

## **МАКРОСЕЙСМИЧЕСКИЕ ПРОЯВЛЕНИЯ КУРЧАЛОЙСКОГО ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ**

**11 октября 2008 г. с  $K_p=14.5$ ,  $M_w=5.8$ ,  $I_0=7-8$  (Чеченская Республика)**

**О.А. Асманов<sup>1</sup>, Р.А. Левкович<sup>1</sup>, М.Я. Гайсумов<sup>2</sup>, И.А. Керимов<sup>3</sup>, И.П. Габсатарова<sup>4</sup>,  
Л.В. Головкова<sup>5</sup>, Л.Е. Иванова<sup>6</sup>, Н.Л. Пономарёва<sup>7</sup>, Л.С. Чепкунас<sup>4</sup>, М.И. Рыжикова<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Дагестанский филиал ГС РАН, г. Махачкала, [dfgsran@mail.ru](mailto:dfgsran@mail.ru)

<sup>2</sup>Сейсмическая станция ГС РАН «Грозный», г. Грозный

<sup>3</sup>Академия наук Чеченской Республики, г. Грозный

<sup>4</sup>Геофизическая служба РАН, г. Обнинск, [ira@gsras.ru](mailto:ira@gsras.ru)

<sup>5</sup>Северо-Осетинский филиал ГС РАН, г. Владикавказ

<sup>6</sup>Лаборатория сейсмического мониторинга КМВ ГС РАН, г. Кисловодск

<sup>7</sup>Сейсмическая станция ГС РАН «Махачкала», г. Махачкала

Землетрясение 11 октября 2008 г. в 09<sup>h</sup>06<sup>m</sup> ощущалось на обширной территории, включающей Чеченскую Республику, Республику Ингушетия, Республику Дагестан, Республику Северная Осетия–Алания, Кабардино-Балкарскую Республику, Ставропольский край, южные районы Калмыкии, Грузию, северные районы Азербайджана и Армении. Наибольшие разрушения произошли в Курчалойском, Гудермесском, Шалинском и Ножай-Юртовском районах Чеченской Республики (ЧР). К счастью, эпицентр находился в горных малонаселенных районах (рис. 1), и это не привело к большому числу жертв, однако по сообщениям МЧС число погибших достигло 13 человек, медицинская помощь оказана более чем 100 жителям, фиксировались значительные разрушения жилого фонда и коммуникаций. Землетрясение получило название по одному из наиболее пострадавших сел – Курчалойское.

По сообщениям агентства «Грозный-информ» ([https://www.chechnyafree.ru/article.php?IBLOCK\\_ID=388&ELEMENT\\_ID=83361](https://www.chechnyafree.ru/article.php?IBLOCK_ID=388&ELEMENT_ID=83361)), специалисты Всероссийского научно-исследовательского института по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций провели в ЧР обследование более 10 000 объектов, признанных пострадавшими при землетрясении 11 октября. По данным этого ведомства, сотрясениям от Курчалойского землетрясения подверглось 18 муниципальных образований ЧР. Повреждено 10 614 объектов, в том числе 10 421 жилой дом, 33 объекта здравоохранения, 98 школ, 10 дошкольных учреждений, 16 объектов культуры и спорта, 14 мечетей, 22 административных здания. По данным правительства ЧР, ущерб от землетрясения составил более 4.5 млрд рублей.

По сообщениям пресс-службы Северо-Кавказской железной дороги, во время этого землетрясения пострадали и подверглись сильным разрушениям тридцать три железнодорожных объекта. «Некоторые из них, к сожалению, восстановлению не подлежат», – говорится в сообщении пресс-службы РИА-Новости ([https://www.chechnyafree.ru/article.php?IBLOCK\\_ID=388&ELEMENT\\_ID=8352](https://www.chechnyafree.ru/article.php?IBLOCK_ID=388&ELEMENT_ID=8352)). Наиболее сильно пострадал Гудермесский железнодорожный узел: серьезно повреждены посты электрической централизации станций Гудермес, Червленая-Узловая и Кади-Юрт.

Макросейсмическое обследование последствий Курчалойского землетрясения было проведено сотрудниками сейсмической станции «Грозный», Дагестанского филиала (ДФ) ГС РАН, лаборатории сейсмического мониторинга Кавказских Минеральных Вод, Северо-Осетинского филиала (С-ОФ) ГС РАН. Кроме того, были использованы данные МЧС ЧР и материалы, предоставленные органами самоуправления на местах. Макросейсмические сведения об этом землетрясении опубликованы в [1, 2]. В настоящей статье они собраны воедино, а также добавлены некоторые отсутствующие сведения.

Непосредственно в эпицентральной зоне побывал заведующий сейсмической станцией «Грозный» М.Я. Гайсумов и произвел серию фотографий в населенных пунктах Курчалой, Майртуп, Бачи-Юрт, Гудермес, а также на трассе Грозный–Шатой–Итум-Кале (52 км), где наблюдались вторичные явления в виде обвалов и оползней. М.Я. Гайсумов является автором

31 фотографии к настоящей статье, 7 из которых (рис. 2–4 и 29–32) представлены в тексте, а на остальные 24 есть лишь указания их номеров (рис. 5–28), сами же фотографии в целях сокращения объема статьи вынесены в Приложение [3] к наст. сб. на CD.

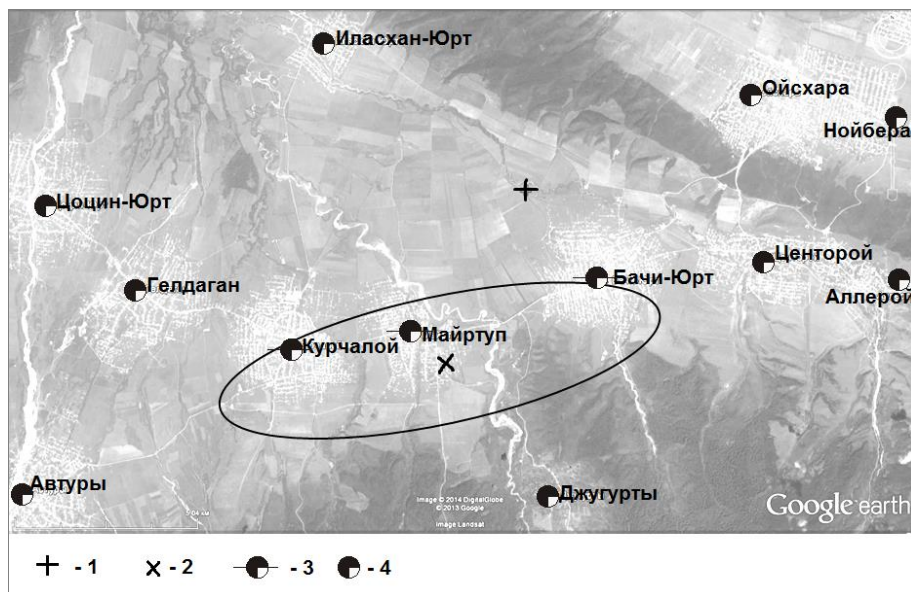


Рис. 1. Положение макросейсмического эпицентра Курчалойского землетрясения 11 октября 2008 г., эллипсом околонурина 7–8 балльная зона

1, 2 – инструментальный и макросейсмический эпицентр соответственно; 3–4 – интенсивность сотрясений  $I=7-8$  и  $I=7$  баллов соответственно.

Выезд в эпицентральную зону был осуществлен уже на второй день после землетрясения специалистами ДФ ГС РАН. Были обследованы населенные пункты приграничных районов Дагестана и Чеченской Республики. Оценка интенсивности сотрясений производилась по общепринятой в России методике макросейсмического обследования на основании 12-балльной шкалы MSK-64 [4]. Ниже приведены детальные описания проявления Курчалойского землетрясения в населенных пунктах в порядке убывания интенсивности сотрясений.

**$I=7-8$  баллов.** Сотрясения указанной интенсивности проявились в окрестностях населенных пунктов *Курчалой*, *Майртуп* и *Бачи-Юрт* (рис. 1). По сообщениям очевидцев, сначала здесь раздался сильный подземный гул, а затем практически одновременно сильный толчок. Люди с трудом удерживались на ногах, падали и в испуге выбегали из помещений. Возникла паника. Дома раскачивались, в стенах образовывались сквозные трещины, отваливалась штукатурка. Произошли разрушения отдельных домов и навесов, падали кирпичные заборы. Мебель падала, разбивались стекла в окнах, навесные шкафы практически везде отрывались и падали. Изменился уровень воды в колодцах, по свидетельству одного очевидца «вода пенилась». Земля испытывала волнообразные (по отдельным свидетельствам, зигзагообразные) движения. Домашний скот испытывал беспокойство, выбегал и рвался из стойл.

В *Курчалое* основная масса разрушений произошла в юго-восточной части селения. В результате обрушения стен и перекрытий пострадало более 50 домов. Среди полностью разрушенных домов в большей части оказались частные новостройки, построенные без учета сейсмостойкости (рис. 2–4). Кирпичные здания, построенные на бетонном фундаменте с учетом сейсмостойкости, получили легкие повреждения 1-й степени, в отдельных случаях – умеренные повреждения, и в единичных – полное разрушение. Отмечаются тонкие трещины в фундаменте. Саманные здания получили разрушения 1-й и 2-й степени, в редких случаях – сквозные трещины, обрушения саманных домов редки, однако есть случаи отрыва на углах и наклона стен. Саманные здания, облицованные кирпичом, пострадали в значительной части, облицовка отпадала. Стены имели небольшие трещины, в отдельных случаях – сквозные. По свидетельству очевидцев, в *Курчалое* отмечались два толчка практически один за другим, которые сопровождались низким гулом (типа падающего самолета).



Рис. 2. Разрушенное частное здание в Курчалое



Рис. 3. Обрушение строящегося саманного дома в Курчалое



Рис. 4. Обрушение кирпичного забора в Курчалое (рис. 5–28 см. на (CD))

В *Майртупе* основные разрушения произошли в южной части в районе новостроек, и в юго-западной части селения (рис. 5–12 [3]). Характер, виды и степень разрушений, а также количественные показатели аналогичны произошедшим разрушениям в с. *Курчалой*. В 2.5 км к северо-западу от с. *Майртуп* в грунте образовалась трещина протяженностью 180 м и шириной до 7–8 см в направлении с юго-востока на северо-запад глубиной  $>3$  м. Были зарегистрированы случаи падения столбов линий электропередач, в результате чего районы Курчалойский и Гудермесский оказались обесточенными. Общее число погибших в селении 5 человек, в основном под обломками строений, вывалом кирпичей из стен, падения штукатурки и мебели. Причина смерти – ушибы, падения и черепно-мозговые травмы.

Общая степень разрушений в населенном пункте Майртуп выглядит следующим образом:

- единичные случаи разрушений 5-й степени кирпичных домов типа Б;
- отдельные разрушения 4-й степени кирпичных домов типа Б;
- отдельные разрушения 4-й степени зданий типа А;
- многие разрушения 3-й степени зданий типа А;
- большинство разрушений 1-й степени в зданиях типа А и Б.

В с. *Бачи-Юрт* разрушения также значительны, но в меньшей степени, чем в с. *Курчалой* и с. *Майртуп*. Основные разрушения здесь произошли в южной части села (рис. 13–16 [3]). Землетрясение ощутили все люди, отмечался общий испуг, люди выбегали на улицу. Животные проявляли сильное беспокойство. Минарет мечети мощной кирпичной постройки после землетрясения остался наклоненным в юго-восточном направлении, трещин в стенах и фундаменте сооружения не отмечено (рис. 13 [3]).

**I=7 баллов.** Колебания такой интенсивности ощущались в следующих населенных пунктах: *Джугурты, Центора-Юрт, Центорой, Ойсхара* (рис. 17 [3]), *Аллерой, Мельчу-хе, Энгель-Юрт, Иласхан-Юрт, Регита, Марзой-Мохк, Гелдаган, Нойбера* (рис. 18 [3]), *Кади-Юрт* (рис. 19, [3]), *Цоцин-Юрт, Автуры* (рис. 20 [3]), в восточной окраине г. *Гудермес*.

Люди, находившиеся на улице, слышали сильный гул и затем ощутили толчки. Здания раскачивались. Землетрясение ощущалось всеми людьми, как в помещениях, так и на улице. В домах падала посуда, вода в больших количествах выплескивалась из сосудов, мебель сдвигалась. Возник общий страх и паника среди людей. Колебания ощущались и в движущихся машинах (машина раскачивалась как на волнах, водитель в испуге остановился). В домах образовались трещины, в отдельных случаях – сквозные. В многоэтажных зданиях, жилых и общественных (школы, больницы), падала штукатурка, падали стекла, вываливалась заделка швов в межэтажных перекрытиях. Из больниц были эвакуированы больные на улицу. Общее число погибших в этой зоне – четыре человека. Три человека погибли при разрушении простенка между окнами, арки ворот и одна женщина – при вывале кирпичей из фронтона одноэтажного кирпичного магазина.

В г. *Гудермес* в здании железнодорожного вокзала (постройка 1911 г.), ориентированного в направлении с востока на запад, образовались сквозные трещины шириной до  $d=3-5$  см на втором этаже западного крыла, отрыв бетонного карниза, а также нитевидные сквозные трещины в перекрытиях некоторых окон (рис. 21 [3]). Опрокинулись цементные фигуры декоративного фонтана (рис. 22 [3]). В единичных случаях в некоторых зданиях образовались сквозные (в редких случаях) и несквозные трещины на верхних этажах (рис. 23, 24 [3]). В одном из корпусов районной больницы (кирпичное одноэтажное здание) образовались сквозные трещины, отошла стена. В здании средней школы № 4 образовались трещины в монолитном перекрытии и несколько горизонтальных трещин в стенах (рис. 25–27 [3]).

Повсеместно распространены трещины в штукатурке и в отдельных случаях несквозные в стенах, скалывание кусков штукатурки. Есть случаи обрушения козырьков и вывала кирпичей из фронтонов одноэтажных домов частной застройки. Сильные повреждения отмечены в старых постройках, в новых домах повреждения значительно слабее. В *Гудермесе* погибла женщина, находящаяся возле магазина – обрушившиеся с крыши кирпичи (рис. 28, [3]) упали на нее и нанесли смертельное ранение.

**I=6–7 баллов** – в населенных пунктах ЧР: *Ахкинчу-Борзой, Цоцин-Юрт, Кошкельды, Мечкеты, Шали, Ишхай-Юрт, Герзельаул, Азамат-Юрт* и в Дагестане – *Тухчар* [1, 2].

**I=6 баллов** – в населенных пунктах ЧР: *Дарбанхи, Брагуны, Нижний-Герзель, ст. Шелковская, Староцедринская, Ишхой-Юрт, Гамиях, Мескеты, Ножай-Юрт, Гиляны, Ахкинчу-Борзой, Ца-Ведено*; на территории Дагестана: *Баранчечив, Солнечная, Аксай, Теречная, Чири-Юрт, Новогагатлы*. Землетрясение проявилось в виде толчков и колебаний, ощущалось всеми людьми, как в помещениях, так и на улице. Отмечались общее волнение и испуг – «земля уходила из-под ног». На верхних этажах зданий трудно было устоять. Люди выбегали на улицу. В помещениях раскачивались всяческие предметы, посуда падала, вода в сосудах выплескивалась в незначительном количестве. Наблюдали раскачивания стоящих автомобилей. Животные проявляли беспокойство. Жертв среди населения и сильных разрушений в данной зоне не было. В домах возникли трещины, в некоторых случаях – сквозные, в редких случаях просматриваются на просвет. Повсеместно наблюдаются разрушения 1-й степени, трещины в штукатурке, мелкие сколы, трещины в непрочных перемычках окон и дверей, со стен облетала известка.

**I=5–6 баллов.** Такими сотрясениями была охвачена практически вся территория ЧР. По данным [1, 2], сотрясения с  $I=5-6$  баллов зафиксированы в селах *Ножай-Юрте, Новоцедринской, Петропавловской, Шелковская, Грозный, Червленая, Дуба-Юрт, Толстой-Юрт, Алхан-Кала, Алхан-Юрт* ЧР; *Хасавюрт, Сивух* – в Дагестане. Землетрясение ощущалось всеми людьми, находящимися в помещениях и на улице, в сельской местности на воздухе менее заметно. Люди испытывали общее удивление, волнение, испуг. Стекла в окнах дрожали, всяческие предметы раскачивались. Ощущения у многих ассоциировались с падением тяжелого предмета в помещении или далекого сильного взрыва. В помещениях поднималась пыль. На верхних этажах пятиэтажных зданий трудно было стоять. Разрушений нет, в отдельных случаях – легкие повреждения, тонкие трещины в штукатурке и в гипсовом покрытии стен.

В Хасавюртовском районе Дагестана землетрясение ощущали все люди, находившиеся внутри и вне помещений. Слышали гул, звенела, падала посуда, раскачивались люстры, раскачивалась и двигалась мебель, дома сотрясались, скрипели деревянные части. Наблюдатель, находившийся в поле, стоя ощутил сильные колебания в направлении с запада на восток длительностью  $\sim 15$  с. Раскачивались столбы с электрическими проводами. Провода раскачивались с амплитудой колебаний  $\sim 1$  м и искрились при соприкосновении. Раскачивался передвижной рабочий вагончик. Повреждения зданий – трещины в кирпичных стенах нестарых строений. В одном случае обрушилась стена.

**$I=5$  баллов.** В зоне (Дышне-Ведено, Беной, Зодиак, Гиляни, Махеты, Эндрей (Дагестан), Качалай (Дагестан), Генжеаул, Урус-Мартан, Хамамай-Юрт (Дагестан), Адиль, Анчи-Юрт, Старогладковская, Куруш (Дагестан), Герменчик) многие дома получили небольшие повреждения. Здесь наблюдался звон оконных стекол и посуды, падение неустойчивых предметов, хлопанье дверей. Повсеместно отмечено сильное качание висячих предметов, падение с полок книг, посуды.

Частично пятибалльная зона охватила районы Республики Ингушетия. Информация об этом получена специалистами лаборатории сейсмического мониторинга Кавказских Минеральных Вод по телефонному опросу, дозвонившихся в Малгобекский, Сунженский и Джейрахский районы. Здесь землетрясение существенно ощутили все люди, находящиеся в помещениях. Некоторые ощутили два толчка. Одноэтажные кирпичные дома сотрясались, посуда звенела, в некоторых случаях падала, люстры раскачивались. В некоторых случаях падали столы, раскачивался компьютер на столе. Колебания длились  $\sim 30$  с. В кирпичных стенах нестарых частных домов и школы появились тонкие, длинные трещины шириной  $d \sim 1$  см. Люди испугались, покинули помещение, некоторые выбежали. Эти эффекты характерны для  $I=4.5-5$  баллов.

**$I=4$  балла.** В г. Терек Кабардино-Балкарской Республики люди, находясь на первом этаже кирпичного и сборного дома, ощутили два толчка продолжительностью 3–5 с, сопровождаемые гулом. Здание сотрясилось, сильно колебались свободно подвешенные предметы, дрожали неустойчиво поставленные на мебели предметы, стеклянная посуда, окна.

В Моздокском районе Республики Северная Осетия–Алания (РСО–А) землетрясение ощутили многие, в помещениях – все. Почувствовали колебания в направлении с запада на восток длительностью около 3<sup>м</sup>. Звенела посуда, раскачивались люстры и незапертые двери, стол ощутимо раскачивался. Повреждений строений не отмечено.

В Бабаюртовском районе Дагестана землетрясение также ощутили многие. Слышали гул, треск, колебания, ощущали два толчка, звенела посуда, раскачивались люстры. Многие испугались и покинули помещения. Все рабочие в цеху, находясь в положении стоя, ощущали землетрясение. Хотели подойти к станку, показалось, что он двигался от них. Повреждений строений нет.

**$I=3-4$  балла.** В Махачкале землетрясение ощутили многие люди, находившиеся в помещениях, гула не было. Звенела посуда, раскачивались люстры. Многие испугались, покинули помещения.

Буйнакский, Кизилюртовский, Левашинский районы Дагестана. Многие люди, находящиеся в помещении, ощутили сотрясение всего дома. Сильно звенела посуда и сильно раскачивались люстры. Многие ощутили два толчка, качало. Повреждений строений нет.

Алагирский, Дигорский районы, г. Дигора РСО–А. Землетрясение ощутили большинство людей в помещениях, некоторые слышали гул, все покинули помещения. Посуда звенела, люстры раскачивались, в некоторых случаях раскрылись дверцы шкафа, выпали игрушки. Проснулся спящий мужчина. Кровать раскачивалась, как-бы прыгала. Повреждений строений нет.

Во Владикавказе землетрясение ощутили почти все люди, находившиеся в помещении. Отмечали первый толчок и колебания длительностью  $\sim 20$  с и второй толчок – слабее и короче. Посуда звенела, люстры раскачивались, многие покинули помещения, некоторые выбежали. Ощутили колебания (раскачивание) люди, стоявшие возле светофора. Большинство людей, находясь внутри дома на первом этаже, ощущали вибрацию, аналогичную движению тяжелого грузовика по неровной мостовой. В некоторых случаях отмечалось сотрясение всего дома, умеренные колебания свободно подвешенных предметов (люстры, лампы, занавески и т.д.), дрожание неустойчивых предметов на мебели (вазы, рюмки и т.д.), мелкие и крупные предметы сотрясались, выплескивание жидкости из сосудов. Домашние животные беспокоились. На

верхних этажах (2–9-е этажи) также ощущалась вибрация, колебание свободно подвешенных предметов, дрожание неустойчивых предметов на мебели, стеклянной посуды, окон.

В г. Ардон РСО–А три человека, находившиеся на первом этаже кирпичного дома, ощутили слабую вибрацию и колебание свободно подвешенных предметов. Люди, находящиеся на втором и третьем этажах, отметили вибрацию, аналогичную движению тяжелого грузовика по неровной мостовой, сотрясение мелких и крупных предметов на мебели, опрокидывание цветочных горшков и книг.

**I=3 балла.** В Республике Северная Осетия–Алания, в с. Лац в Фиагдонском ущелье ощущались колебания, сопоставимые с движением легкого грузовика, были заметны колебания свободно подвешенных предметов. В с. Фиагдон на третьем этаже люди ощутили вибрацию, заметили колебание свободно подвешенных предметов, дрожание неустойчивых предметов на мебели, стеклянной посуды, окон. В с. Сунжа ощущались колебания, сопоставимые с движением легкого грузовика, отмечались колебания свободно подвешенных предметов, дрожание неустойчивых предметов на мебели, стеклянной посуды, в с. Михайловском – сильное колебание подвешенных предметов, вибрация дверей и окон.

Кавказские Минеральные Воды: Кисловодск, Пятигорск, Ессентуки – землетрясение ощущалось в помещениях некоторыми людьми, находившимися в покое в положении лежа и сидя. В некоторых случаях звенела посуда, раскачивались люстры.

В Эльбрусском и Зольском районах Кабардино-Балкарской Республики землетрясение ощущалось некоторыми людьми в помещениях. В г. Тырнауз, поселках Терскол, Эльбрусское, Залукокаже отмечались звон посуды и раскачивание люстр. Ощутили некоторые сидевшие или лежавшие в помещениях.

По поступившим письменным сведениям из Малокарачаевского района Карачаево-Черкесской Республики (КЧР) последствия Курчалойского землетрясения в с. Учккен и пос. Водовод превышали I=3–4 балла. Для выяснения и уточнения балльности в этих населенных пунктах был предпринят выезд специалистов ГС РАН в указанные населенные пункты и проведено обследование. По результатам обследования установлено, что, действительно, значительная часть жилого фонда вышеназванных населенных пунктов находится в неблагоприятном для проживания людей состоянии, однако все замеченные факты разрушения не могли быть отнесены к последствиям современного землетрясения, а были вызваны какими-то другими обстоятельствами, включающими ветхость строений из-за значительного возраста построек (некоторые с 50-х гг. прошлого века), отсутствие капитального ремонта, последствия наводнения 2002 г. и пр. По ощущениям опрошенных людей, находившихся в состоянии покоя в момент землетрясения, были отмечены отдельные толчки с последующей вибрацией, дребезжание посуды и раскачивание люстр и прочие явления, свойственные трехбалльным сотрясениям. Интенсивность сотрясений в с. Учккен и пос. Водовод Малокарачаевского района КЧР оценена в 3 балла.

По сообщению ТАСС, землетрясение ощущалось в Тбилиси (Грузия) с интенсивностью I=3–4 балла. По сообщению сейсмологов Армении, землетрясение ощущалось в северной части Республики в поселках Ноемберян, Иджеван с I=3–4 балла, в Гюмри, Ванадзор – 3 балла.

**I=2–3 балла.** По сообщениям ИТАР-ТАСС, в Азербайджане землетрясение ощущалось с интенсивностью I=2–3 балла в Белоканах и Закаталах.

**I=2 балла.** В Тляртинском, Дахадаевском, Сергокалинском, Магарамкентском и Курахском районах Дагестана землетрясение ощущали некоторые люди, находившиеся в помещениях, как толчок, в некоторых случаях два толчка. Гула не было, посуда не звенела, люстры не раскачивались. Вещи, висевшие на двери, незначительно колебались. Люди не испугались, помещения не покинули.

В Советском районе Ставропольского края землетрясение ощутили люди, сидевшие в помещениях. Отмечали дрожание всего дома, несколько коротких колебаний. Посуда не звенела, люстры не раскачивались.

**Вторичные проявления.** Курчалойское землетрясение сопровождалось обвалами и оползнями в горной части территории Чеченской Республики, пострадало дорожное полотно трассы и проселочных дорог (рис. 29 и 30). По оценке специалистов Минавтодора ЧР, обрушение на автодороге Грозный–Шатой на 52-м км составило более  $10^5 \text{ м}^3$  грунта. Первоначально образовалась большая трещина, а 13 октября после очередного афтершока произошел обвал

(рис. 31 и 32). Нарушение дорожного полотна на трассе Грозный–Шатой–Итум-Кале парализовало движение на несколько дней.



Рис. 29. Оползень и просадка земляного полотна на автодороге Ножай-Юрт–Зандак-Симсир в Ножай-Юртовском районе



Рис. 30. Осыпи и камнепад на автодороге Герзель–Замай-Юрт в Ножай-Юртовском районе



Рис. 31, 32. Обвал на 52 км трассы Грозный–Шатой–Итум-Кале (снимки сделаны через три дня после основного толчка, 14 октября 2008 г.)

Результаты обследования интенсивности сотрясений в населенных пунктах Северного Кавказа и соседних территорий сведены в табл. 1 и 2.

Таблица 1. Макросейсмические данные о Курчалойском землетрясении 11 октября 2008 г. в  $09^h061^m$  с  $M_w=5.8$

№	Пункт	$\Delta$ , км	$\varphi^\circ$ , N	$\lambda^\circ$ , E	№	Пункт	$\Delta$ , км	$\varphi^\circ$ , N	$\lambda^\circ$ , E
<u>7–8 баллов</u>					9	Аллерой	12	43.22	46.29
1	Майртуп	1	43.20	46.13	10	Мельчу-хе	12	43.31	46.19
2	Курчалой	4	43.20	46.09	11	Нойбера	13	43.25	46.29
3	Бачи-Юрт	5	43.22	46.20	11a	Марзой-Мохк	13	43.08	46.10
<u>7 баллов</u>					12	Гудермес (вост. часть)	17	43.35	46.09
4	Джугурга	5	43.17	46.18	13	Кадии-Юрт	19	43.31	46.31
5	Гелдагана	8	43.22	46.04	13a	Энгель-Юрт	23	43.33	46.36
6	Иласхан-Юрт	9	43.28	46.10	13б	Центора-Юрт	28	43.32	45.83
7	Центорой	10	43.22	46.25	<u>6–7 баллов</u>				
8	Ойсхара	11	43.26	46.24	14	Цоцин-Юрт	12	43.24	46.01
8a	Автуры	11	43.17	46.00	15	Мечкеты (Мескеты)	18	43.15	46.36
8б	Регита	11	43.10	46.13	16	Кошкельды	18	43.25	46.35

№	Пункт	Δ, км	φ°, N	λ°, E	№	Пункт	Δ, км	φ°, N	λ°, E
17	Ишхай-Юрт	20	43.22	46.39	66	Качалай	73	43.71	46.71
18	Шали	21	43.14	45.90	67	Сунженский р-он (центр)	88	43.14	45.09
19	Тухчар	22	43.22	46.41	68	Джейрахский р-он (центр)	112	42.78	44.87
20	Герзель-Аул	22	43.25	46.40	69	Малгобекский р-он (центр)	118	43.50	44.74
21	Азамат-Юрт	27	43.42	46.29		<u>4–5 баллов</u>			
	<u>6 баллов</u>				70	Первомайское	31	43.44	46.35
22	Гудермес (зап. часть)	18	43.35	46.08	71	Каргалинская	66	43.74	46.48
23	Мескеты	19	43.15	46.36	72	Бата-Юрт	68	43.60	46.78
24	Ца-Ведено	20	43.03	46.06		<u>4 балла</u>			
25	Дарбанхи	23	43.40	46.03	73	Бабаюртовский р-он (центр)	97	43.65	47.17
26	Нижний-Герзель	25	43.29	46.41	74	Моздокский р-он (центр)	139	43.68	44.55
27	Аргун	25	43.30	45.87	75	Терек	166	43.48	44.13
28	Солнечное	27	43.29	46.45		<u>3–4 балла</u>			
29	Бораганчечув	27	43.31	46.44	76	Кизилюртовский р-он (центр)	68	43.16	46.97
30	Гамиях	28	43.21	46.49	77	Буйнакский р-он (центр)	98	42.84	47.22
31	Брагуны	28	43.44	46.09	78	Махачкала	113	42.97	47.49
32	Агишты	28	43.02	45.89	79	Владикавказ	120	43.03	44.68
33	Старощедринская	29	43.46	46.11	80	Левашинский р-он (центр)	126	42.44	47.29
35	Аксай	31	43.37	46.44	81	Ардон	149	43.17	44.30
36	Теречное	34	43.43	46.40	82	Дигорский р-он (центр)	169	43.13	44.06
37	Чири-Юрт	35	43.09	45.74	83	Алагирский р-он (центр)	171	42.87	44.11
38	Кандаураул	37	43.34	46.57	84	Тбилиси	200	41.71	44.79
40	Новогагатлинское	40	43.46	46.49	85	Нальчик	211	43.49	43.60
	<u>5–6 баллов</u>				86	Ноемберян	245	41.17	44.99
41	Ножай-Юрт	23	43.10	46.38	87	Иджеван	273	40.88	45.15
42	Новощедринская	32	43.49	46.10	88	Грушовское	308	44.94	43.05
43	Петропавловская	33	43.38	45.83	89	Гофицкое	319	45.08	43.04
44	Хасавюрт	37	43.25	46.59	90	Ореховка	324	45.04	42.94
45	Шелковская	38	43.51	46.33	91	Высоцкое	325	45.03	42.90
46	Дуба-Юрт	38	43.04	45.73	92	Сухая Буйвола	328	45.15	42.98
47	Червленая	39	43.50	45.88		<u>3 балла</u>			
48	Грозный	40	43.31	45.67	93	Сунжа	109	43.06	44.82
49	Толстой-Юрт	41	43.44	45.77	94	Михайловское	122	43.10	44.63
50	Алхан-Юрт	47	43.23	45.56	95	Ларс	132	42.77	44.63
51	Алхан-Кала	49	43.26	45.54	96	Фиагдон	156	42.83	44.31
52	Сивух	50	42.80	46.44	97	Советский р-он (центр)	224	44.40	43.90
	<u>5 баллов</u>				98	Тырныауз	262	43.40	42.93
53	Дышне-Ведено	28	42.95	46.12	99	Пятигорск	265	44.05	43.06
54	Беной	28	42.98	46.31	100	Минеральные Воды	267	44.21	43.14
55	Зандак	31	43.05	46.46	101	Ессентуки	281	44.05	42.86
56	Гиляны	31	43.07	46.49	102	Залукокоаже	288	43.90	43.22
57	Махкеты	33	42.97	45.91	103	Кисловодск	290	43.92	42.72
58	Эндирей	43	43.20	46.66	104	Терскол	293	43.26	42.51
59	Урус-Мартан	50	43.13	45.54	105	Ванадзор	300	40.81	44.49
60	Генжеаул	51	43.33	46.74					
61	Адиль-Отар	53	43.46	46.68					
62	Хамаматюрт	54	43.61	46.50					
63	Старогладковская	54	43.64	46.42					
64	Куруш	54	43.39	46.76					
65	Герменчик	61	43.54	46.73					



№	Пункт	$\Delta$ , км	$\varphi^\circ, N$	$\lambda^\circ, E$	№	Пункт	$\Delta$ , км	$\varphi^\circ, N$	$\lambda^\circ, E$
106	Учкекен	305	43.93	42.52	113	Дахадаевский р-он (центр)	164	42.13	47.53
107	Водовод	310	43.88	42.47	114	Белоканы	165	41.73	46.41
108	Гюмри	321	40.79	43.85	115	Закаталы	178	41.63	46.64
108	Эльбрусский	326	43.60	42.15		<u>2 балла</u>			
110	Светлоград	351	45.34	42.86	116	Курахский р-он (центр)	218	41.61	47.67
111	Ставрополь	387	45.04	41.98	117	Магарамкентский р-он (центр)	248	41.63	48.32
112	Сергокалинский р-он (центр)	157	42.35	47.63					

В [1] опубликована еще дополнительная информация, полученная путем телефонного опроса населения в Дагестане, Северной Осетии–Алании и Ставропольском крае. Она не вошла в общую табл. 1 по причине меньшей достоверности, но включена в табл. 2.

Таблица 2. Дополнительные макросейсмические данные Курчалойского землетрясения из [1]

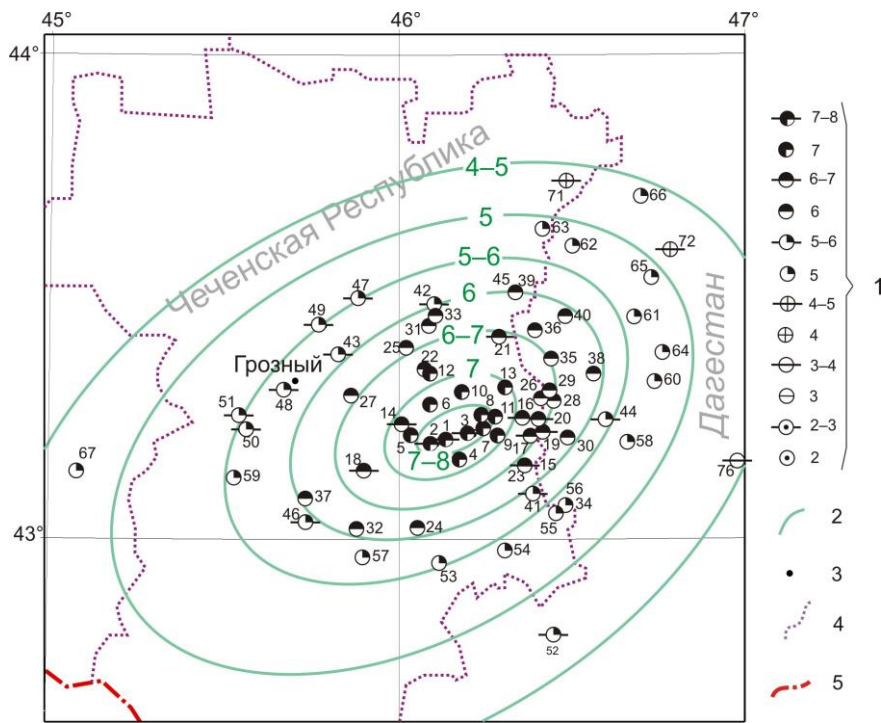
№	Населенный пункт	$\Delta$ , км	$\varphi^\circ, N$	$\lambda^\circ, E$	№	Населенный пункт	$\Delta$ , км	$\varphi^\circ, N$	$\lambda^\circ, E$
	<u>5–6 баллов</u>					<u>3–4 балла</u>			
118	Новолакское	30	43.12	46.48	127	Сулак	112	43.27	47.52
119	Урус-Мартан	48	43.13	45.55	128	Кизляр	87	43.85	46.72
	<u>5 баллов</u>				129	Тарумовка	102	44.07	46.54
120	Алхазурово	42	43.06	45.65	130	Терекли-Мектеб	110	44.16	45.88
121	Ачхой-Мартан	69	43.18	45.28	131	Прохладный	180	43.75	44.03
	<u>4–5 баллов</u>					<u>3 балла</u>			
122	Дубки	61	43.02	46.84	132	Бежта	119	42.13	46.12
123	Ботлих	59	42.67	46.21	133	Кумух	140	42.16	47.12
124	Наурская	83	43.65	45.31	134	Уркурах	170	42.16	47.64
125	Малгобек	130	43.50	44.59	135	Сухокумск	167	44.67	45.65
	<u>4 балла</u>					<u>2–3 балла</u>			
126	Орджоникидзевская	88	43.32	45.07	136	Тпиг	196	41.78	47.60
					137	Дербент	218	42.06	48.30
					138	Прикумск (Будённовск)	237	44.78	44.17

На основании многочисленных данных в табл. 1 и 2 составлена карта изосейст Курчалойского землетрясения 11 октября 2008 г., представленная в двух масштабах, более крупном для эпицентральной области от  $I=7-8$  до  $I=5$  баллов и более мелком – для интенсивности сотрясений от  $I=5$  до  $I=3$  баллов.

В [1] определен макросейсмический очаг землетрясения – эпицентр в районе селения Майртуп с координатами  $\varphi_m=43.22^\circ N$ ,  $\lambda_m=46.19^\circ E$  и глубиной очага  $h_m=12$  км.

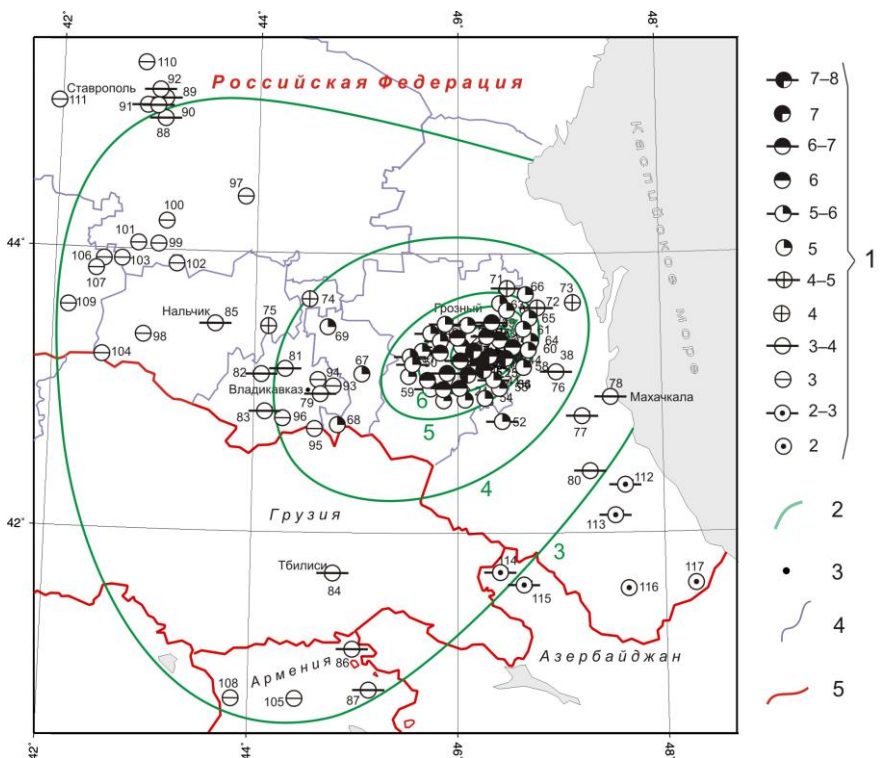
Однако, так как подробное описание макросейсмических проявлений в плейсто-сейстовой зоне, приведенные впервые в [2], говорит о максимальных проявлениях в юго-восточной части с. Курчалой, в юго-восточной части с. Майртуп и южной юго-западной части с. Бачи-Юрт, то центр оконтуренной области (рис. 1) имеет иные координаты, а именно:  $\varphi=43.20^\circ N$ ,  $\lambda=46.14^\circ E$ , а названные в [1] координаты смещают макросейсмический эпицентр практически в с. Бачи-Юрт, где в целом отмечаются меньшие разрушения, чем в Курчалое и Майртупе.

Поэтому  $\varphi_m=43.20^\circ N$ ,  $\lambda_m=46.14^\circ E$  приняты за окончательные координаты макросейсмического эпицентра.



**Рис. 33.** Карта изосейст Курчалойского землетрясения 11 октября 2008 г. с  $I$  от 7–8 до 4–5 баллов

1 – интенсивность сотрясений в баллах по шкале MSK-64 [7]; 2 – изосейста; 3 – населенный пункт; 4,5 – граница республик РФ и государственная граница соответственно.



**Рис. 34.** Карта изосейст Курчалойского землетрясения 11 октября 2008 г. с  $I=5, 4$  и 3 балла

Условные обозначения см. на рис. 33.

Представленная карта изосейст позволяет рассчитать основные геометрические параметры макросейсмического поля Курчалойского землетрясения, приведенные в табл. 3.

**Таблица 3.** Основные параметры макросейсмического поля Курчалойского землетрясения 11 октября 2008 г. в  $09^h06^m$  с  $K_p=14.5$ ,  $M_w=5.8$

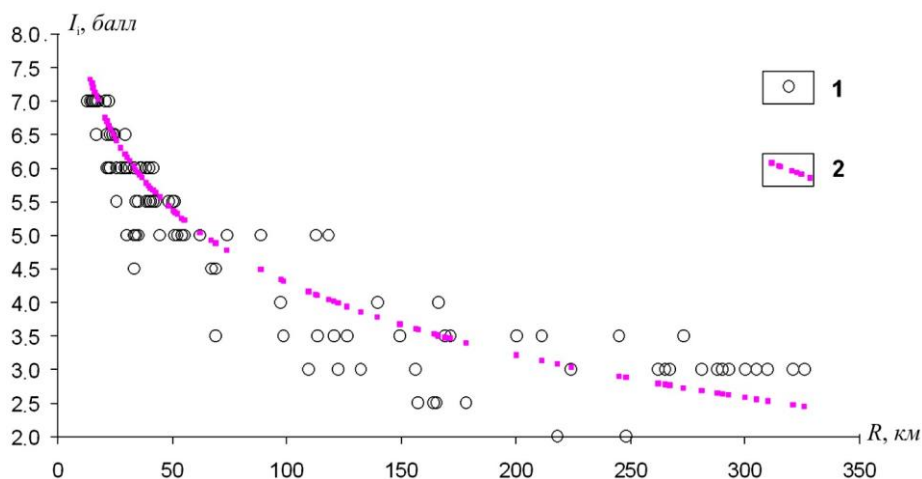
$I_i$ , баллы	Геометрические параметры поля изосейст, км					Площадь $S_i$ зоны, км <sup>2</sup>
	$l_a$	$l_b$	$\bar{l}$	$l_a/l_b$	$r_{cp}$	
7	30	13	19.7	2.3	12	306
6	72	41	54.3	1.76	29	2317
5	106	72	87.4	1.47	62	5991
4	199	151	212	1.31	134	23588
3	377	377	377	1.00	262	446285

Примечание. Среднее  $\bar{l}$  является средним геометрическим  $\bar{l} = \sqrt{l_a \cdot l_b}$ ;  $S = \pi \cdot a \cdot b$ , где  $a = l_a/2$  и  $b = l_b/2$ ;  $r_{cp}$  рассчитано по данным табл. 1.

Для оценки интенсивности сотрясения от Курчалойского землетрясения в [1] использовалось уравнение макросейсмического поля из [5] для Дагестана:

$$I_0 = 1.5 MS - 3.6 \lg h + 3.1. \quad (1)$$

Оказалось, что характер распределения наблюдаемых данных (табл. 1) по интенсивности в населенных пунктах (рис. 35) также хорошо описывается этим уравнением.



**Рис. 35.** График изменения интенсивности  $I$  сотрясений Курчалойского землетрясения 11 октября 2008 г. от гипоцентрального расстояния  $r$  до макросейсмического эпицентра ( $\varphi_M=43.20^\circ N$ ,  $\lambda_M=46.14^\circ E$ ,  $h=15$  км по инструментальным данным)

1 – наблюдаемые данные; 2 – кривая закона затухания по формуле  $I = 1.5 MS - 3.6 \lg r + 3.1$ .

Для проверки этого на основе данных об интенсивности сотрясений в населенных пунктах были рассчитаны коэффициенты кривой затухания  $I=f(r)$ . Она представлена уравнением:

$$I_i = 11.5 - 3.6 \lg r. \quad (2)$$

Сопоставим полученные параметры затухания с известным уравнением макросейсмического поля Н.В. Шебалина в [5]:

$$I_i = b MS - v \lg r + c, \quad (3)$$

где  $b$ ,  $v$ ,  $c$  – параметры макросейсмического поля. Сравнивая (2) и (3), получаем:

$$I = 1.5 MS - 3.6 \lg r + 3.1, \quad (3a)$$

при этом  $b \cdot MS + c = 11.5$ ;  $v = 3.6$ ;  $r$  – гипоцентрального расстояние ( $r^2 = \Delta^2 + h^2$ );  $M$  – магнитуда землетрясения ( $M=5.6$ ). Если учесть, что  $b \cdot MS = 8.4$ , то при  $b=1.5$  и  $MS=5.6$  [9] получаем  $c=3.1$

Таким образом, для Курчалойского землетрясения вполне удовлетворяют коэффициенты уравнения, установленные ранее для Дагестана [5]:  $b=1.5$ ,  $v=3.6$ ,  $c=3.1$ . При этих значениях параметров определим из уравнения макросейсмического поля в эпицентре

$$I_0 + v \lg h = b MS + c$$

глубину землетрясения, которая оказалась равной  $h_m=13$  км.

Можно высказать предположение о более сложном характере макросейсмического затухания в связи с пересечением макросейсмического поля различных тектонических структур. В частности, возможно поведение 3-балльной изосейсты (рис. 34) связано с Транскавказским поперечным поднятием и повышенной проницаемостью этой глобальной структуры [6].

Полученные выводы согласуются с расчетами, опубликованными ранее в статье [7] при исследовании региональных коэффициентов затухания макросейсмического поля на примере Курчалойского землетрясения 11 октября 2008 г. (при использовании координат макросейсмического эпицентра:  $\varphi=43.22^\circ\text{N}$ ,  $\lambda=46.15^\circ\text{E}$  (личные данные М.Я. Гайсумова, фонды ГС РАН), глубины  $h=10$  км, магнитуды  $MS=5.6$  для 7 вариантов коэффициентов уравнения макросейсмического поля в различных зонах Северного Кавказа. На основании построенных гистограмм отклонений  $\delta I_i$  между наблюдаемыми и расчетными данными было показано наибольшее совпадение экспериментальных данных с кривыми для региональных коэффициентов Дагестана [7].

Уравнение среднего макросейсмического поля в [8] можно использовать для построения радиуса круговых изосейст. Из соотношения (1) следует:

$$\bar{\Delta}_i = \sqrt{10^{\frac{2}{v}(bM+c-I_i)} - h^2}, \quad (4)$$

где  $\bar{\Delta}_i$  – среднее эпицентральное расстояние до  $i$ -го балла;  $I_i$  – интенсивность расчетной изосейсты. Рассчитанные по этой формуле радиусы круговых изосейст составили:  $\Delta_7=12$  км,  $\Delta_6=29$  км,  $\Delta_5=62$  км,  $\Delta_4=120$  км,  $\Delta_3=229$  км. В то же время средние значения эпицентральных расстояний в зонах осязти по данным табл. 1 составили:  $\bar{\Delta}_7=12$  км,  $\bar{\Delta}_6=29$  км,  $\bar{\Delta}_5=57$  км,  $\bar{\Delta}_4=134$  км,  $\bar{\Delta}_3=262$  км. Как видим, значения средних расстояний для 7- и 6-балльных зон совпадают с теоретически расчетными радиусами. Для 5-балльной зоны и выше наблюдается небольшое несоответствие, не превышающее 10 %.

#### Л и т е р а т у р а

1. **Асманов О.А., Левкович Р.А.** О Курчалойском землетрясении 2008 г. в восточной части Чеченской Республики // Современные методы обработки и интерпретации сейсмологических данных. Материалы Восьмой Международной сейсмологической школы. – Обнинск: ГС РАН, 2013. – С. 36–41.
2. **Керимов И.А., Гайсумов М.Я.** Курчалойское землетрясение 11 октября 2008 года // Вестник АН ЧР. – № 2. – 2009. – С. 48–53.
3. **Гайсумов М.Я.** Фото-сессия последствий Курчалойского землетрясения 2008 г. (См. Приложение к наст. сб. на CD).
4. **Медведев С.В. (Москва), Шпонхойер В. (Иена), Карник В. (Прага).** Шкала сейсмической интенсивности MSK-64. – М.: МГК АН СССР, 1965. – 11 с.
5. **Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР с древнейших времен до 1975 г.** / Под ред. Н.В. Кондорской, Н.В. Шебалина. – М.: Наука, 1977. – С. 26.
6. **Милановский Е.Е.** Новейшая тектоника Кавказа. – М.: Недра, 1968. – 483 с.
7. **Чепкунас Л.С., Рыжикова М.И.** Исследование региональных коэффициентов затухания макросейсмического поля на примере Курчалойского землетрясения 11 октября 2008 года // Материалы XVI Международной конференция «Свойства, структура, динамика и минерагения литосферы Восточно-Европейской платформы», г. Воронеж. – Воронеж: Научная книга, 2010. – Т. II. – С. 306–309.
8. **Шебалин Н.В.** Очаги сильных землетрясений на территории СССР. – М.: Наука, 1974. – 54 с.
9. **Сейсмологический бюллетень (ежедекадный) за 2008 год** / Отв. ред. О.Е. Старовойт. – Обнинск: ГС РАН, 2008–2009. – URL: [http://ftp.gsras.ru/pub/Teleseismic\\_bulletin/2008/](http://ftp.gsras.ru/pub/Teleseismic_bulletin/2008/).