 лет вплоть до начала XX в. – землетрясения 23 апреля 1909 г. (№ 15, табл.). Последние сильные землетрясения в португальском районе произошли в конце XX – начале XXI вв. – землетрясения 1969 и 2007 гг. (№№ 16, 17, табл.). Предпоследнее из этих двух событий имело большую для района магнитуду $M_s = 8$ и оно считается уменьшенным аналогом Лиссабонского землетрясения 1.11.1755 г. (Никонов, 2005, с. 28). По-видимому, можно принять, что подготовка следующей катастрофы в португальском районе, которую, как показали приведенные выше данные, можно ожидать в $1755 + 1000 = 2755 \pm 700$ году – началась.

ОБ ИСТОЧНИКАХ ПОЖАРА В ЛИССАБОНЕ И РАДИОАКТИВНОСТИ ПОЧВЫ

Не выясненным остается вопрос о причинах быстрого и интенсивного, начавшегося во многих местах, по-видимому, практически одновременно,

возгорания большого по протяженности города, в результате пожара выгоревшего дотла. Действительно, согласно (Клячко, 1999, с. 17): «А. Гумбольдт в своем «Космосе» более 100 лет спустя утверждал «со слов очевидцев», что столб огня и дыма вырвался из появившейся в скале Алвидрас, что на краю города, трещины. Более поздний и очень серьезный исследователь этого землетрясения сейсмолог Франсишку Луидж Перейра де Соуза (*известный сейсмолог Португалии* (Никонов, 2005)) приписывал пожар «радиоактивности почвы». Попытки людей остановить пожар оказались неудачными». Пожар «свиристствовал» в течение 5 суток, «развалины тлели еще столько же». В результате – выгорел весь город (Неймар, 1899, с. 313-314; 17; Никонов, 2005, с. 25).

В работе (Клячко, 1999) данные о причинах пожара и радиоактивности почвы оцениваются как слухи.

Пожар, как одна из основных причин нанесенного землетрясением ущерба, как уже цитировалось выше, рассматривается всеми очевидцами (Клячко, 1999; Неймар, 1899) и исследователями (Болт, 1981; Гир, Шах, 1988; Клячко, 1999; Неймар, 1899; Рихтер, 1963). В свете полученных в работе данных и результатов обследования очаговых областей последних катастрофических землетрясений предположения А. Гумбольдта и Ф. Л. Перейра де Соуза, фантастические, на первый взгляд, тем не менее, находят вполне разумное объяснение. Отметим, что не доверять выводам Ф.Л. Перейра де Соузу, собравшему и проанализировавшему *все* известные данные о Лиссабонской катастрофе и издавшему их в капитальном труде (Никонов, 2005) нет оснований.

Согласно данным, представленным в (Войтов, Попов, 1989), состояние проблемы состоит в следующем.

Подземные водогазоносные системы, несмотря на их кажущуюся региональную изолированность, представляют собою единое целое. Следовательно, возникающее в очаге землетрясения в ходе деформации пород трещины, сколы, разрывы неизбежно распространяются на всю систему. Достигнув поверхности Земли, они проявятся в изменении химического состава вод и газов, интенсивности источников глубинных минеральных вод. Это означает, что геохимические и гидродинамические признаки (а такие признаки были установлены и для Лиссабонского землетрясения (Никонов, 2005)) могут являться важной характеристикой происшедшей катастрофы.

Впервые связь между землетрясениями и нарушениями в «работе» глубинных источников еще в 1912 г. отметил основоположник русской сейсмологии Б.Б. Голицын. Тогда же он предсказал неизбежные газовые аномалии и изменения химического состава вод в источниках, связанных

с землетрясениями (Голицын, 1960). В.И. Вернадский примерно в то же время, размышляя о газовом обмене земной коры, сформулировал представления о газовых струях, существующих в геодинамически активных областях и несущих к поверхности Земли и в атмосферу газы из глубин (Вернадский, 1991). Одним из доказательств этого предположения является радиоактивность приземного слоя атмосферы.

Существенные изменения концентрации газов отмечены в очагах многих сильных землетрясений. При этом в очагах ряда сильных Газлийских землетрясений в составе газа регулярно регистрировался водород, концентрация которого заметно увеличивалась сразу после сейсмических ударов. Зафиксирован и другой эффект – регистрация β -распада короткоживущих продуктов распада радона в зоне глубинного Северо-Ферганского тектонического разлома. Установлено, что радон мог быть вынесен с глубины только потоком других газов.

Выявлено содержание радия в воде одной из скважин в зоне Предкопетдагского сейсмогенного разлома.

Согласно (Ташкентское..., 1971, с. 188-198), в очагах Ташкентского землетрясения и его афтершоков также наблюдалось заметное увеличение концентрации радона, которое, как оказалось, коррелирует с изотопным отношением урана (U^{234}/U^{238}) в минеральных водах.

Как мы отмечали выше, Лиссабон располагался в пределах очаговой области землетрясения 1755 г. и на его территории при землетрясении образовалось большое количество трещин, в том числе и достаточно глубокие. По образовавшимся трещинам из недр земли в достаточно большом количестве мог поступать горючий газ (например, водород), что и может объяснить как появление *многочисленных* очагов возгорания, так и невозможности их тушения и, как следствие, к выгоранию города дотла. Выходящий из недр газ, как показали приведенные данные, мог «тащить» с собой и радиоактивные элементы, которые «осели» в породе и которые через 100 лет после землетрясения мог обнаружить Ф.Л. Перейра де Соуз.

Аналізу взаимосвязи между землетрясениями и возникающими в результате них пожаров посвящен раздел «Землетрясения и огонь» в работе (Клячко, 1999, с. 57-58). В соответствии с приведенными там данными, пожары, в результате которых были нанесены самые большие ущербы, сопровождали два сильнейших землетрясения. Первое – землетрясение 1906 г. в Сан-Франциско, в результате которого за три дня выгорел 521 квартал города площадью 12 км² (Клячко, 1999, сс. 21, 57). Вторым таким «выдающимся» событием является землетрясение Канто, в результате которого 1-3 сентября 1923 г. выгорело 40% террито-

рии японской столицы Токио и 80% территории (18 км²) расположенного рядом г. Иокогамы (Клячко, 1999, с. 23-24). Эти и другие, отмеченные в (Клячко, 1999, с. 57-58) случаи гигантских пожаров, возникших в результате землетрясений, происходили в результате разрывов газопроводов, что в случае каждого пожара и приводило к одновременному возникновению большого (многие десятки и сотни) количества очагов возгорания и, как следствие, к большим трудностям при их тушении. Приведенные данные подтверждают предложенную нами гипотезу о выделении из недр Земли по многочисленным образовавшимся (вскрывшимся) в результате землетрясения разломам горючего газа, что и обеспечило и одновременно возникновения многочисленных источников пожара по всему Лиссабону и его продолжительность.

Нарисованная картина, в рамках которой объясняются возможные причины длительного площадного пожара в Лиссабоне, подтверждается полученными в последнее время многочисленными данными о существовании большого количества гео-гидро-химических предвестников Лиссабонской катастрофы. Действительно, в ряде населенных пунктов «задним числом» выявлены предвестниковые изменения температуры изливающихся вод, дебита колодцев, химического состава воды (появление у нее неприятного запаха) и др. (Никонов, 2005, с. 27). Некоторые из этих явлений были отмечены и во время катастрофы 1 ноября 1755 г. (Неймар, 1899, с. 320).

ПОВОРОТЫ КАФЕДРАЛЬНОГО СОБОРА В САЛАМАНКЕ

Новый и Старый Кафедральные Соборы Саламанки, находясь рядом друг с другом, дают представление о самых разных архитектурных стилях – от позднего романского (XII-XIII веков), в старом, до готическо-ренессанского, в новом, строительство которого, начавшись в 1513 г., продолжалось более двух веков (Испания, 2007).

Новый собор демонстрирует великолепно исполненное каменное кружево фасада и карнизы филигранной работы. В течение многих веков существования Нового Собора на его фасаде из более чем ста фигурок отвалились и разбились только несколько из них. И на это обратили внимание сразу после землетрясения, случившегося 1 ноября 1755 г., что, несомненно, свидетельствует в пользу утверждения: результатом откола фигурок является именно сейсмический толчок. Больше никаких внешних нарушений на фасаде, других стенах и башнях Нового Собора в результате землетрясения не возникло.

Внутри Нового Собора также создается ощущение полного душевного спокойствия и близости

чего-то возвышенного, что, среди прочего, достигается «мягкостью» света, проникающего через многочисленные великолепные витражи, которые при землетрясении совершенно не пострадали. Однако по обоим торцам фасадной стены изнутри Собора отчетливо видны трещины, протягивающиеся от верхней части стены вниз на более чем 10 метров (!), что позволяет визуальнo оценить ширину трещин, составляющую при высоте стены около 30 метров как минимум несколько сантиметров, возможно, до 10 см и более.

Приведенные данные позволяют охарактеризовать интенсивность колебаний в Саламанке при землетрясении 1755 г. как VII-VIII балльные по XII балльной шкале.

В то же время, согласно карты сейсмического районирования, Саламанка оказывается расположенной в пределах VI балльной зоны колебаний (Никонов, 2005, с. 28). Выше уже отмечалось, что карта сейсмического районирования сотрясений, вызванных Лиссабонским землетрясением 1755 г., составлена с учетом большого количества фактического макросейсмического материала и является достаточно «точным» документом. Поэтому значительное расхождение между нашей оценкой и данными детального макросейсмического обследования сразу после землетрясения, следует искать в некоей «нестандартной» причине.

Такие значительные по величине (ширина трещин), масштабные (длина трещин) и несквозные нарушения торцов фасадной стены Нового Собора, на наш взгляд, разумным образом и достаточно просто можно объяснить только одной причиной. А именно — волны, возникшие в результате Лиссабонского землетрясения, в районе Саламанки имели в большей степени «крутильную» поляризацию, нежели сдвиговую, что и привело к повороту сначала в одну сторону, потом в другую всего Нового Собора относительно его фасада. Такой поляризацией волн, очевидно, легко можно объяснить и смещение с наклоном возведенной в 1163 г. башни Петуха Старого Собора, что можно увидеть на великолепном снимке в (Панченко, Семашко, 2006, с. 116). Именно поворотные колебания в совокупности с интенсивными вертикальными толчками могли привести к повреждению ворот Кафедрального собора в Лиссабоне при землетрясении.

Макросейсмические эффекты, связанные с крутильными колебаниями, были выявлены после многих землетрясений, происшедших как в «старые» времена, так и совсем недавно (Аносов и др., 2004). И до настоящего времени существующие нормативные документы не предусматривают возможный учет крутильных колебаний при оценке макросейсмических последствий землетрясений (Дроздук, 2004).

В работе приведены новые данные о Лиссабонском 1.11.1755 г. землетрясении.

1. Показано, что данные о высоте цунами в лиссабонской бухте при катастрофе 1755 г., достигающие 6-15 м, являются завышенными. Незначительное по высоте (1-2 м) цунами, несомненно, имевшее место, скорее всего, было вызвано подводными обвалами, происшедшими в пределах акватории бухты. Необходимо проведение дополнительных исследований с целью уточнения возможного сценария цунами в Лиссабоне при последующих землетрясениях.

2. Приведенные данные позволили сформулировать вывод о существовании сейсмической брешы и чередовании «краевых» форшоков в месте расположения очага будущей катастрофы и миграции афтершоков в 1755 г., что позволило уточнить положение очага Лиссабонского землетрясения и его размеры.

3. Приведены и проанализированы новые данные о повторяемости катастроф типа Лиссабонской 1755 г. в пределах западного окончания альпийского сеймотектонического пояса планеты. Сформулировано предположение о значении возможного периода повторения таких катастроф в регионе, равного одному событию в 1000 лет.

4. С учетом последних данных, полученных в очаговых областях сильнейших землетрясений, высказано предположение, что возможной причиной длительного площадного пожара в Лиссабоне и выгорания его дотла, является поступление горючих газов из земных недр через множество образовавшихся при землетрясении разломов.

5. На примере Кафедрального собора в Саламанке сделан вывод о том, что одной из возможных причин повреждений зданий и сооружений при Лиссабонском землетрясении могли являться и крутильные колебания.

Полученные новые данные, несомненно, могут оказаться полезными как при составлении сценария возможных будущих катастрофических землетрясений в регионе, так и при выработке мер по уменьшению ущерба от них.

Конечно, история изобилует большим количеством совпадений. Большинство из них впоследствии получают свое объяснение. Некоторые, например, «одновременное» существование двух мощнейших научных центров в Древних Греции-Риме и Китае (Диоген, 1979; Исаков, 2004) — еще на долгое время останется загадочным. К числу таких знаменитых и пока неразгаданных совпадений, требующих в дальнейшем своего объяснения, относятся и происшедшие в 1755 г. следующие поистине великие для науки события.

Во-первых, учреждение 12 января Московского университета. Во-вторых, опубликование

Э. Кантом космогонической гипотезы. В-третьих, опубликование С.П. Крашенинниковым (1755) своей главной книги о Камчатке, содержащей, среди прочего, в том числе и научное описание самого мощного за последние несколько столетий камчатского землетрясения 17.10.1737 г. с $M_w=9$. И, в-четвертых - Лиссабонское землетрясение 1 ноября.

Авторы признательны В.А. Широкову за конструктивное обсуждение всех вопросов, затронутых в статье.

Список литературы

- Аносов Г.И., Константинова Т.Г., Делемень И.Ф.* Некоторые сведения о крутильных деформациях при землетрясениях в связи с развитием методов сейсмического микрорайонирования и усиления зданий // Вихри в геологических процессах. Петропавловск-Камчатский: ИВГиГ ДВО РАН, 2004. С. 246-252.
- Болт Б.* Землетрясения. Общедоступный очерк. М.: Мир, 1981. 256 с.
- Вернадский В.И.* Научная мысль как планетное явление. М.: Наука, 1991. 271 с.
- Викулин А.В.* О понятии и величине сейсмического риска // Вычислительные технологии. 1992. Т. 1. № 3. С. 118-123.
- Викулин А.В.* Физика волнового сейсмического процесса. Петропавловск-Камчатский: ОМСП ГС РАН, 2003. 150 с.
- Викулин А.В.* Волновая природа ротационного упругого поля литосферы // Геодинамика и напряженное состояние недр Земли. Труды международной научной конференции. 10-13 окт. 2005. Новосибирск: ИГД СО РАН, 2006. С. 401-419.
- Викулин А.В., Водинчар Г.М., Мелекесцев И.В. и др.* Моделирование геодинамических процессов окраины Тихого океана // Солнечно-земные связи и предвестники землетрясений. Сборник докладов IV международной конференции. 14-17 авг. 2007. с. Паратунка Камчатской обл. Петропавловск-Камчатский: ИКИРР ДВО РАН, 2007. С. 275-280.
- Викулин А.В., Дроздюк В.Н., Семенец Н.В. Широков В.А.* К землетрясению без риска. Петропавловск-Камчатский: «СЭТО-СТ», 1997. 120 с.
- Войтов Г.И., Попов Е.А.* Геохимический прогноз землетрясений // Природа. Землетрясения – уроки и проблемы. 1989. № 12. С. 60-64. Вокруг Света. 2005. № 7 (2778). С. 42.
- Гир. Дж., Шах Х.* Зыбкая твердь. Что такое землетрясение и как к нему подготовиться. М.: Мир, 1988. 220 с.
- Голицын Б.Б.* Избранные труды. Т. 2. Сейсмология. М.: Изд-во Академии наук СССР, 1960. 490 с.
- Диоген Лаэртский.* О жизни, учениях и изобретениях знаменитых философов. М.: Мысль, 1979. 622 с.
- Дроздюк В.Н.* Кручение зданий при землетрясениях // Вихри в геологических процессах. Петропавловск-Камчатский: ИВГиГ ДВО РАН, 2004. С. 257-259.
- Исаков А.* Пионеры цивилизации. Петропавловск-Камчатский: «Новая Книга», 2004. 232 с.
- Испания. Путеводитель. М.: «Авангард», 2007. 240 с.
- Клячко М.А.* Землетрясение и мы. СПб: РИФ «Интеграф», 1999. 233 с.
- Крашенинников С.П.* Описание земли Камчатки. Т. 2. СПб: Академия наук, 1755. 438 с.
- Лобковский Л.И.* Геодинамика зон спрединга, субдукции и двухрусная тектоника плит // М.: Наука, 1988. 251 с.
- Ломоносов М.В.* Слово о рождении металлов от трясения земли // М.В. Ломоносов. Избранные произведения в двух томах. Т. 1. Естественные науки и философия. М.: Наука, 1986. С. 344-360.
- Моги К.* Предсказание землетрясений. М.: Мир, 1988. 384 с.
- Неймар М.* История Земли. Т. 1. Общая геология. СПб: Изд-во Книгоиздательского Товарищества «Просвещение», 1899. 761 с.
- Никонов А.А.* Земля землетрясений // Природа. 1989. № 12. С. 39-46.
- Никонов А.А.* «Ужасное потрясение» Европы. Лиссабонское землетрясение 1 ноября 1755 г. // Природа. 2005. № 11. С. 21-29.
- Панченко Н., Семашко А.* Саламанка – город-университет // Вокруг Света. 2006. № 2 (2785). С. 114-129.
- Португалия. М.: «Вокруг Света», 2006а. 292 с.
- Португалия. М.: «Аякс-Пресс», 2006б. 96 с.
- Рихтер Ч.* Элементарная сейсмология. М.: Изд-во Иностранной литературы, 1963. 670 с.
- Соловьев С.Л.* Основные данные о цунами на тихоокеанском побережье СССР, 1737-1976 гг. // Изучение цунами в открытом океане. М.: Наука, 1978. С. 61-136.
- Ташкентское землетрясение 26 апреля 1966 г. Ташкент: «Фан», 1971. 672 с.
- Duda S.J.* Strain release in the Circum-Pacific belt, Chile 1960 // J. Geophys. Res. 1963. V. 68. P. 5531-5544.

ВИКУЛИН И ДР.
NEW LISBOA 1.11.1755 EARTHQUAKE DATA

A.V. Vikulin^{1,2,3}, S.A. Vikulina⁴, L. Artigas⁵

¹Institute of Volcanology & Seismology of FED RAS, Russia, vik@kscnet.ru

²Kamchatka State Technical University, Russia

³Kamchatka State University, Russia

⁴Kamchatka Branch, Geophysical Service RAS, Russia

⁵Natalie Tours, Barcelona

Analysis of tsunami and of macroseismic data of Lisboa 1.11.1755, M=8.4-8.9 earthquake is made. It is showed the height of 1755 tsunami in Lisboa Bay is overstated strongly. The location and the measurement of general foci are assessed. It is showed the movements in foci of Lisboa earthquake taken place along of north-eastwards system ruptures. Lisboa and its outskirts and westerly Atlantic coast of Portugal was located on periphery of 1755 earthquake' foci. The high amplitude of the ground surface oscillations and big damage are explained of such foci location. New data on repeatability of strongest earthquakes over the range western Alpine tectonic brunch are cited. It is showed the long-lasting (five days!) Lisboa fire was related with the gas coming from the Earth by means of system ruptures.