

УДК 550.34.042.

## Атлантические моретрясения 1 ноября 1755 г. (Великое Лиссабонское землетрясение) и 31 марта 1761 г.

© 2022 г. Л.И. Иогансон, Г.Ю. Донцова, Л.Д. Флейфель

ИФЗ РАН, г. Москва, Россия

Поступила в редакцию 14.04.2022 г.

**Аннотация.** Анализируются материалы по сейсмическому режиму до и после Лиссабонского землетрясения 1 ноября 1755 г., которое сопровождалось необычной сейсмической активизацией на значительной территории Западной Европы, Северной Африки и в Атлантике, что практически не отражено в научной литературе. После 1 ноября 1755 г. наблюдалась серия землетрясений в Западной Европе, только часть из которых можно отнести к закономерному афтершоковому процессу. Отличительная черта постлиссабонской активизации, в которой выделяются три фазы, – возникновение землетрясений в разобщённых районах Европы, иногда одновременно, далеко за пределами области распространения афтершоков. В сейсмическом сценарии после Лиссабонского землетрясения важную роль сыграло землетрясение 31 марта 1761 г., которое можно рассматривать в качестве «двойника» Великой Лиссабонской катастрофы 1 ноября 1755 года. Оба землетрясения были генерированы в западной Атлантике, поэтому их правильнее называть моретрясениями.

**Ключевые слова:** Лиссабонское землетрясение, землетрясение 31 марта 1761 г., Западная Европа, Северная Атлантика, сейсмическая активизация, цунами, сейсмический режим, сейсмические каталоги, исторические источники, газета «Санкт-Петербургские ведомости».

**Для цитирования:** Иогансон Л.И., Донцова Г.Ю., Флейфель Л.Д. Атлантические моретрясения 1 ноября 1755 г. (Великое Лиссабонское землетрясение) и 31 марта 1761 г. // Российский сейсмологический журнал. – 2022. – Т. 4, № 2. – С. 7–22. DOI: <https://doi.org/10.35540/2686-7907.2022.2.01>. EDN: FEOBRJ

### Введение

Катастрофическое Лиссабонское землетрясение 1 ноября 1755 г. вошло в историю не только сейсмологии, но и культурного наследия Европы. Если трагические его последствия стали темой художественных и философских произведений, вызвав оживление ставшей особенно актуальной теодицеи [Dynes, 2000], то проявление землетрясения в рельефе, атмосфере и гидросфере на огромной территории и сопровождающее его цунами по обе стороны Атлантики не прошли мимо внимания естествоиспытателей – и не только современников события [Иогансон, 2017], но и учёных последующих двух с лишним столетий. С Лиссабонского землетрясения началась европейская сейсмология. Но, несмотря на то, что ему посвящена огромная научная литература, многоаспектные эффекты этого события вызывают необходимость возвращаться к нему и спустя более, чем 250 лет.

В последнее время в качестве приоритетных обозначились экономический, экологический, социальный и некоторые другие тренды при обращении к лиссабонской тематике [Chester, 2001; Dynes, 2005; Mendes-Victor et al., 2010; Martínez, López, 2004; Pereira, 2009; Kahn, 2005]. Создаётся впечатление, что собственно сейсмологические и, тем более, геодинамические особенности этого экстраординарного для Европейского континента землетрясения оказались затуманенными чудовищными подробностями катаклизма в Лиссабоне, на описании которого сосредоточены исследователи. Поэтому общая картина проявления землетрясения в различных частях Западной Европы и цунами на обоих атлантических побережьях послужили лишь дополнительной характеристикой его масштабов. Так, общим местом стало утверждение о том, что землетрясение проявилось на большей части Западной Европы и Западной Атлантики – от о-ва Мадейра и португальского побережья

до Богемии (Чехии) и от северного африканского побережья до Ирландии и Скандинавии. При этом сотрясения на поверхности и нарушения водного режима внутренних водоёмов и рек, как правило, не дифференцируются в пространстве, хотя эти явления были достаточно чётко локализованы, а не повсеместны и, как правило, не перекрывались.

Мало освещённым остаётся специфический сейсмический режим, наблюдавшийся как до, так и особенно после Лиссабонского землетрясения, выразившийся в аномальной сейсмической активизации Приатлантической Европы, пространственно не совпадающей с афтершоковым процессом. Практически незамеченным в научной литературе, в том числе, в отечественной, осталось ещё одно сильнейшее землетрясение 31 марта 1761 г., которое по своей энергии и площадному воздействию можно расценивать в качестве «двойника» Лиссабонского толчка. Обращение к историческим источникам позволяет во многом восстановить картину распределения различных эффектов при Лиссабонском землетрясении и выявить характер аномальной сейсмической активизации, вызванной этим событием.

## 1. Данные

В основу работы положены материалы в газете «Санкт-Петербургские ведомости» за XVIII в., в которой Лиссабонскому землетрясению посвящены десятки публикаций – от скупых сообщений до подробных описаний катастрофы её очевидцами, а также перепечатка сведений из иностранной прессы. Эта информация была дополнена данными из исторических [Hoff, 1840; Hoff, 1841; Mallet R., Mallet J., 1858] и параметрических [Van Gils, Leydecker, 1991; SHEEC, 2012] каталогов. Проанализированы также публикации зарубежных исследователей о землетрясении 31 марта 1761 года.

**Распределение сотрясений, гидрогеологических аномалий и проявлений цунами во время Лиссабонского землетрясения.** Максимальные сотрясения 1 ноября 1755 г. наблюдались в Лиссабоне, где в течение не более чем 10 минут произошли три толчка интенсивностью X баллов, полностью разрушившие город. Значительные разрушения наблюдались в других населённых пунктах западного и южного португальского побережья (Сетубал, Кадис, Фару), в северных частях побережья (Порту, Компостела) разрушений не наблюдалось. Сотрясения ощущались на всей территории соседней Испании, но интен-

сивность их заметно ослабевала от прибрежных районов в восточном направлении. На Африканском побережье сильные толчки произошли в западной части Марокко, наибольшие разрушения наблюдались в городах Танжер, Фес, Мекнес, т.е. как в прибрежных, так и удалённых от побережья районах. На поверхности земли возникали большие провалы [Hoff, 1840], что свидетельствует об интенсивности сотрясений IX–X баллов (рис. 1).



Рис. 1. Карта изосейст Лиссабонского землетрясения в пределах Иберийского п-ова.

Звёздочкой показан предположительный эпицентр землетрясения (по [Никонов, 2005])

На о-ве Мадейра, расположенном в 960 км к западу от Лиссабона в Атлантике, толчки были ощутимы на южном побережье в г. Фуншал. Слабые сотрясения ощущались в Западной и Южной Франции – от Бордо и Ангулема до Прованса. Характерно, что в Центральной и Южной Италии не было сотрясений, лёгкие вибрации замечены в Милане, а по воспоминаниям Джакомо Казановы стали известны и в Венеции. Но весьма примечательное явление наблюдалось на Везувии. По Гоффу, перед Лиссабонским землетрясением «вулкан дымился несколько дней, а в момент землетрясения столб дыма был втянут в кратер, и вершина вулкана очистилась и находилась в полном спокойствии» [Hoff, 1840, стр. 436]. В Швейцарии слабые толчки ощущались повсеместно, наиболее сильный толчок (о разрушениях не сообщается) зафиксирован в Бриге. В Южной

Германии слабые толчки отмечены в некоторых пунктах, в частности, в Аугсбурге, а в северной — в Гамбурге, где отмечалось раскачивание люстр в церквях. В Северной Европе сотрясения зафиксированы в Дании и Голландии, но сообщается только о лёгких сотрясениях, в том числе в Гааге и Роттердаме. Толчки чувствовались также в различных частях Центральной и Южной Англии (Дербишир, Беркшир, Оксфордшир) и на юге Ирландии (Корк). Известны также сведения о сотрясениях на юге Скандинавии (Кристиансанн), где в домах двигалась мебель и наблюдались выкорчеванные деревья. По данным каталога Маллетов, землетрясение проявилось и в Исландии, где были опрокинуты дома. Одновременно здесь происходило сильное извержение вулкана Катлегия [Mallet R., Mallet J., 1858]. По свидетельствам моряков, заметные толчки на кораблях они испытали в Атлантическом океане на расстоянии от 7 до 50 лиг от побережья (1 лига равна 4.8 км) [Mallet R., Mallet J., 1858].

Таким образом, Лиссабонское землетрясение, за исключением западного и южного побережий Португалии и Северо-Западной Африки и, возможно, прилегающей акватории Атлантики, проявилось сотрясениями в отдельных районах западной части Европейского континента, нигде не достигая высокой интенсивности.

Более многочисленными и выразительными были нарушения водного режима в реках и внутренних водоёмах Западной Европы. Так, значительные колебания уровня озёр были отмечены в Швейцарии (Лаго Маджоре, Бриенц, Женевское озеро). Вода в многочисленных источниках становилась мутной, особенно в районе Невшателя и истоков Роны. В Западной Франции наблюдалось волнение в р. Гаронна, а вода в источниках становилась мутной. Повышался уровень воды в реках Голландии и Северной Германии. В Англии внезапные повышения и понижения уровня воды замечены во многих прудах и озёрах. Свообразные стоячие волны возникли во внутренних озёрах Скандинавии. Наиболее характерный пример, вошедший во многие описания Лиссабонского землетрясения, связан с поведением целебных источников в Теплице (Богемия, ныне — Чехия). Здесь главный источник внезапно выбросил такое количество воды, что все ванны переполнились через полчаса, а вода стала очень мутной. После этого вода в нём иссякла на минуту, затем снова возобновилась, но стала красноватой из-за большого количества охры. К январю 1756 г. источник стал спокойным и чистым, но в нём увеличилось количество воды, повысилась температура и даже

утверждалось, что его целебные свойства усилились [Hoff, 1840]. Характерно, что сотрясений в Теплице не наблюдалось.

Лиссабонское землетрясение сопровождалось также возникновением цунами на обоих атлантических побережьях. Разрушительные волны цунами по свидетельствам очевидцев достигали в Лиссабоне высоты до 15 английских футов, что в переводе на метры равняется примерно 5 м. (В некоторых работах, откуда сведения, очевидно, перекочевали и в Википедию, ошибочно приводятся эти величины в метрах [Никонов, 2005; Baptista, Miranda, 2009]). Цунами отмечалось по восточному и южному побережью Португалии. В Кадисе уровень моря поднялся на 60 футов. Наступление моря на сушу наблюдалось и севернее — в Опорто волна цунами повторялась несколько раз при высоте 4–5 футов (около метра).

В Англии цунами были отмечены во многих прибрежных городах в различных районах страны (Суррей, Сассекс, Плимут, Корнуолл, Ярмут, р. Темза в Лондоне и др.). Особенно заметное наводнение наблюдалось в Корке (Ирландия). В северных городах Европы — Гамбурге, Роттердаме, Гааге, Лейдене, Гарлеме, Утрехте и др. — морская вода проникала во внутренние реки и каналы, на море происходило сильное волнение. Сильное волнение моря наблюдалось у Скандинавских берегов. На африканском побережье цунами проявилось неоднократно волнами (в Танжере 11 раз при высоте волн до 50 футов, в Тетуане — до 18 раз, вода была красной). На о-ве Мадейра цунами началось на южном побережье. В г. Фуншал волна обрушилась на берег и затопила улицы города через полтора часа после сейсмического толчка. Высота волны достигала 15 футов. Затем последовало наступление моря и на северном побережье.

Цунами достигло и островов в Вест-Индии и наблюдалось на Мартинике, Антигуа, Барбадосе [Hoff, 1840; Mallet R., Mallet J., 1858]. О высоте волн дают представление сведения о том, что вода на Мартинике поднималась до верхних этажей домов, при отсутствии данных о количестве этажей, можно предположить, что высота волны достигала нескольких метров. На Барбадосе при этом отмечен исключительно чёрный цвет морской воды. Такова была ситуация в день Лиссабонского землетрясения с оговорками, касающимися времени проявления тех или иных явлений, как правило, несколько более поздних в различных районах по отношению ко времени землетрясения в Лиссабоне.

## 2. Анализ

Лиссабонское землетрясение сопровождалось необычной сейсмической активизацией как до, так и после основного толчка на значительной территории Западной Европы, Северной Африки и в Атлантике, что практически не отражено в научной литературе. Выявить и проанализировать этот феномен стало возможным только при обращении к историческим источникам, где достаточно полно зафиксирована хроника после лиссабонских сейсмических событий, что было вызвано чрезвычайным общественным эффектом Лиссабонской катастрофы на территории всей Европы.

**Долиссабонская (форшоковая) сейсмическая активизация в Приатлантической Европе.** О долиссабонской сейсмической активизации, вероятно, единственное указание в литературе имеется в объяснительной части каталога Карла Эрнеста Адольфа фон Гоффа (1771–1837). Он не только приводит многочисленные факты аномальных атмосферных явлений перед Лиссабонским землетрясением в Португалии и Испании, но отмечает и необычную сейсмологическую ситуацию на Европейском континенте: «Нельзя не заметить, что с 1749 г. были отмечены многочисленные широко распространённые землетрясения. Были поражены территории, где подобные явления бывают очень редко. От Скандинавии, через Британские острова, Францию, часть Германии, Италию и через всю подвергнувшуюся землетрясениям и вулканическим извержениям линию, которая от Азии тянется на запад через трещину Средиземного моря, то здесь, то там происходили более или менее сильные сотрясения земли. При этом произошли только два не очень значительных извержения Везувия и только одно подобное извержение Этны» [Hoff, 1840, стр. 424].

Анализ исторических и параметрических каталогов позволяет с уверенностью утверждать, что число сейсмических событий на атлантическом побережье Европы увеличилось, начиная с 1746 года. Весьма заметна повышенная сейсмичность в Англии, где с начала XVIII столетия до 1747 г. в каталоге [SHEEC, 2012] имеются сведения только о четырёх сейсмических событиях (1703, 1707, 1734 и 1736 гг.). Последнее перед описанными событиями землетрясение интенсивностью V–VI баллов ощущалось в Лондоне 6 апреля 1580 г. [SHEEC, 2012]. Эпицентр этого землетрясения с  $M=5.5$  располагался в проливе между Англией и Францией. С 1747 г. в Англии начинаются регулярные, хотя и не силь-

ные сотрясения, участвовавшие в 1749–1750 гг. В 1747 г. 1 июня и 11 июня землетрясения произошли в Сомерсетшире (Юго-Западная Англия). 12 июля – снова в Сомерсетшире, но ощущалось на обширной территории от Ла Манша до Северна [Hoff, 1840; Mallet R., Mallet J., 1858].

Особенно выделяется 1750 г., в течение которого в Англии произошло несколько весьма ощутимых землетрясений, хотя даты событий в использованных каталогах не всегда совпадают. В каталог [SHEEC, 2012] занесены события 08.02.1750 г. ( $M=2.46$ ), 08.03.1750 г. ( $M=2.89$ ), 29.03.1750 г. ( $M=4.11$ ), 23.08.1750 г. – ( $I=IV-V$  баллов,  $M=4.3$ ), 30.09.1750 г. ( $I=IV-VI$  баллов), 19.04.1754 г. ( $M=4$ ). В каталоге [Van Gils, Leydecker, 1991] приводятся сведения о землетрясениях в Англии 19 февраля – Лондон,  $I=V-VI$  баллов; 19 марта – Лондон,  $I=V-VI$  баллов; 29 марта – Портсмут,  $I=V-VI$  баллов; 13 апреля –  $I=IV$  балла; 11 октября  $I=V-VI$  баллов. В каталоге [SHEEC, 2012] имеются дополнительные события: 2 апреля – Честер на западном побережье Центральной Англии ( $M=3.6$ ); 23 августа – толчок с эпицентром в Северном море, ощущался в Центральной Англии; 30 сентября – в Центральной Англии сотрясения интенсивностью до VI баллов. По историческим каталогам наиболее сильные землетрясения в Англии происходили 19 февраля, 19 марта, 25 марта, 13 апреля, 11 октября [Hoff, 1840; Mallet R., Mallet J., 1858].

Несмотря на то, что эти толчки не были разрушительными, их упорная частота вызвала панику и массовую эмиграцию среди жителей полуострова, о чём писала газета «Санкт-Петербургские ведомости»: «Ежедневно приезжают в Фландрию разные аглинские господа и целые фамилии, которые опасаясь бегут из Англии от трясения земли ...» [«Санкт-Петербургские ведомости», 1750]. В последующие 1751–1755 гг. единичные сейсмические толчки в Англии наблюдались не чаще, чем один толчок в год.

В этот же период, то есть с 1747 по 1755 г., ежегодно происходили ощутимые землетрясения в различных частях Скандинавии, Северо-Западной Франции, в Северной Португалии, на африканском и испанском побережьях. В отдельные годы сильные землетрясения произошли на Мадейре (1748 г.), в Исландии (1749 г., 1755 г. (до 1 ноября)) и Вест-Индских островах (1751 г.), а также на южном побережье Средиземного моря (1750, 1752 гг.) и островах в его акватории (1752 г.). Таким образом, складывается впечатление, что сейсмический процесс примерно



за десять лет до Лиссабонского землетрясения был сосредоточен преимущественно в приатлантическом секторе Западной Европы, как бы примериваясь к осуществлению главного удара (рис. 2).



Рис. 2. Области распространения долиссабонской сейсмической активизации (показаны штриховкой)

К собственно форшокам Лиссабонского землетрясения относят три землетрясения в пределах Португалии (по некоторым данным – шесть [Викулин и др., 2007]) – сильный толчок в Лиссабоне в конце 1750 г., 19 декабря 1751 г. – в Монкорво (север Португалии) и два землетрясения в Авейро (на побережье, к северу от Лиссабона) 27 марта и 28 апреля 1752 г., интенсивность которых по каталогу [Van Gils, Leydecker, 1991] – VI–VII баллов. Учитывая, что в настоящее время сейсмический очаг Лиссабонского землетрясения помещается в 250–300 км западнее Португалии, в Атлантическом океане, землетрясения 1748 г. на Мадейре и 1750 г. в Гибралтаре также могут рассматриваться как форшоки Лиссабонского события.

Однако, как показывают приведённые данные, пространственное распределение сейсмичности за предшествующий почти 10-летний период до Лиссабонского землетрясения свидетельствует о вовлечении в форшоковый, если понимать этот термин расширительно, процесс гораздо большей территории, включая Северную Атлантику и её восточное (европейское) и западное (американское) побережья.

**Афтершоковая серия Лиссабонского землетрясения.** Как и все сильные сейсмические события, Лиссабонское землетрясение сопровождалось серией афтершоковых толчков. Афтершо-

ковый процесс Лиссабонского землетрясения исследован слабо. При отсутствии общепринятых каталогов афтершоков в публикациях приводятся противоречивые данные о длительности процесса и площади его распространения. В зарубежной литературе упоминается около 200 афтершоковых толчков, в работе [Викулин и др., 2007] утверждается, что афтершоки Лиссабонского землетрясения продолжались вплоть до 1909 г., при этом указываются только отдельные редкие события.

Ограничивая территорию распространения афтершоков пределами плейстоценовой области, т.е. включая в неё Португалию, Испанию и Северо-Западную Африку, и соотносясь с непрерывностью афтершокового процесса, Г.Ю. Донцовой составлен список афтершоков Лиссабонского землетрясения по данным газеты «Санкт-Петербургские ведомости» за XVIII в., а также параметрическим и историческим каталогам [«Санкт-Петербургские ведомости», 1750; 1761а; 1761б; Hoff, 1840; Mallet R., Mallet J., 1858; SHEEC, 2012]. По этим данным серия афтершоков проявилась на территории Португалии, большей части Испании, северном побережье Африки и состояла из двух серий: с 1 ноября 1755 г. до второй половины 1758 г. (около 100 толчков). Вторая серия афтершоков наблюдалась с 31 марта 1761 г. по 1769 г. (около 20 толчков), но была связана, как будет показано ниже, с другим породившим их землетрясением 31 марта 1761 года. На рис. 3 показана динамика развития афтершоковой серии, из чего видно, что процесс, стартовав высоким количеством толчков в первые недели, постепенно затухал во времени вплоть до нового всплеска после 31 марта 1761 года.

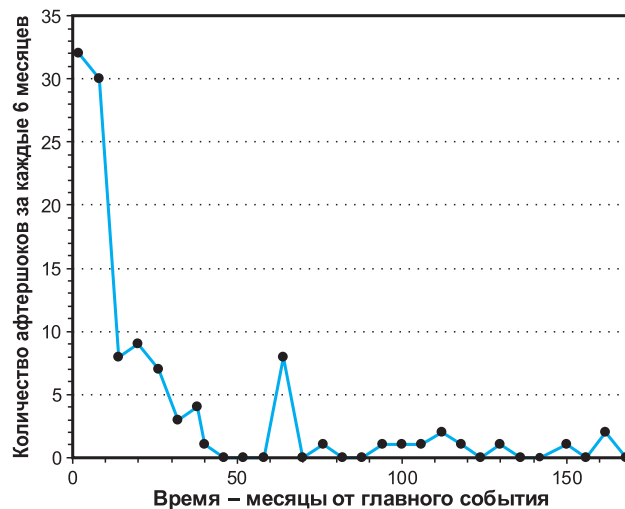


Рис. 3. Распределение афтершоков Лиссабонского землетрясения по месяцам

Приведённые данные свидетельствуют о типичном в целом течении афтершокового процесса с постепенным убыванием количества событий со временем. Однако особенность сейсмического режима, последовавшего за Лиссабонским землетрясением, была связана с необычайной сейсмической активизацией, проявившейся за пределами плейстоценовой и соответственно афтершоковой области в течение последующих нескольких лет.

#### **Постлиссабонская сейсмическая активизация.**

После Лиссабонского землетрясения 1 ноября 1755 г. на обширной территории Западной Европы произошла серия землетрясений, только часть из которых можно отнести к закономерному афтершоковому процессу. В отличие от отмеченной выше избирательной приуроченности долиссабонских землетрясений к приатлантической части континента, несколько волн сейсмического возбуждения наблюдались к востоку не только от Лиссабона, но и всего Иберийского полуострова, в континентальных районах Западной Европы. Как правило, в литературе эти события приводятся в общем контексте широкого резонанса от Лиссабонского землетрясения. Тему постлиссабонской аномальной сейсмической активизации, похоже, впервые акцентировал А.А. Никонов, ограничившись, однако, весьма общими соображениями: «С сейсмологической точки зрения важен факт, в своё время неосознанный, но ныне известный и понятный. Лиссабонское сейсмическое событие породило не только долгую серию афтершоков, но и так называемые спровоцированные самостоятельные (хотя и несоизмеримо более слабые) землетрясения на удалении сотен и тысяч километров. Например, в Швейцарии, Италии, Франции, и, похоже, в Германии и Швеции, даже в Англии и Шотландии. Теперь мы понимаем, что земная кора огромного и геологически разнородного региона на долгое время вышла из состояния покоя. Тогда все последующие местные толчки связывали с основным событием непосредственно, не очень считаясь со временем их возникновения» [Никонов, 2005, стр. 25].

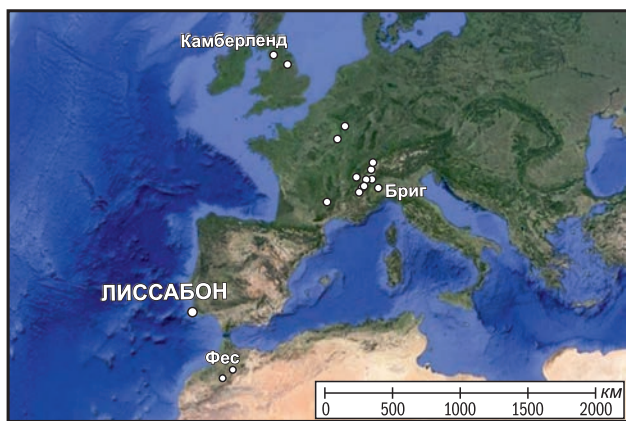
Проведённый анализ показал, что отличительной чертой этого возбуждения была его дифференциация во времени и пространстве. Предварительные результаты изучения этого феномена изложены в работе. Хронологически в сейсмической активизации Западной Европы выделяется три фазы, а в пространственном распределении землетрясений характерно их возникновение одновременно в разобщённых районах Европы, при том, что эти районы, как

правило, характеризовались слабой или умеренной сейсмичностью. Распределение сотрясений показывает, что толчки не распространялись от единого очага, а были сосредоточены в отдельных районах, где очевидно активизировались независимые сейсмогенные структуры.

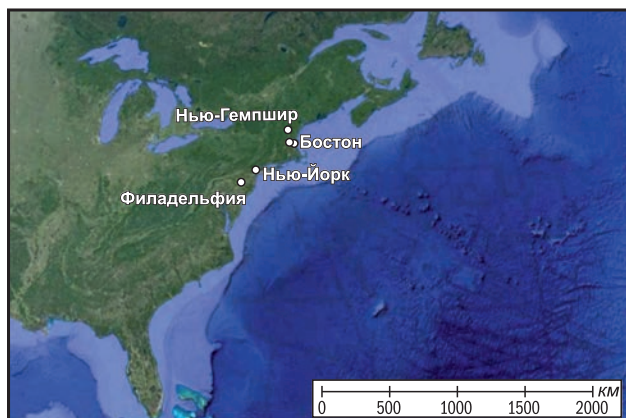
Первой по времени была ноябрьская фаза сейсмической активизации, в период с 7 по 27 ноября 1755 г., вызвавшая сотрясения в Центральной и Южной Франции, на границе Северо-Восточной Франции и Бельгии, в Северо-Западной Англии, на большей части Швейцарии, Гибралтаре, на африканском побережье и на восточном побережье Америки. Если в первые дни ноября толчки были сосредоточены преимущественно в районе Лиссабона и его окрестностях и их можно уверенно расценивать как афтершоки, то с 7 ноября 1755 г. сотрясения происходили в удалённых от Лиссабона пунктах, которые по расстоянию от главного толчка не соответствуют области распространения афтершоков. Так, 7 ноября два довольно сильных толчка ощущались в Клермоне (Центральная Франция, Овернь). В это же время наблюдались колебания в Камберленде (северо-запад Англии) [Hoff, 1840; Mallet R., Mallet J., 1858]. 9 ноября 1755 г. сотрясения охватили значительную часть Швейцарии, ощущаясь в Невшателе, Берне, Женеве, Базеле, Морже, Ньоне, Лозанне. В Женевском и Цюрихском озёрах убывала вода. Кроме Швейцарии, сотрясения отмечены в восточных районах Франции (Безансон) и Германии (Фрайбург), 14 ноября 1755 г. колебания охватили Бриг в Альпах (юг Швейцарии) [Hoff, 1840; Mallet R., Mallet J., 1858].

17–19 ноября 1755 г. география сотрясений ещё расширилась, землетрясения произошли в нескольких разобщённых регионах: утром 17 числа – в Гибралтаре, вечером – в Йоркшире и Камберленде (на севере Англии), 18 числа – в Лиссабоне, в Аквапенденте и Гротте-ди-Кастро в Италии, а также на западе Южной Англии. 18 ноября разрушительные толчки произошли в городах Фес и Мекнес (Марокко), а 19 ноября последний был полностью разрушен [Mallet R., Mallet J., 1858] (рис. 4).

17–19 ноября восточное побережье Америки охватило сильное землетрясение, особенно ощущавшееся в Массачусетсе и Нью-Гэмпшире, слабее в Нью-Йорке, Филадельфии и Бостоне. Из перечисленных событий некоторые явно относятся к афтершоковому процессу (толчки в Лиссабоне, Гибралтаре, Марокко), но другие перечисленные землетрясения не вписываются в рамки афтершоковой серии (рис. 5).



**Рис. 4.** Распространение первой фазы постлиссабонской сейсмической активизации на Европейском континенте



**Рис. 5.** Распространение первой фазы постлиссабонской сейсмической активизации в западной части Атлантики

Наиболее сильная, длительная и обширная по площади вторая волна сейсмической активизации в Западной Европе проявилась в период с 9 по 31 декабря 1755 года. Она охватила как северные районы Европы, включая Северную Шотландию, Германию, Бельгию, Нидерланды, так и юго-западную часть континента, в том числе значительную часть Швейцарии, Юго-Западную Францию, Северную Италию, часть Испании. 9 декабря 1755 г. Лиссабон испытал сильнейший толчок после 1 ноября, это был один из сильнейших афтершоков. Толчки наблюдались во многих удалённых от Португалии районах, а именно на южном побережье Испании и Франции, в Итальянских Альпах, в Швейцарии и Тироле, в Швабии. 9 декабря сильно пострадал Бриг (Швейцария), где по каталогу [SHEEC, 2012] землетрясение имело  $M=5.7$ ,  $I=VIII$  баллов.

Наряду с продолжавшимися ежедневно толчками в Бриге и почти ежедневно в Лиссабоне, 13 декабря слабые колебания наблюдались

в Страсбурге, Дижоне, Флавины и многих других местах Франш Конте (Восточная Франция), а 18 декабря – в районе Герефордшира в Англии, где колебания сопровождалось громким подземным гулом. 19 декабря землетрясение повторилось в тех же районах Америки, где произошло 17–19 ноября. 23 декабря 1755 г. сотрясения происходили в Руссильоне (Юго-Западная Франция), Безансоне (восток Франции), Лионе и Женеве. 26 декабря 1755 г. сейсмический процесс распространился на север Европы: толчки охватили область Нижнего Рейна, ощущались в Льеже, Маастрихте, Нимвегене, Бреде, а также в Кёльне, в долинах Эльзаса и Лотарингии, в Пикардии (север Франции), но одновременно и в Альпах, где появились солёные источники. Толчки сопровождалось подземным гулом, на небе было видно аномальное огненное свечение. 27 декабря 1755 г. сотрясения произошли в Кордове, Руссильоне (Юго-Западная Франция), Савоие, Седане, Кёльне, Чеснау (возле Льежа, Бельгия). По каталогу [SHEEC, 2012] отмечено землетрясение 27 декабря с эпицентром в Дюрене (запад Германии, на границе с Бельгией), с  $M=5.09$ ,  $I=VI-VII$  баллов. По каталогу [Van Gils, Leydecker, 1991] 26 и 27 декабря в районе Нижний Рейн-Вестфалия произошли четыре землетрясения, самое сильное 26 декабря достигало VII–VIII баллов. 28 декабря 1755 г. сотрясения ощущались в Падуе, в этот и предшествующий день – в Бриге, 30 декабря 1755 г. – в Мадриде и в Бриге, а 31 декабря – в Глазго, Гриноке и Дунбардоне (Шотландия). В январе 1756 г. в Бриге (Швейцария) с начала до конца месяца почти каждый день происходили землетрясения [Hoff, 1840].

Таким образом, в сейсмической активизации декабря 1755 г. доминировали северные районы Европы, включая Северную Германию, Бельгию, Нидерланды, значительную часть Швейцарии, а также Северную и Юго-Западную Францию, Северную Италию, часть Испании и Шотландии (рис. 6).

Новая волна сейсмической активизации в феврале 1756 г. проявилась преимущественно в северных областях Европы, но захватила и Альпы. 18 и 19 февраля сотрясения зафиксированы на обширной территории: в Швейцарских Альпах (Бриг), в нескольких областях Германии и Франции, почти на всей территории Бельгии, в Нидерландах и Англии. Среди охваченных сотрясениями 18 февраля населённых пунктов в каталоге [Hoff, 1840] упоминаются Маастрихт, Амстердам (Нидерланды), Льеж, Брюссель, Намюр, Монс (Бельгия), Мец, Дьеп, Руан, Париж,



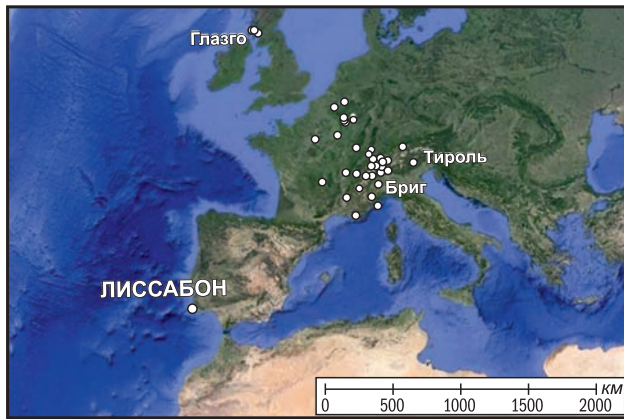


Рис. 6. Распространение второй фазы постлиссабонской сейсмической активизации

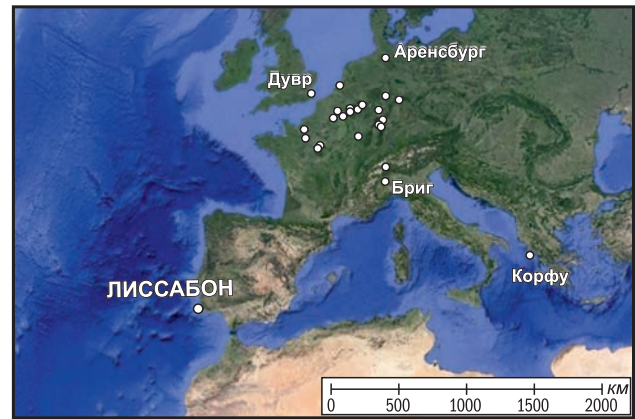


Рис. 7. Распространение третьей фазы постлиссабонской сейсмической активизации

Версаль (северо-западные и центральные районы Франции), а также Дувр (юго-восточное побережье Англии), в Германии – Кёльн, Аренсбург, Вормс, Мангейм, Дармштадт, Вецлар, Кассель, Гота [Hoff, 1840; Mallet R., Mallet J., 1858]. По каталогу [SHEEC, 2012], эпицентр землетрясения 18 февраля 1756 г. помещён в Дюрене (Северо-Западная Германия) с интенсивностью VIII баллов и  $M=5.7$ . Это максимальные зафиксированные значения сотрясений для региона Нижнего Рейна. На современной карте сейсмической опасности Западной Европы в качестве наиболее сейсмоопасных зон показаны именно те области, где проявились сейсмические активизации декабря 1755 г. и февраля 1756 года. В структурном отношении они относятся к зоне развития Рейнского грабена, его верхней, средней и нижней части. Что касается территории Франции и Англии, определённой структурной привязки сейсмические толчки не получили [Grünthal, 1999]. Учитывая концепцию сейсмических очагов как долгоживущих геологических структур, представляется, что названные районы с повторными землетрясениями (особенно Дюрен и Бриг) заслуживают специального рассмотрения как возможные потенциальные очаги сильных землетрясений при оценке сейсмической опасности Западной Европы (рис. 7).

После февраля 1756 г. землетрясения возникали в отдельных районах, входящих в область, охваченную февральской активизацией, однако это были единичные события, не достигавшие значительной интенсивности. 19 ноября 1756 г. непродолжительные сейсмические толчки ощущались в Кёльне, Льеже, Маастрихте, Лимбурге и в междуречье Рейна и Мааса. Последние толчки в альпийском Бриге (Швейцария), наиболее часто подвергавшемуся сотрясениям, датируются началом июля 1756 г. [Hoff,

1840; Mallet R., Mallet J., 1858], а в каталоге [Van Gils, Leydecker, 1991] – после 19 февраля 1756 г. пункт «Бриг» появляется только в 1837 г., когда здесь произошло семибалльное землетрясение. По этим же данным, в районе Нижнего Рейна-Вестфалии семибалльные землетрясения происходили 23 августа 1759 г. и 20 января 1760 г., а 31 июля 1762 г. – 5-балльный толчок. Следующие упоминания об этом районе относятся уже к XIX в. Таким образом, можно предположить, что эти очаги «выбыли из игры» в рассматриваемом сейсмическом сценарии. Однако в конце 1759 г. сильные землетрясения произошли в «новых» областях – 25 ноября на сирийском побережье и 22 декабря 1759 г. с эпицентром в проливе Каттегат, ощущавшееся в прибрежных районах Дании, Северной Германии и Норвегии.

**Землетрясение 31 марта 1761 г.** 31 марта 1761 г. произошло землетрясение, не только сыгравшее важнейшую роль в изменении сейсмического режима и вызвавшее новую волну сейсмической активизации, но имеющее принципиальное значение для оценки геодинамической ситуации, в которой развивался сейсмический сценарий с Лиссабонской катастрофой и последующими событиями. Это сильнейшее землетрясение проявилось в сотрясениях западной части континентальной Европы и практически на всей акватории Атлантики. Очевидцы и авторы исторических каталогов сравнивают его с землетрясением 1 ноября 1755 г. [Joganson, 2021].

Однако позднее это событие выпало из рассмотрения исследователей и долгое время оставалось в тени (а в отечественной литературе остаётся и поныне) отчасти из-за противоречивых данных о положении очага и проявившейся интенсивности в современных параметрических каталогах, в которых по определению



опускаются любые указания на исключительность события. Так, положение очага по каталогу [Van Gils, Leydecker, 1991], 31 марта 1761 г. помещено в 130 км к востоку от Лиссабона при интенсивности VIII баллов. По каталогу [SHEEC, 2012] – эпицентр землетрясения 31 марта 1761 г. располагался в океане к западу от мыса Сан-Висенте, (36°N, 10.5°W), магнитуда оценивается  $M=7.5$ , на карте распространения сотрясений на прилегающем европейском континенте показана интенсивность VI–VII баллов.

Наше внимание к этому событию привлекли данные из газеты «Санкт-Петербургские ведомости», где в короткой заметке сообщалось: «В Барбадосе 31 Марта нынешняго года было особливое примечания достойное приключение: Море колебалось, подобно налитому водою тазу, и чрез целую минуту с берегу можно было видеть морское дно, а потом вода в море опять вдруг так поднялась, что опасались великаго наводнения. В 1755 году Ноября 1 дня то же самое примечено там во время землетрясения в Лиссабоне; из чего в Барбадосе заключали, что где-нибудь, а может паки в Лиссабоне, было жестокое землетрясение» [«Санкт-Петербургские ведомости», 1761б]. Барбадос – самый восточный остров в группе Малых Антильских островов. Предположения очевидцев о возможном сильном землетрясении в Лиссабоне не были лишены основания, ибо 31 марта 1761 г. в Лиссабоне действительно наблюдались заметные сотрясения. Согласно газете, землетрясение 31 марта 1761 г. отразилось и в Испании: «Тридцать первого числа минувшего месяца [марта] было здесь и в других местах, а особливо по берегам здешнего [Испанского] королевства, трясение земли, которое около трёх минут продолжалось, однако ни малого вреда не причинило. В Кадиксе [Кадисе] было оно весьма сильно, и реки волновались необычайно» [«Санкт-Петербургские ведомости», 1761а].

Дополнительная важная информация об этом событии имеется в исторических каталогах. Так, в каталоге [Hoff, 1841] сообщается, что в Лиссабоне в этот день произошёл самый сильный толчок после 1 ноября 1755 г., и только направление колебаний (вертикальное) предохранило город от полного разрушения. В море несколько раз за день уровень воды поднимался на восемь футов. Несколько кораблей в море недалеко от Лиссабона испытали толчок. Землетрясение ощущалось на значительном удалении от побережья, вплоть до Мадрида. На островах Терсейра и Фаял (Азорские острова) после сильного толчка 31 марта 1761 г. сотрясения продолжались до 15 апреля, сопровождаясь вулканически-

ми извержениями и обвалами скал в море. В тот же день было наводнение на острове Барбадос (Малые Антильские острова). Согласно каталогу [Mallet R., Mallet J., 1858], сотрясения от землетрясения 31 марта 1761 г. распространялись от острова Мадейры до Франции и Нидерландов (в Амстердаме светильники были сдвинуты на фут). На атлантическом европейском побережье волнение океана было замечено экипажами судов вблизи самого западного мыса Финистерре («последнего мыса Земли»), в Испании, на островах Силли (к юго-западу от Корнуолла (Юго-Западная Англия), где море пять раз поднималось и опускалось на четыре-пять футов, а также на ирландском побережье. На Барбадосе волнение на море не сопровождалось толчком на суше, что может означать распространение до западного побережья Атлантики только волны цунами.

По данным из лиссабонских и лондонских газет того времени, а также из трудов Лондонского Королевского общества, обобщённых в работе [Baptista et al., 2006], землетрясение 31 марта 1761 г. ощущалось в Лиссабоне в полдень, встревожив жителей и вызвав дополнительные разрушения в руинах после 1 ноября 1755 года. За землетрясением последовало цунами, высота волны в Лиссабоне оценивается в восемь футов. Волнение и изменения уровня моря наблюдались вдоль испанского побережья до Барселоны, а также на Терсейре (Азорские острова), в Корнуолле (Великобритания), Корке (Ирландия) и на Барбадосе (Карибский бассейн).

Землетрясение 31 марта 1761 г. имеет принципиальное значение и при анализе постлиссабонского сейсмического режима. Оно вызвало новую волну сейсмической активизации на обширной территории как западной Европы, но преимущественно её южной части, так и почти всей акватории Атлантического океана. В Лиссабоне и в целом в Португалии после 31 марта происходили более слабые толчки – не исключено, что это новая афтершоковая серия, связанная именно с событием 31 марта 1761 года. С 1762 г. в активизацию вовлекаются южные части Западной Европы, а затем и Малая Азия. Землетрясение с интенсивностью IX баллов и  $M=5.6$  произошло 6 октября 1762 г. в провинции Л'Акуила [Van Gils, Leydecker, 1991; SHEEC, 2012]. Следующее сильное землетрясение произошло в 1763 г. на границе Венгрии и Словакии, сотрясения ощущались почти на всей территории Словакии, в северо-восточной части Венгрии и восточной части Австрии. По каталогу [SHEEC, 2012], эпицентр землетрясения 28 июня 1763 г., с интенсивностью

IX баллов и  $M=5.7$ , связывается с населённым пунктом Комарно (Венгрия).

В 1766–1769 гг. новая сейсмическая активизация охватила Центральную Европу (особенно многочисленны были землетрясения в Австрии) и Малую Азию. Отмечаются одновременные сильные толчки в Константинополе (Стамбуле), Адрианополе (Эдирне), Салониках, Смирне (Измире) и других районах Турции, Греции и Малой Азии. В каталоге [Van Gils, Leydecker, 1991] числится землетрясение в Бургенланде (Восточная Австрия) 5 августа 1766 г., с  $M=4.6$  и интенсивностью VII баллов. 5 августа 1766 г. отмечено сильное землетрясение на побережье Мраморного моря, с  $M=7$  и интенсивностью X баллов [SHEEC, 2012]. Толчки в Константинополе продолжались и в 1767 году. В Калабрии 14 июля 1767 г. происходили сотрясения с интенсивностью IX баллов. 27 февраля 1768 г. сильное землетрясение произошло в Восточной Австрии с эпицентром в Брунне-Стейнфелде (южнее Вены), с  $M=5.4$  и интенсивностью VIII баллов [Van Gils, Leydecker, 1991; SHEEC, 2012]. Землетрясение ощущалось в Богемии и вызвало наводнение (р. Дунай) в современной Словакии. 6 февраля 1769 г. в Лиссабоне толчок с интенсивностью VII баллов, возможно, завершил афтершоковую серию (рис. 8).

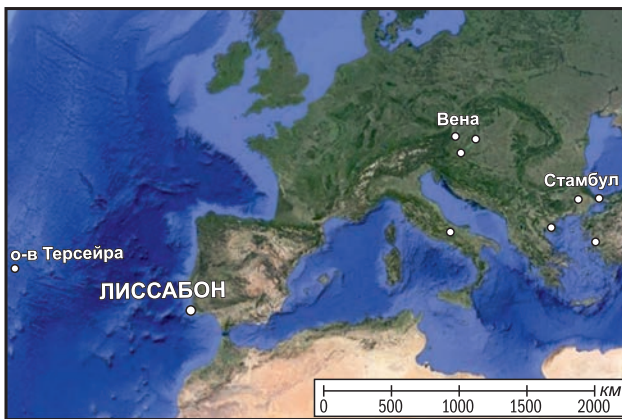


Рис. 8. Сейсмичность на Европейском континенте после землетрясения 31 марта 1761 г.

С 1761 г. отмечаются отдельные землетрясения в приатлантической Америке. В 1765 г. началась активизация, охватившая Вест-Индские острова, а затем и Южную Америку. На острове Доминика, согласно каталогу [Mallet R., Mallet J., 1858], 15 марта 1765 г. произошло несколько толчков, по силе превосходящих известные до сих пор. В феврале – марте зафиксировано около 150 толчков, сотрясения продолжались до июня. 11 июня 1766 г. сильное землетрясение потрясло

Ямайку и Кубу. С 15 по 21 июля продолжались толчки на острове Санта-Мария в Южной Америке. 13 августа 1766 г. землетрясение на острове Мартиника сопровождалось сильным ураганом [Hoff, 1841; Mallet R., Mallet J., 1858]. В ряду этих событий на северо-восточном побережье Южной Америки и Малых Антильских островах особенно сильное землетрясение произошло 21 октября 1766 г., оно охватило Суринам, Каракас (Венесуэла), Тринидад. В Каракасе толчки ежедневно повторялись до конца 1767 года. Город Кумана (также на северном побережье Венесуэлы) был полностью разрушен. По каталогу [Mallet R., Mallet J., 1858], сотрясения продолжались до конца 1767 – начала 1768 года. По тем же данным 3 июня 1770 г. в Сан-Доминго произошло разрушительное землетрясение, особенно пострадал Порт-о-Пренс.

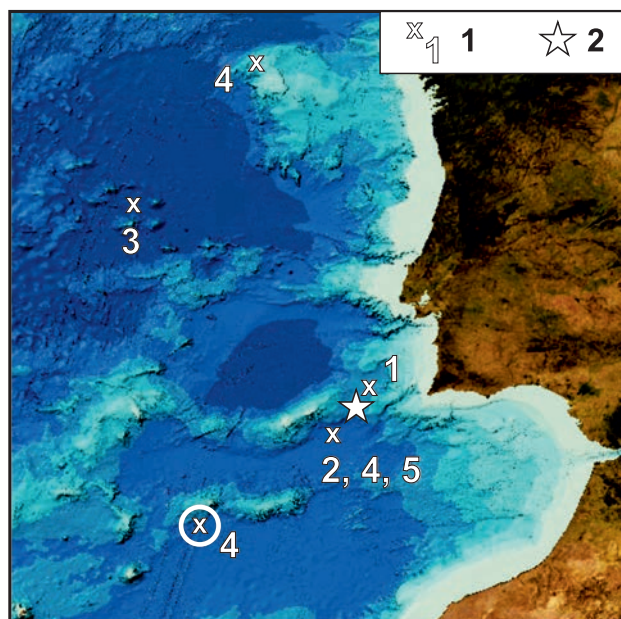
Таким образом, землетрясение 31 марта 1761 г. обусловило новую сейсмическую активизацию 1760-х гг. с другим пространственным распределением сейсмичности. Именно с этой активизацией связаны многочисленные разрушительные землетрясения в Карибском бассейне и на северном побережье Южной Америки в 1760-е годы.

Приведённые исторические данные свидетельствуют о неординарном сейсмическом событии 31 марта 1761 г., проявившемся сотрясениями на значительной части территории Португалии и приатлантической Европы и, что очень важно, на огромной акватории Атлантики, включая Мадейру и Азорские острова; его воздействие ощущалось на острове Барбадос, по другую сторону Атлантического океана. Землетрясение вызвало серию последующих афтершоков, к которым, очевидно, относятся сильные толчки на острове Терсейра. Таким образом, из приведённых данных можно сделать заключение о широком площадном резонансе от сейсмического толчка 31 марта 1761 г. и, следовательно, о его экстраординарной энергии, что позволяет сопоставлять его с Лиссабонским землетрясением в качестве его своеобразного двойника.

Эти выводы находят подтверждение в работах современных исследователей. Следует указать, что в последние годы землетрясение 31 марта 1761 г. стало предметом углублённых исследований для выяснения как общих, так и конкретных проблем цунамигенных сейсмических толчков, поскольку это событие было одним из мощнейших цунами-возбудителей и ему посвящена уже довольно обширная литература. Природа и последствия этого землетрясения активно изучаются преимущественно португальскими специалистами [Baptista, 2020; Baptista et al., 1998; 2006;

*Baptista, Miranda, 2009; Moreira, 1993*]. При этом существенным, если не основным, источником информации для проведения актуальных исследований служат исторические данные. В работе [*Baptista, Miranda, 2009*] его магнитуда оценивается около 8.5 и интенсивность в эпицентре XI баллов (для сравнения магнитуда Лиссабонского землетрясения 1 ноября 1755 г. по разным данным оценивается  $M=8.5\pm 0.30$ , а интенсивность – X баллов [*SHEEC, 2012*]).

Одной из нерешённых проблем представляется невозможность точного определения очага землетрясения 31 марта 1761 г. (впрочем, до настоящего времени так же спорна и локация очага Лиссабонского землетрясения 1 ноября 1755 г.). По данным португальских сейсмических каталогов координаты очага этого события также существенно различны: в работе [*Baptista et al., 2006*] приводятся эти данные:  $37.00^{\circ}\text{N}$  и  $10.00^{\circ}\text{W}$  [*Mezcua, Solares, 1983*] или  $36.00^{\circ}\text{N}$  и  $10.50^{\circ}\text{W}$  [*Oliveira, 1986*];  $41^{\circ}\text{N}$  и  $14.0^{\circ}\text{W}$  [*De la Torre, 1997*]; интенсивность в эпицентре – IX баллов по [*Mezcua, Solares, 1983*], VIII–IX баллов – по [*Oliveira, 1986*] и VIII баллов – по [*Munuera, 1963*]. Авторы названной статьи также обсуждают несколько возможных вариантов локации эпицентра в зависимости от исходных исторических данных при разбросе координат от  $43^{\circ}\text{N}$  и  $12^{\circ}\text{W}$  до  $34.5^{\circ}\text{N}$  и  $13^{\circ}\text{W}$ , останавливаясь на последнем значении как наиболее обоснованном (рис. 9). В целом специалисты сходятся только во мнении, что очаг события 31 марта 1761 г. находился в Атлантическом океане, западнее португальского побережья. По общему мнению, очаги землетрясений 1 ноября 1755 г. и 31 марта 1761 г. связаны со сложной тектоникой восточной части Азорско-Гибралтарской разломной зоны и аномальными геотермическими условиями [*Verzhbitsky et al., 2011; Вукулин и др., 2007; Baptista, Miranda, 2009; Baptista, 2020; Bezzeghoud et al., 2014; Buforn et al., 1998; Grevemeyer et al., 2017; Gutscher et al., 2006; Sartori, R. et al., 1994; Zitellini et al., 1999*], при этом Лиссабонский очаг помещается существенно ближе к побережью по сравнению с очагом землетрясения 31 марта 1761 года. Очевидно, в различной удалённости от побережья заключается причина столь различного по разрушительности воздействия обоих толчков на континенте. В любом случае очевидно, что оба события были генерированы в Атлантике, где развита система осложняющих Срединно-Атлантический хребет трансформных разломов, распространяющихся от осевой части хребта до границ с континентом, и крупнейшая Азоро-Гибралтарская разломная зона. Поэтому



**Рис. 9.** Местоположение очага землетрясения 31 марта 1761 г. по разным авторам (1): 1 – [*Mezcua, Solares, 1983*], 2 – [*Oliveria, 1986*], 3 – [*De la Torre, 1997*], 4 – [*Baptista et al., 2006*], 5 – [*SHEEC, 2012*], и очага Лиссабонского землетрясения 1 ноября 1755 г. по [*Baptista, 2020*] (2).

Кружком выделено положение эпицентра землетрясения 31 марта 1761 г., признанное наиболее вероятным в [*Baptista et al., 2006*]

их правильнее называть моретрясениями, свидетельствующими об оживлении названной геодинамической системы.

Из приведённых данных о беспрецедентной одновременной активизации сейсмических очагов в территориально разобщённых областях (Альпы, Северная Германия, Юго-Восточная Франция, Южная Скандинавия) во время первой сейсмической активизации, вызванной Лиссабонским землетрясением 1 ноября 1755 г., и Южного Средиземноморья, Островной Атлантики и Прибрежной Восточной Америки во время второй активизации после толчка 31 марта 1761 г. – Великое Лиссабонское землетрясение можно рассматривать только как первую стадию масштабного сейсмического сценария, обусловленного, вероятно, импульсным геодинамическим оживлением системы трансформных разломов Срединно-Атлантического хребта и их связью с континентальными структурами.

## Выводы

Лиссабонское землетрясение сопровождалось необычной сейсмической активизацией как до, так и после основного толчка на значительной



территории Западной Европы, Северной Африки и в Атлантике.

Пространственное распределение сейсмичности за предшествующий 10-летний период до Лиссабонского землетрясения позволяет сделать предположение о вовлечении в форшоковый, если понимать этот термин расширительно, процесс обширной территории, включая Северную Атлантику и её восточное (европейское) побережье.

После 1 ноября 1755 г. наблюдалась серия землетрясений в Западной Европе, только часть из которых можно отнести к закономерному афтершоковому процессу. Отличительная черта постлиссабонской активизации – возникновение землетрясений в разобщённых районах Европы, иногда одновременно, далеко за пределами области распространения афтершоков. Общая конфигурация пространства, охваченного толчками, вписывается преимущественно в восточную и южную области проявления сотрясений 1 ноября 1755 года.

Пространственно-временной ход последующих событий позволяет выделить несколько фаз этой специфической активизации. Первой по времени была ноябрьская, в период с 7 по 27 ноября 1755 г., вызвавшая сотрясения в Центральной Франции (Оверни), Северо-Западной Англии (Камберленд), на большей части Швейцарии, Гибралтаре, Южной Франции (Безансон), на восточном побережье Америки, на африканском побережье, на границе Северо-Восточной Франции и Бельгии.

Наиболее сильная, длительная и обширная по площади вторая волна сейсмической активизации в Западной Европе проявилась в период с 9 по 31 декабря 1755 г. и охватила как северные районы Европы, включая Северную Шотландию, Германию, Бельгию, Нидерланды, так и юго-западную часть континента, в том числе значительную часть Швейцарии, Юго-Западную Францию, Северную Италию, часть Испании. При этом показательно, что толчки не распространялись от единого очага, а были сосредоточены в отдельных районах, где очевидно активизировались независимые сейсмогенные структуры.

Третья волна сейсмической активизации в феврале 1756 г. прокатилась от Северной Европы до Альп. Землетрясения зафиксированы как в тех же населённых пунктах Бельгии, Северной Германии, что и во время ноябрьской активизации, так и в новых областях Северной Франции, Нидерландов и Северной Германии.

Учитывая концепцию сейсмических очагов как долгоживущих геологических структур, пред-

ставляется, что выявленные районы с повторными землетрясениями (особенно Дюрэн в Северной Германии и Бриг в Швейцарии) заслуживают специального рассмотрения как возможные потенциальные очаги сильных землетрясений при оценке сейсмической опасности Западной Европы.

31 марта 1761 г. произошло землетрясение, проявившееся в сотрясениях на обширной территории Западной Европы и цунами в Лиссабоне, вдоль испанского побережья до Барселоны, в Корнуолле (Великобритания), Корке (Ирландия) а также на Терсейре (Азорские острова) и на Барбадосе (Карибский бассейн). Это землетрясение вызвало собственный афтершоковый процесс и новую сейсмическую активизацию как в южной части европейского континента, так и почти на всей акватории Атлантического океана. По особенностям проявления и энергии землетрясение 31 марта 1761 г. можно расценивать как двойник Лиссабонского землетрясения. Очаги обоих землетрясений связываются со сложной тектоникой восточной части Азорско-Гибралтарской разломной зоны. Очаг Лиссабонского землетрясения помещается существенно ближе к побережью, чем очаг землетрясения 31 марта 1761 г., в чём, очевидно, заключается причина столь различной разрушительности обоих толчков на континенте. Поскольку оба события генерированы в Атлантике, их правильнее называть моретрясениями. Великое Лиссабонское землетрясение в этом контексте – только один, хотя и наиболее значительный по своим разрушительным эффектам, эпизод в грандиозном проявлении современной геодинамики.

## Литература

- Викулин А.В., Викулина С.А., Аргас Л. Новые данные о Лиссабонском землетрясении 1.11.1755 // Вестник Камчатской региональной организации Учебно-научный центр. Серия: Науки о Земле. – 2007. – № 2 (10). – С. 74–86.
- Иогансон Л.И. Научные объяснения Лиссабонского землетрясения 1 ноября 1755 года в XVIII веке // Необычные и экстремальные явления XVIII века. Сборник научных трудов. Выпуск первый. – СПб.: БАН, 2017. – С. 32–56.
- Никонов А.А. «Ужасное потрясение» Европы. Лиссабонское землетрясение 1 ноября 1755 г. // Природа. – 2005. – № 11. – С. 21–29.
- Санкт-Петербургские ведомости. – 1750. – 27 апр. – С. 3.
- Санкт-Петербургские ведомости. – 1761а. – 15 мая. – С. 2.

- Санкт-Петербургские ведомости.* – 1761б. – 13 июля. – С. 2.
- Baptista M.A.* Tsunamis along the Azores Gibraltar plate boundary // *Pure and Applied Geophysics.* – 2020. – V. 177. – P. 1713–1724.
- Baptista M.A., Miranda J.M.* Revision of the Portuguese Catalog of Tsunamis // *Natural Hazards and Earth System Sciences.* – 2009. – N 9. – P. 25–42.
- Baptista M.A., Miranda J.M., Luis J.F.* In Search of the 31 March 1761 Earthquake and Tsunami Source // *Bulletin of the Seismological Society of America.* – 2006. – V. 96, N 2. – P. 713–721.
- Baptista M.A., Miranda P.M.A., Miranda J.M., Mendes V.L.* Constrains on the source of the 1755 Lisbon tsunami inferred from numerical modelling of historical data on the source of the 1755 Lisbon tsunami // *Journal of Geodynamics.* – 1998. – V. 25, Iss. 1–2. – P. 159–174.
- Bezzeghoud M., Adam C., Buforn E., Borges J.F., Caldeira B.* Seismicity along the Azores-Gibraltar region and global plate Kinematics // *Journal of Seismology.* – 2014. – V. 18, N 2. – P. 205–220.
- Buforn E., Udías A., Colombas M.* Seismicity, source mechanisms and seismotectonics of the Azores-Gibraltar plate boundary // *Tectonophysics.* – 1988. – V. 152. – P. 89–118.
- Chester D.K.* The 1755 Lisbon earthquake // *Progress in Physical Geography: Earth and Environment.* – 2001. – V. 25, Iss. 3. – P. 363–383.
- De la Torre F.R.* Revision del catalogo sísmico Iberico (anos 1760 a 1800) // Estudio realizado para el Instituto Geografico Nacional, mediante convenio de investigacion numero 7.070. – Madrid, 1997.
- Dynes R.R.* The dialogue between Voltaire and Rousseau on the Lisbon earthquake: The emergence of the social science view // *International Journal of Mass Emergencies and Disaster.* – 2000. – V. 18, N 1. – P. 97–115.
- Dynes R.R.* The Lisbon earthquake in 1755: the first modern disaster // *The Lisbon earthquake of 1755. Representations and reactions / T.E.D. Braun, J.B. Radner (eds.).* – Oxford: SVEC, 2005. – P. 34–49.
- Grevemeyer I., Lange D., Villinger H., Custódio S., Matias L.* Seismotectonics of the Horseshoe Abyssal plain and Gorringe bank, eastern Atlantic Ocean: Constraints from ocean bottom seismometer data // *Solid Earth.* – 2017. – V. 122, Iss. 1. – P. 63–78.
- Grünthal G.* Seismic hazard assessment for Central, North and Northwest Europe: GSHAP Region 3 // *Annali di Geofisica.* – 1999. – V. 42, N 6. – P. 999–1011.
- Gutscher M.A., Baptista M.A., Miranda J.M.* The Gibraltar Arc seismogenic zone (part 2): Constraints on a shallow east dipping fault plane source for the 1755 Lisbon earthquake provided by tsunami modelling and seismic intensity // *Tectonophysics.* – 2006. – V. 426, Iss. 1–2. – P. 153–166.
- Hoff K.E.A.* Chronik der erdbeben und vulcan-ausbrüche. – Gotha, 1840. – 473 p.
- Hoff K.E.A.* Chronik der erdbeben und vulcan-ausbrüche. – Gotha, 1841. – 406 p.
- Ioganson L.I.* A Twin of the Great Lisbon earthquake (Based on materials from the Newspaper Sankt-Peterburgskie vedomosti for the 18th Century // *Seismic Instrument.* – 2021. – V. 57. – P. 126–131.
- Kahn M.* The death toll from natural disasters: the role of income, geography, and institutions // *The Review of Economics and Statistics.* – 2005. – V. 87, N 2. – P. 271–284.
- Mallet R., Mallet J.W.* The Earthquake catalogue of the British association, with the discussion, curves, and maps, etc. // *Transactions of the British Association for the Advancement of Science, 1852 to 1858. Third and Fourth Reports.* – London, 1858. – 818 p.
- Martínez S.J.M., López A.A.* The great historical 1755 earthquake, effects and damage in Spain // *Journal of Seismology.* – 2004. – N 8. – P. 275–294.
- Mendes V.L., Oliveira C., Azevedo J., Ribeiro A.* The 1755 Lisbon earthquake: Revisited. – Berlin, Germany: Springer, 2010. – 597 p.
- Mezcua J., Solares J.M.M.* Sismicidad del área Ibero-mogrebí. – Madrid: Instituto Geográfico Nacional, 1983. – N 203. – 301 p.
- Moreira V.S.* Historical tsunamis in mainland Portugal and Azores - case histories // *Tsunami in the World.* – 1993. – P. 65–73.
- Munuera J.M.* Datos básicos para un estudio de sismicidad en la región de la Península Ibérica // *Memorias del Instituto Geográfico Nacional.* – 1963. – V. 32. – P. 1–47.
- Oliveira C.S.* A sismicidade histórica em Portugal continental e a revisaõ do catálogo sísmico nacional // *Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Proc. 36/1177638, 235.* – Lisboa, Portugal, 1986.
- Pereira A.S.* The Opportunity of a disaster: The economic impact of the 1755 Lisbon earthquake // *The Journal of Economic History.* – 2009. – V. 69, N 2. – P. 466–499.
- Sartori R., Torelli L., Zitellini N., Peis D., Lodolo E.* Eastern segment of the Azores-Gibraltar line (central-eastern Atlantic): An oceanic plate boundary with diffuse compressional deformation // *Geology.* – 1994. – V. 22. – P. 555–558.

*SHEEC*. The SHARE European earthquake catalogue (SHEEC) 1000–1899 // SHARE [Site]. – URL: <https://www.emidius.eu/SHEEC/>

*Van Gils J.M., Leydecker G.* Catalogue of European earthquakes with intensities higher than 4. – Brussels, Luxembourg: Commission of the European Communities – nuclear science and technology, 1991. – 353 p.

*Verzhbitsky E.V., Kononov M.V., Byakov A.F., Grinberg O.V.* Geodynamics and plume tectonics of the Azor-Gibraltar fault zone (North Atlantic) // *Oceanology*. – 2011. – V. 51, N 5. – P. 876–890.

*Zitellini N., Chierici E., Sartori R., Torelli L.* The tectonic source of the 1755 Lisbon earthquake and tsunami // *Annali di Geofisica*. – 1999. – N 42. – P. 49–55.

### Сведения об авторах

**Иогансон Лидия Ивановна**, канд. геол.-мин. наук, вед. науч. сотр. Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института физики Земли им. О.Ю. Шмидта Российской академии наук (ИФЗ РАН), г. Москва, Россия. E-mail: [ioganson@bk.ru](mailto:ioganson@bk.ru)

**Донцова Галина Юрьевна**, науч. сотр. ИФЗ РАН, г. Москва, Россия. E-mail: [donzova@ifz.ru](mailto:donzova@ifz.ru)

**Флейфель Лейла Джабаровна**, ст. науч. сотр. ИФЗ РАН, г. Москва, Россия. E-mail: [leylaffleifel@gmail.com](mailto:leylaffleifel@gmail.com)



## Atlantic seaquakes on 1.XI.1755 (Great Lisbon earthquake) and 31.III.1761

© 2022 L.I. Ioganson, G.Yu. Donzova, L.D. Fleifel

IPE RAS, Moscow, Russia

Received April 14, 2022

**Abstract** The article deals with data on the seismic regime before and after the Lisbon earthquake on November 1, 1755, which was accompanied by an unusual seismic activation over a large area of Western Europe, North Africa and the Atlantic, which is practically not reflected in the scientific literature. After November 1, 1755, the seismic series was observed in Western Europe, which cannot be attributed to the typical aftershock process. A distinctive feature of the post-Lisbon three phase-activation was the occurrence of earthquakes, sometimes simultaneously, in separated isolated regions of Europe, far beyond the aftershock area manifestation. In the post Lisbon seismic scenario an important and underestimated value is occupied by the earthquake of March 31, 1761, which can be considered as a “twin” of the Great Lisbon catastrophe on November 1, 1755. Both earthquakes were generated in the western Atlantic, therefore it is more correct to call them seaquakes.

**Keywords** Lisbon earthquake, earthquake of March 31, 1761, Western Europe, Northern Africa, North Atlantic, seismic activation, tsunamis, seismic regime, seismic catalogue, historical source, newspaper “St. Petersburg Vedomosti”.

**For citation** Ioganson, L.I., Donzova, G.Yu., & Fleifel, L.D. (2022). [Atlantic seaquakes on 1.XI.1755 (Great Lisbon earthquake) and 31.III.1761]. *Rossiiskii seismologicheskii zhurnal* [Russian Journal of Seismology], 4(2), 7-22. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.35540/2686-7907.2022.2.01>. EDN: FEOBRJ

### References

- Baptista, M.A. (2020). Tsunamis along the Azores Gibraltar plate boundary. *Pure and Applied Geophysics*, 177, 1713-1724.
- Baptista, M.A., & Miranda, J.M. (2009). Revision of the Portuguese Catalog of Tsunamis. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 9, 25-42.
- Baptista, M.A., Miranda, J.M., & Luis, J.F. (2006). In Search of the 31 March 1761 Earthquake and Tsunami Source. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 96(2), 713-721.
- Baptista, M.A., Miranda, P.M.A., Miranda, J.M., & Mendes, V.L. (1998). Constrains on the source of the 1755 Lisbon tsunami inferred from numerical modeling of historical data on the source of the 1755 Lisbon tsunami. *Journal of Geodynamics*, 25(1-2), 159-174.
- Bezzeghoud, M., Adam, C., Buforn, E., Borges, J.F., & Caldeira, B. (2014). Seismicity along the Azores-Gibraltar region and global plate Kinematics. *Journal of Seismology*, 18(2), 205-220.
- Buforn, E., Udías, A., & Colombas, M. (1988). Seismicity, source mechanisms and seismotectonics of the Azores-Gibraltar plate boundary. *Tectonophysics*, 152, 89-118.
- Chester, D.K. (2001). The 1755 Lisbon earthquake. *Progress in Physical Geography: Earth and Environment*, 25(3), 363-383.
- De la Torre, F.R. (1997). [Revision of the Iberian seismic catalog (years 1760 to 1800)]. *Study carried out for the National Geographic Institute, through research agreement number 7.070*. Madrid, Spain: National Geographic Institute. (In Spanish).
- Dynes, R.R. (2000). The dialogue between Voltaire and Rousseau on the Lisbon earthquake: The emergence of the social science view. *International Journal of Mass Emergencies and Disaster*, 18(1), 97-115.
- Dynes, R.R. (2005). The Lisbon earthquake in 1755: The first modern disaster. In: *T.E.D. Braun, J.B. Radner (eds.). The Lisbon earthquake of 1755. Representations and reactions* (pp. 34-49). Oxford, England: SVEC.
- Grevemeyer, I., Lange, D., Villinger, H., Custódio, S., & Matias, L. (2017). Seismotectonics of the Horse-shoe Abyssal plain and Gorringe bank, eastern Atlantic Ocean: Constraints from ocean bottom seismometer data. *Solid Earth*, 122(1), 63-78.
- Grünthal, G. (1999). Seismic hazard assessment for Central, North and Northwest Europe: GSHAP Region 3. *Annali di Geofisica*, 42(6), 999-1011.
- Gutscher, M.A., Baptista, M.A., & Miranda, J.M. (2006). The Gibraltar Arc seismogenic zone (part 2): Constraints on a shallow east dipping fault plane source for the 1755 Lisbon earthquake provided by tsunami modelling and seismic intensity. *Tectonophysics*, 426(1-2), 153-166.

- Hoff, K.E.A. (1840). [Chronicle of earthquakes and vulcan eruptions]. Gotha, Germany, 473 p. (In German).
- Hoff, K.E.A. (1841). [Chronicle of earthquakes and vulcan eruptions]. Gotha, Germany, 406 p. (In German).
- Ioganson, L.I. (2021). A twin of the Great Lisbon earthquake (Based on materials from the Newspaper Sankt-Peterburgskie vedomosti for the 18th Century). *Seismic Instrument*, 57, 126-131.
- Ioganson, L.I. (2017). [Scientific explanations of the Lisbon earthquake on November 1, 1755 in the 18th century]. In *Neobychnye i ekstremal'nye iavleniia XVIII veka. Sbornik nauchnykh trudov. Vypusk pervyi* [Unusual and extreme phenomena of the XVIII century. Collection of scientific papers. Iss. 1] (pp. 32-56). Saint Petersburg: BAN. (In Russ.).
- Kahn, M. (2005). The death toll from natural disasters: the role of income, geography, and institutions. *The Review of Economics and Statistics*, 87(2), 271-284.
- Mallet, R., & Mallet, J.W. (1858). The Earthquake catalogue of the British association, with the discussion, curves, and maps, etc. In *Transactions of the British Association for the Advancement of Science, 1852 to 1858. Third and Fourth Reports*. London, England, 818 p.
- Martínez, S.J.M., & López, A.A. (2004). The great historical 1755 earthquake, effects and damage in Spain. *Journal of Seismology*, 8, 275-294.
- Mendes, V.L., Oliveira, C., Azevedo, J., & Ribeiro, A. (2010). *The 1755 Lisbon earthquake: Revisited*. Berlin, Germany: Springer, 597 p.
- Mezcua, J., & Solares, J.M.M. (1983). [Seismicity of the Ibero-Mogrebi' area]. Madrid, Spain: National Geographic Institute, Issue 203, 301 p. (in Spanish).
- Moreira, V.S. (1993). Historical Tsunamis in Mainland Portugal and Azores – Case Histories. In *Tinti, S. (eds). Tsunamis in the World. Advances in Natural and Technological Hazards Research, vol. 1* (pp. 65-73). Dordrecht, Germany: Springer. doi: 10.1007/978-94-017-3620-6\_6
- Munuera, J.M. (1963). Basic data for a seismicity study in the Iberian Peninsula region. [*Memoirs of the National Geographic Institute*], 32, 1-47. (In Spanish).
- Nikonov, A.A. (2005). [“Terrible shock” of Europe. Lisbon earthquake November 1, 1755]. *Priroda* [Nature], 11, 21-29. (In Russ.).
- Oliveira, C.S. (1986). [The historical seismicity in continental Portugal and the revision of the National seismic catalog]. *National Laboratory of Civil Engineering, Proc. 36/1177638, 235*. Lisboa, Portugal. (In Portuguese).
- Pereira, A.S. (2009). The Opportunity of a disaster: The economic impact of the 1755 Lisbon earthquake. *Journal of Economic History*, 69(2), 466-499.
- Sankt-Peterburgskie vedomosti* [St. Petersburg Vedomosti]. (1750). 27 April, 3.
- Sankt-Peterburgskie vedomosti* [St. Petersburg Vedomosti]. (1761). 13 Jule, 2.
- Sankt-Peterburgskie vedomosti* [St. Petersburg Vedomosti]. (1761). 15 May, 2.
- Sartori, R., Torelli, L., Zitellini, N., Peis, D., & Lodolo, E. (1994). Eastern segment of the Azores-Gibraltar line (central-eastern Atlantic): An oceanic plate boundary with diffuse compressional deformation. *Geology*, 22, 555-558.
- SHEEC (2012). The SHARE European earthquake catalogue (SHEEC) 1000-1899. Retrieved from: <https://www.emidius.eu/SHEEC/>
- Van Gils, J.M., & Leydecker, G. (1991). *Catalogue of European earthquakes with intensities higher than 4*. Brussels, Luxembourg: Commission of the European Communities nuclear science and technology, 353 p.
- Verzhbitsky, E.V., Kononov, M.V., Byakov, A.F., & Grinberg, O.V. (2011). Geodynamics and plume tectonics of the Azor-Gibraltar fault zone (North Atlantic). *Oceanology*, 51(5), 876-890.
- Vikulin, A.V., Vikulina, S.A., & Argas, L. (2007). [New data on the Lisbon earthquake 11/1/1755]. *Vestnik Kamchatskoi regional'noi organizatsii Uchebno-nauchnyi tsentr. Seriya: Nauki o Zemle* [Bulletin of the Kamchatka Regional Organization Educational and Scientific Center. Series: Earth Sciences], 2(10), 74-86. (In Russ.)
- Zitellini, N., Chierici, E., Sartori, R., & Torelli, L. (1999). The tectonic source of the 1755 Lisbon earthquake and tsunami. *Annali di Geofisica*, 42, 49-55.

### Information about authors

**Ioganson Lidia Ivanovna**, PhD, Leading Researcher of the Schmidt Institute of Physics of the Earth of the Russian Academy of Sciences (IPE RAS), Moscow, Russia. E-mail: ioganson@bk.ru; iogan@ifz.ru

**Donzova Galina Yurevna**, Researcher of the IPE RAS, Moscow, Russia. E-mail: donzova@ifz.ru

**Fleifel Leyla Dzabarovna**, Senior Researcher of the IPE RAS, Moscow, Russia. E-mail: leylafleifel@gmail.com