

УДК 550.348

DOI: 10.24930/1681-9004-2020-20-1-119-129

## Землетрясение 31.VIII.1829 г. в Архангельской губернии: рассмотрение и уточнение характеристик по первоисточникам и вопрос об активности Северо-Двинского разлома

А. А. Никонов, Л. Д. Флейфель

Институт физики Земли РАН, 123242, Москва, ул. Бол. Грузинская, д. 10, стр. 1, e-mail: nikonov@ifz.ru

Поступила в редакцию 28.11.2018 г., принята к печати 18.02.2019 г.

*Объект исследования* – малоизвестное землетрясение 1829 г. на Севере Европейской России в среднем течении р. Сев. Двина (Архангельская область). Это событие включено в отечественные сейсмологические каталоги, но без опоры на первичные письменные источники. *Материалы и методы.* Положенные авторами в основу исследования материалы включают в себя публикации в периодической печати сразу после события, дополнительные сведения из местного издания 1864 г., а также изображения местных культовых построек, испытавших сотрясения, т.е. разнообразные ранее не привлекавшиеся макросейсмические сведения. *Результаты.* С учетом новых сведений осуществлены оценки силы сотрясений трех толчков в баллах согласно шкале MSK-64 и по стандартной процедуре сделаны определения основных очаговых параметров каждого толчка. Перелокализован эпицентр, представлено макросейсмическое поле события. Интенсивность главного толчка VI или VI+ баллов. Получены результаты новые и более представительные, чем имевшиеся у сейсмологов прежде. Дополнительно произведено сопоставление макросейсмических данных с молодыми разломами, в результате чего определяется генетическая связь землетрясения с крупным активным разломом под долиной р. Сев. Двина. *Выводы.* Устанавливается возможность умеренных по силе землетрясений не только на Фенноскандинавском кристаллическом щите и в складчатом сооружении Урала, но и на Севере Восточно-Европейской платформы.

**Ключевые слова:** исторические землетрясения, землетрясение 1829 г., Архангельская область, р. Сев. Двина, Восточно-Европейская платформа, Северо-Двинский активный разлом

### Благодарность

Авторы признательны рецензенту за внимательное ознакомление со статьей и полезные замечания, С.Ю. Нечаеву – за предоставление обнаруженных им дополнительных сведений и сотрудникам Красноборского краеведческого музея Архангельской области – за ознакомление с рукописью П.Г. Зашихина.

## Earthquake of 31.VIII.1829 in Arkhangelsk government: reobservation and more precise parameters according with primary sources and the question of the North-Dvina fault about

Andrei A. Nikonov, Leila D. Fleifel

O.Yu. Schmidt Institute of Physics of the Earth of RAS, 10-1 Bol. Georgian st., Moscow 123242, Russia, e-mail: nikonov@ifz.ru

Received 28.11.2018, accepted 18.02.2019

*Research subject.* The object of the study is the little-known earthquake of 1829 in the North of European Russia on the average course of the Northern Dvina River (Arkhangelsk district). This event is included in domestic seismological catalogs, but without reliance on primary written sources. *Materials and methods.* The materials laid by the authors of the study include publications in periodicals immediately after the event, additional information from the local edition of 1864, as well as images of local religious buildings that experienced tremors, i.e. a variety of previously not involved macroseismic information. *Results.* Based on the new information, estimates of the strength of the tremors of 3 shocks in points were carried out according to the MSK-64 scale, and the main procedure was used to determine the main focal parameters of each shock. The epicenter is relocated, the macroseismic event field is presented. The intensity of the main

**Для цитирования:** Никонов А.А., Флейфель Л.Д. (2020) Землетрясение 31.VIII.1829 г. в Архангельской губернии: рассмотрение и уточнение характеристик по первоисточникам и вопрос об активности Северо-Двинского разлома. *Литосфера*, **20**(2), 119-129. DOI: 10.24930/1681-9004-2020-20-1-119-129

**For citation:** Nikonov A.A., Fleifel L.D. (2020) Earthquake of 31.VIII.1829 in Arkhangelsk government: reobservation and more precise parameters according with primary sources and the question of the North-Dvina fault about. *Litosfera*, **20**(2), 119-129. DOI: 10.24930/1681-9004-2020-20-1-119-129

© А.А. Никонов, Л.Д. Флейфель, 2020

shock VI or VI+ points. *Conclusions.* The results are new and more representative than those available to seismologists before. In addition, new macroseismic data were compared with young faults, as a result of which the genetic connection of the earthquake with a large active fault under the valley of the Severnaya Dvina River was determined. This establishes the possibility of moderate earthquakes not only on the Fennoscandinavian crystalline shield and in the folded structure of the Urals, but also in the North of the East European platform.

**Keywords:** *historical earthquakes, earthquake of 1829, Arkhangelsk government, North Dvina river, East-European platform, active fault*

#### Acknowledgements

Authors are thankful S.Yu. Nechaev for delivering some found him additional sources and workers of the Krasnoborsk regional museum for sending of unknown manuscript.

## ПОДХОД К РАССМОТРЕНИЮ СОБЫТИЯ

На первой карте землетрясений Европейской части России (Андреев, 1956) в среднем течении р. Сев. Двина землетрясения не показаны, хотя сведения о событии в конце августа 1829 г. со ссылками на русские и иностранные источники содержались в каталоге (Мушкетов, Орлов, 1893). Первая параметризация рассматриваемого события в (Новый каталог..., 1977) без изменений, но с сокращениями, повторенная через 20 лет (Earthquake..., 1997), осуществлялась на основе сведений, собранных в каталоге (Мушкетов, Орлов, 1893). Десятилетия спустя после самого события материалы по нему собирал А.П. Орлов и, как тогда было принято, приводил их в пересказе, а не дословно. Позднее большинство исходных и вторичных публикаций XIX в. о землетрясении специалистам-сейсмологам оставались неизвестными. В настоящее время обращение к первоисточникам – это необходимый начальный элемент исследования. Из трех указанных в (Новый каталог..., 1977) источников, а именно: каталоге (Мушкетов, Орлов, 1893), Карточном каталоге, “Фондах автора” (И.В. Ананьина), значимым оказывается только каталог (Мушкетов, Орлов, 1893). В Карточном каталоге (машинописном варианте) приведены две скупые строки с указанием даты 1.IX.1829: “гул, удары; Черевковская волость на протяжении 30 верст, Сольвычегодского уезда и Архангельское имение Шенкурского уезда”. Источник сведений не назван, это явно сокращенная и с ошибкой во времени (см. ниже) компиляция, т.е. не первоисточник. “Фонды автора” (И.В. Ананьина) при его жизни оставались никому недоступными, не обнаружались они и позднее, и, следовательно, ссылка не может считаться научно значимой. В публикации 2000 г. один из авторов, имея в распоряжении только ограниченные первичные данные, смог несколько откорректировать параметры землетрясения 31 августа 1829 г., но значения основных из них остались ненадежными (как принято в таких случаях, поставлены в скобках) (Никонов, 2000). В настоящей публикации предпринимается новая попытка пополнить исходные сведения о землетрясении и уточнить его параметры.

## ПОДЛИННЫЕ ПЕРВОИСТОЧНИКИ, ПОЗИЦИИ ПУНКТОВ С СОТрясениями И ТРАКТОВКА ИСХОДНЫХ СВЕДЕНИЙ

Для получения удовлетворительных характеристик землетрясения рассмотрены публикации (Журнал..., 1829; Казанский вестник..., 1829), которые не издавались после 1829 г. (I группа), и вновь вводимые в научный оборот источники (II группа).

### Первая группа источников

1. “В удельном имении, ведомства Вологодской губернии, Сольвычегодского Уезда, в Верхотоемской волости (не Верхототемской, как предложено в (Мушкетов, Орлов, 1893), *А.Н., Л.Ф.*), с 19 на 20 Августа (ст. стиль) сего года, во 2-м часу пополуночи, во время тихой погоды, в продолжение 15-ти минут последовало три удара, сопровождавшиеся подземным гулом, от чего поколебались строения, так, что в каменной церкви с висящего паникадила упало на пол несколько лампадок. В одно и то же время и при тихой погоде подобное землетрясение ощущаемо было в Шенкурском Уезде, ведомства Архангельской губернии, но, с тою разницей, что здесь возобновлялось оно два раза, одно за другим вскоре, и продолжалось не более двух или трех минут. Подземного гула и других необыкновенных явлений замечено не было; повреждений тоже никаких не последовало” (Журнал..., 1829, кн. 2, с. 462-463). Текстуально такое же сообщение в том же году было опубликовано в “Горном журнале” (1829).

2. “Землетрясение в ночи с 19 на 20 Августа (см. 2-ю кн. (Журнал..., 1829)) ощущаемо было также Вологодской губернии Сольвычегодского Уезда в Черевковском волостном правлении на расстоянии 30 верст; оно сопровождалось было подземным гулом” (Журнал..., 1829, кн. 3, с. 654).

Из этих документов-первоисточников (от официального ведомства, по своевременным донесениям с мест) можно сделать следующие выводы: 1) сведения поступили из трех мест – Верхотоемской волости, Шенкурского уезда, Черевко-

во; 2) сотрясения в них проявились в разной степени; 3) в первом месте в течение 15 мин последовало три удара; 4) наибольшее воздействие отмечено в первом из пунктов. Сила сотрясений в этом пункте определяется по таким признакам, как колебание строений, падение лампадок с висячего паникадила, отсутствие повреждений в строениях. Удар, скорее всего, был резким, поскольку упали лампадки (плошка, каганец, сосудец) из свободно свисающего сверху паникадила (люстры) в церкви. Это, как и подземный гул, свидетельствует о близости эпицентра, тем более что в стороны от этого пункта признаки воздействий ослабевают.

3. Содержание сообщения во втором источнике из каталога И.В. Мушкетова и А.П. Орлова (Казанский вестник, 1829) идентично тексту, приведенному в (Журнал..., 1829, кн. 2, с. 462-463), т.е. ничего к нему не добавляет.

### Вторая группа первоисточников

1. Неизвестные ранее дополнительные сведения обнаружили в виде памятной записки в местном архангельском издании 1864 г., которая ранее оставалась неизвестной сейсмологам. Ниже воспроизведен текст записки: “В 1829 году, в *подвинских* приходах (церковных) Шенкурского уезда, с 19 на 20 ч(исло) Августа, в самую полночь было легкое землетрясение, небывалое в здешнем краю. Было слышно два подземных удара, через 5 минут один после другого, и каждый удар продолжался не более 1½ минут. При ударах здания *тряслись* и река Двина волновалась. (Памятные книги Троицкого и Заостровского приходов)” (Памятная книжка..., 1864, с. 7). Позицию указанных в первоисточниках центров церковных приходов удалось выяснить по изданию (Краткое..., 1895); они расположены на разных берегах р. Сев. Двина, расстояние между ними по широте 4–5 км (рис. 1). В этой публикации из приводимых сведений, частью дополнительных, важны сообщения о проявлении событий в придвинских приходах Шенкурского уезда (но не в самом уездном центре к ЮЗ от долины р. Сев. Двина), о длительности каждого удара, о сотрясении зданий и о волнении на реке. Выражение “легкое землетрясение” при наличии конкретных признаков теряет значимость, ибо при слабых толчках бревенчатые здания на Севере не сотрясаются и на реках волнение не возникает. Так выясняется, что сотрясения имели место в долине р. Сев. Двина (но не к югу от нее), два первых толчка, один за другим (через 5 мин), возникли, по-видимому, в Троицком и Заостровском приходах.

2. Упоминание землетрясения 1829 г. встречается в “Кратком историческом описании приходов и церквей Архангельской епархии” (Вып II. Архангельск, 1895. С. 185. Тулгасский приход): “К числу редких событий в истории описываемого При-

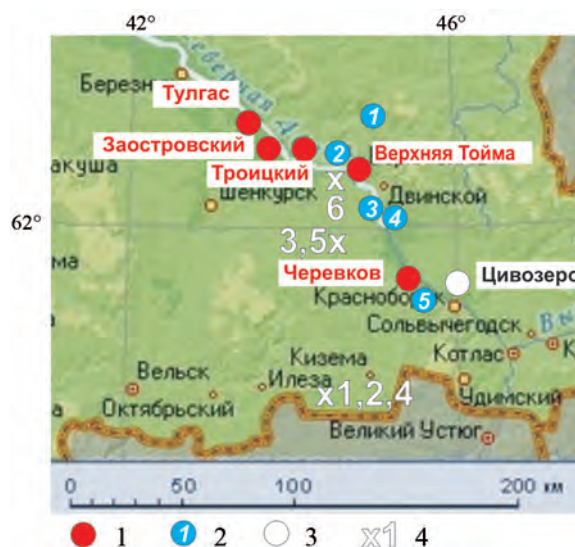


Рис. 1. Карта пунктов, упоминаемых в сообщениях о землетрясении 31.VIII.1829 г., и варианты положения эпицентра.

1 – пункты с конкретными описаниями признаков землетрясения; 2 – пункты с упоминаниями о землетрясениях (1 – Вершинская, 2 – Сефтренская, 3 – Кивокурская, 4 – Ягрышская, 5 – Средне-Погостская волости); 3 – пункт с предполагаемыми данными; 4 – эпицентры по данным разных источников в соответствии с номерами в табл. 1.

Fig. 1. Map of available points with information the earthquake 31.VIII.1829 about and versions of epicenter position.

1 – points with specific descriptions of earthquake signs; 2 – points with references to earthquakes (1 – Vershinskaya, 2 – Seftrenskaya, 3 – Kivokurskaya, 4 – Yagryshskaya, 5 – Sredne-Pogostskaya volosts); 3 – point with uncertain data; 4 – epicenter positions according with different sources by numbers in the Table 1.

хода ... нужно отнести бывшее в ночь с 19 Авг. на 20 1829 г. землетрясение, повторявшееся 3 раза, но настолько легкое, что ощущалось очень немногими жителями”. Это дает возможность определить положение крайнего СЗ фланга области ошутимых сотрясений. Однако сами сведения следует рассматривать критически, учитывая позднее время появления публикации. Это, в частности, относится к сообщению о трех толчках, что могло быть следствием более позднего объединения сведений из разных районов Подвинья, поскольку в соседних приходах отмечалось только два толчка.

3. В конце XIX в. в газете “Архангельские губернские ведомости” от 15 октября 1897 г. появилась перепечатка из “Инженерного журнала”, № 6 и 7 за тот же год, в виде выдержки из справки о землетрясениях в России, где, в частности, упомянуто и рассматриваемое событие, но в 1828 г. и без более точной даты. Значения надежного источника перепечатка не имеет.

4. С.Ю. Нечаев, работавший в 2018 г. в г. Архангельске, на свой запрос получил из Красноборского краеведческого музея рукописные листы со сведениями о нескольких землетрясениях в Европе (2 листа) и России (4 листа о событиях 1542, 1627, 1829, 1843, 1911 и 1914 гг.). О двух последних землетрясениях в Белом море и на Печоре сообщения более подробные. В рукописи упоминается и о “незначительной силы землетрясении 1843 г., 30 апреля на р. Сухоне в районе г. Тотьмы”, о котором ни в одной из известных публикаций о землетрясениях сведений нет. Это показывает, что автор, П.Г. Зашихин (Красноборский краеведческий музей), был шире знаком с местными записями событий, чем сейсмологи в центре. Изложение выдает автора в качестве заинтересованного собирателя сведений, он был почетным гражданином Красноборского района, автором 400 краеведческих работ. О землетрясении 19 августа 1829 г. на р. Сев. Двина в рукописи сообщается, что оно “было в Черевковской, Кивокурской, Нижней, Ягрышской, Вершинской, Сефтреной, Средне-Погостской волостях Сольвычегодского уезда. При этом о разрушительности и этого землетрясения ничего не было сказано, видимо, оно было не сильным”. Источник сведений не указан, но видно, что волостей названо больше, чем в известных нам прежде публикациях. Видимо, автору стали известны какие-то дополнительные сообщения по региону. Рукопись помечена 21 мая 1979 г. Сведения в рукописи подтверждают проявление землетрясения на том же участке долины р. Сев. Двина, к которому они отнесены выше (см. рис. 1), с некоторым расширением области ощутимых сотрясений на ЮВ (Средне-Погостская волость). Упоминание Вершинской волости, в 10–15 км к ССВ от Верх. Тоймы, позволяет допускать распространение ощутимых сотрясений не только в долине р. Сев. Двина, но и к северу от нее. Волость (деревню) с названием Нижняя локализовать не удалось.

#### СВЕДЕНИЯ О ЗЕМЛЕТРЯСЕНИИ 1829 г. В ИНОСТРАННЫХ ПУБЛИКАЦИЯХ

Сведения о землетрясении содержатся также в каталогах (Hoff, 1841; R. Mallet, J.W. Mallet, 1858), в России ранее эти сведения не воспроизводились. Для полноты приведем их в переводе. В каталоге (Hoff, 1841, с. 338-339) указывается следующее: “1829, август 31 до сентябрь 1, ночью, в Вологодской и Архангельской губерниях сотрясения при тихой погоде. В течение 15 минут последовало три сотрясения в сопровождении подземного гула, которые заставили колебаться многие строения и в церкви лампы с висячего подсвечника сорвали. Далее последовали только два толчка без шума и повреждений” (ссылка на газету “Preussische Staatszeitung”, 1829, No. 353. 19.XII.1829). Ясно, что

это перевод одного из сообщений “Журнала Министерства внутренних дел” с упрощениями и неясностями. В каталоге (R. Mallet, J.W. Mallet, 1858) со ссылкой на французскую газету “Moniteur” и на немецкую “Preussische Staatszeitung” помещен следующий текст: “Ночью между 31.VIII и 1.IX в Верхотоемске в Вологодской губернии и в Шенкурске Архангеле, Россия. В Вологде три колебательных толчка за 15 минут. В Вологде – с подземным гулом. Строения колебались, и лампы были сброшены со свободно висевших подвесов. В Архангеле два толчка, ни гула, ни разрушений не произошло” (с. 209). Сообщение повторяет таковое в русских журналах, на которые имелись ссылки в каталоге (Мушкетов, Орлов, 1893), но с отклонениями в переводе и указанием нового календарного стиля.

Две приведенных иностранных публикации, следовательно, оказываются неполными и неточными и в качестве первоисточников использоваться не могут.

#### О КОЛОКОЛЬНЕ В с. ЦИВОЗЕРО К ЮВ ОТ ВЕРОЯТНОЙ ОБЛАСТИ СОТРЯСЕНИЙ

Мы обратили внимание на изображения деревянных культовых построек средневековья на Русском Севере, в Архангельской области, в частности на изображения одиночной старинной звонницы в с. Цивозеро на западе бывшего Сольвычегодского уезда, к юго-востоку от самого восточного из упоминаемых пунктов в сообщениях о землетрясении 1829 г. (см. рис. 1). В 30 км к востоку от крайнего в этом направлении пункта, связанного с известиями о землетрясении (Черевков), в селении Цивозеро, в 7 верстах от берега р. Сев. Двина находится “старая-престарая колоколенка”, постройка, которую относят к 1658 г. Постройка деревянная в виде бревенчатого восьмигранника высотой около 4–5 м (27 бревенчатых венцов) на каменном фундаменте. Опорный каркас ее состоит из 9 толстых вертикальных бревен внутри восьмерика, восемь по углам и одного столба – в центральной полости. Сооружение, таким образом, не только соразмерное, но и устойчивое. Однако на изображениях, с самого начала XX в. (на рисунке И. Билибина 1904 г.) и по настоящее время, обращает внимание искривление одного из углов восьмерика – отклонение от вертикали на  $\approx 0.3$  м снизу вверх и разворот (по часовой стрелке), тогда как другие угловые связи сохраняют вертикальное положение. Наиболее информативна фотография, относящаяся к середине XX в., вид с ЮВ при утреннем солнечном освещении (Ополовников, 1977) (рис. 2).

В юго-восточной части башни в двух соседних угловых сочленениях (ребрах восьмерика) верхние части на уровне 7–11-х венцов сверху на высоте над землей 3.5–4.5 м покривлены так, что возникла небольшая выпуклость по нижним из указанных вен-



**Рис. 2.** Звонница в с. Цивозеро с боковыми искривлениями вверху двух угловых соединений (справа) (Ополовников, 1977).

**Fig. 2.** Bell tower in village Zivozero, Lateral deviations are visible on top part of two corners (on right side of construction) (Opolovnikov, 1977).

цов к ВЮВ и вогнутость по верхним относительно вертикали, тогда как остальные шесть угловых сочленений, ребер башни, сохраняют вертикальность. Трудно предположить, что такое нарушение стройности сооружения могло быть допущено при строительстве. Объяснение деформации наверху двух угловых сочленений за счет локального проседания грунта под двумя углами восьмигранной звонницы маловероятно, поскольку при этом деформациям обязательно должны были подвергнуться нижние венцы угла, чего не наблюдается. Более того, если бы были нарушены грунтовые условия, то процесс деформации не ограничился бы четырьмя (верхними!) венцами, а распространился бы наверх (и вбок). С большей вероятностью объяснение видится в резком горизонтальном воздействии на всю башню. Это могло быть воздействие мощного смерча или землетрясения в виде бокового удара, либо крутильного момента верхней части башни относительно прочно закрепленного ее основания. На рис. 2 можно заметить, что 7-е и 11-

е сверху венцы в двух изогнутых угловых связках тоньше остальных. Это означает, что при рубленной связке углов здания “в лапу” возникло меньшее углубление в подлежащее бревно и, следовательно, ослабленное сцепление, тем более наверху, где тяжесть верхних бревен существенно меньше.

Нельзя исключить здесь локальное усиление и трансформацию сейсмического воздействия, если это участок структурно-тектонического сочленения разнонаправленных разломов. Недаром указанный пункт – единственный из отмеченных в 1829 г. – находится на удалении от магистральной долины р. Сев. Двина. Помимо события 1829 г. в этом районе другие землетрясения не фиксировались (землетрясение 1829 г., “небывалое в здешнем краю”, см. выше). Следовательно, нельзя исключать, что область сотрясения рассматриваемого события (в виде одного-двух толчков) простиралась от пункта Черевково еще на 30 км вдоль долины р. Сев. Двина к востоку (см. рис. 1). Приведенные соображения, разумеется, являются предположением, нуждающимся в проверке. Данный пункт при расчетах не учитывался.

#### ПАРАМЕТРИЗАЦИЯ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ

В дальнейшем нами приняты во внимание главным образом сведения из русскоязычных публикаций, появившихся непосредственно после события, так как в более поздних сообщениях, спустя десятилетия, нередко сведения указывались обобщенно, с пропуском важных деталей. При интерпретации сообщений учитывалась прочность местных бревенчатых построек, т.е. отнесение их к типу “В” в макросейсмической шкале.

Согласно (Новый каталог..., 1977), землетрясение было одно в ночь с 31 августа на 1 сентября местного времени с интенсивностью  $I = VI \pm 1$  балл. К бассейну р. Сухоны, как это указано в (Новый каталог..., 1977), событие отношения не имеет. Эта ошибка в локализации эпицентра возникла, видимо, из-за смещения названий – Верхотомская волость (Верх. Тойма на р. Сев. Двина), по первоисточникам, и Верхнетотемская волость (Мушкетов, Орлов, 1893, с. 222). Последнее название, вероятно, происходит от населенного пункта Тотма, расположенного в 230 км к ЮЗ от пункта Верхняя Тойма. Приведенные в (Мушкетов, Орлов, 1893), извлеченные из русских периодических изданий за тот же 1829 г. сведения вкупе с таковыми во вновь обнаруженной заметке (Памятная книжка..., 1864) достаточно содержательны и позволяют вывести ряд новых заключений. Определение землетрясения как “легкого” в перепечатке сведений спустя 35 лет после события (Памятная книжка..., 1864) руководящим быть не может при наличии указанных там же конкретных признаков сотрясений. Главный признак “здания тряслись” с

учетом типа зданий, возведенных в виде коробок бревенчатых срубов с соединениями “в лапу”, соответствует интенсивности до  $VI \pm 0.5$  балла. Примечателен тот факт, что в Верхней Тойме сотрясаясь каменная церковь. Волнение на р. Двине – явление при землетрясениях известное, но обычно при более сильных – не противоречит такой оценке. Поскольку сотрясениями были охвачены несколько волостей в соседних уездах, указанные сотрясения захватили площадь в сотни км<sup>2</sup>. И продолжительность по 1½ минуты *каждого толчка* также согласуется с оценкой приблизительно VI баллов. Еще один признак “подземный гул в Верхней Тойме и в Черевковской волости” указывает на приближенность этих мест к эпицентральной области. В Шенкурском уезде, на р. Сев. Двине (Троицкий и Заостровский церковные приходы), толчков было два и колебания короче – 2–3 мин, т.е. эти пункты располагались дальше от эпицентра (не было гула и обошлось “без вреда”), интенсивность здесь приблизительно IV–V( $\pm 0.5$ ) баллов. Поскольку гула в Подвинье, на северо-западе области ощутимых сотрясений, не было, относить этот участок к эпицентральной области, по-видимому, неправомерно. Косвенно это подтверждается определением землетрясения как “легкого” и для Тулгасского прихода (Краткое..., 1895), крайнего пункта на СЗ территории со сведениями о сотрясениях.

Итак, при тщательной проработке сведений о землетрясении выясняется, что приведенные в базовом каталоге (Новый каталог..., 1977) определения опираются лишь на один реальный источник, к тому же в пересказе (Журнал..., 1829), и в нем оказалась ошибка в локализации, тогда как первоисточников и сведений из них по событию обнаруживается больше и они несколько полнее отражают характер события с приведением конкретных признаков. Судя по вовлеченным теперь в рассмотрение сведениям, событие оказывается более сложным и с несколькими выразительными признаками, а именно: три удара, эпицентральная область (и очаг) линейно вытянута(ы) на большом протяжении, до 25–30 км, вдоль долины р. Сев. Двина. Резонно принимать во внимание не одно землетрясение, а три последовательных толчка, эпицентры которых могли мигрировать вдоль долины.

Событие, таким образом, оказывается для Восточно-Европейской платформы, вдали от края Фенноскандинавского кристаллического щита, значительным. Оно означено как “небывалое”, откуда следует, что жители таких не знали, во всяком случае лет 50 до того. Не случались они в среднем течении р. Сев. Двина и в последующие почти 200 лет.

## О МАКРОСЕЙСМИЧЕСКОМ ПОЛЕ И ОЧАГОВЫХ ПАРАМЕТРАХ

Судя по диспозиции установленных теперь 10 пунктов с фиксированными сотрясениями (большей частью – по населенным берегам р. Сев. Двина, см. рис. 1), простирание длинной оси макросейсмического поля намечается с северо-запада на юго-восток,  $\approx СЗ - 330^\circ$ . Обращает на себя внимание тот факт, что из центров бывших тогда Шенкурского и Сольвычегодского уездов сведения о землетрясении не поступили. Вряд ли это случайно, этот факт резонно толковать как незатронутость их колебаниями силой  $I \geq II-III$  балла. Расстояние от г. Шенкурска до Подвинья – 35 км, а от г. Сольвычегодск к северо-западу до Черевково (крайний участок на юго-востоке) – 50 км. Ориентировочно протяженность длинной оси изосейсты III балла оценивается в 100 км, а радиус короткой полуоси – в 20 км, вероятная площадь ощутимых сотрясений в пределах изосейсты III балла – около 3.5 тыс. км<sup>2</sup>. О трех толчках землетрясения сообщено из пункта Верхняя Тойма, о двух – из Подвинья, приходы Троицкий и Заостровский. К северо-западу и к юго-востоку сила сотрясений ослабевала. Эпицентральную область землетрясения (главного толчка?) следует поместить вблизи пункта Верхняя Тойма.

Так уточняются характеристики этого редкого и значимого сейсмического события на севере Восточно-Европейской платформы. В табл. 1 приведено сравнение параметров землетрясения (по основному толчку) в разных источниках по времени их появления.

## О СЕЙСМОТЕКТОНИКЕ РАЙОНА СРЕДНЕГО ТЕЧЕНИЯ р. СЕВ. ДВИНА И АКТИВНОСТИ СЕВЕРО-ДВИНСКОГО РАЗЛОМА

Определенно выявляемая вытянутость области сотрясений при землетрясении 1829 г. линейно и в общем вдоль долины крупной р. Сев. Двина может объясняться двояко. Понятно, что вдоль этой долины плотность населения была значительно выше, чем в окрестностях, и река служила главной артерией коммуникаций, включая и распространение новостей. Но вместе с тем долины такого масштаба и протяженности, как у р. Сев. Двина, возникают, как правило, вдоль крупных и нередко активных разломов в фундаменте. Нельзя не обратить внимания на тот факт, что на севере Восточно-Европейской платформы нет других столь крупных по размерам и прямолинейно вытянутых долин, как долина Сев. Двины (в ее среднем течении). Такая особенность объясняется ничем иным, как структурно-тектонической ситуацией территории. Действительно, на “Карте новейшей тектоники СССР и сопредельных областей” (1979) находим протяжен-

**Таблица 1.** Параметрические строки землетрясения 31.VIII 1829 г. по разным источникам

**Table 1.** Parametric lines of the earthquake 31.VIII 1829 according with various sources

№ п.п.	Дата	Время, Gr	Координаты, $\varphi^\circ, \lambda^\circ$	h, км	M	$I_0$	Лит. источник
1	1829 авг. 31	23.30 $\pm 1$ ч	61.0, 44.5 $\pm 1.0$	12 6–24	4.5 $\pm 0.7$	VI $\pm 1$	(Новый каталог..., 1977)
2	1829 авг. 31	23.30	61.00, 44.5	–	4.5	6.0	(Earthquake..., 1997)
3	1829 авг. 31	23.00 $\pm 2$ ч	61.75, 45.0 $\pm 0.5$	(18) 10–30	(5.0) $\pm 0.5$	(6) $\pm 0.5$	(Никонов, 2000)
4	1829 авг. 31	23.30	61.0, 44.5	12	4.5	VI	(Землетрясения и микро-сейсмичность..., 2007)
5	1829 авг. 31	23.00	61.75, 45.00	18	5.0	–	(Специализированный каталог...)
6	1829 авг. 31	23.15 $\pm 1$ ч 3 толчка	62.3, 44.5 $\pm 0.3, \pm 0.5$	(12) 8–16	(4.5) $\pm 0.3$	VI (VI+) $\pm 0.5$	Настоящая работа

Примечание. Gr – Гринвичское,  $\varphi^\circ$  – географическая широта,  $\lambda^\circ$  – географическая долгота, h – глубина очага, M – магнитуда,  $I_0$  – эпицентральная интенсивность.

Note. Gr – Greenwich,  $\varphi^\circ$  – geographical latitude,  $\lambda^\circ$  – geographical longitude, h – is the depth of the focus, M – magnitude,  $I_0$  – is the epicenter intensity.

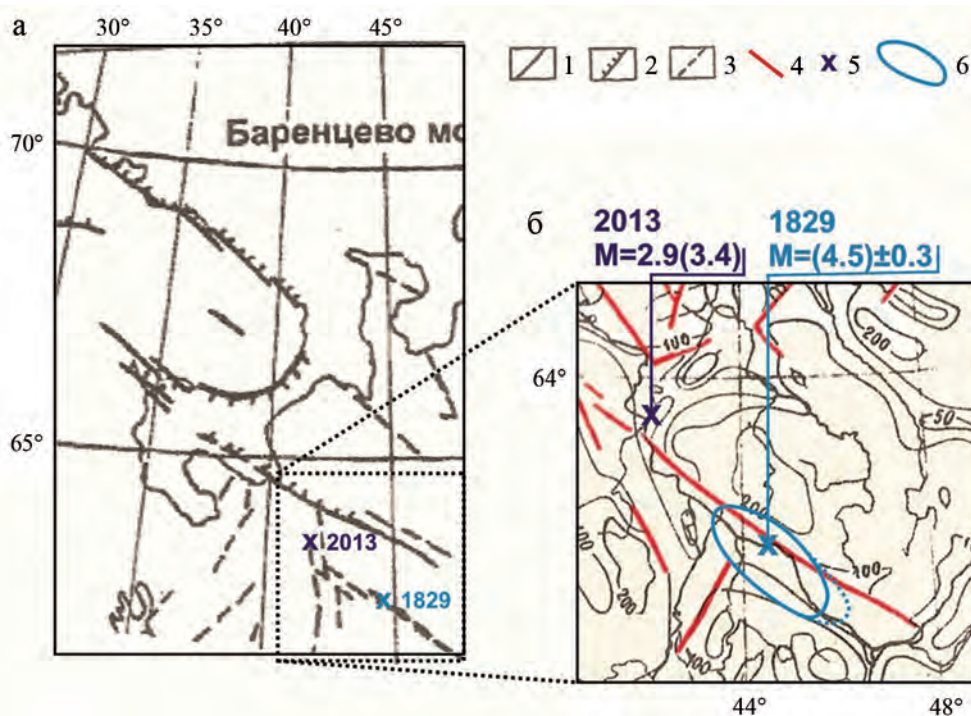
ный на 400 м (!) разлом северо-западного простирания вдоль правобережья р. Сев. Двина от устья р. Вычегда до низовьев р. Емца. Он представлен также четвертичными разломами Восточно-Европейской платформы (Трифонов, 1999) (рис. 3). Но на “Карте активных разломов Северной Евразии” (Бачманов и др., 2017) в бассейне р. Сев. на карте Двина разломы не обозначены. Установление линейности области ощутимых сотрясений и протяжение ее вдоль долины на 100 км, так же как разлома четвертичного возраста, дают основание считать разлом активным и отразить его на соответствующей карте. Выявленный теперь факт большего распространения сотрясений к северу от среднего течения р. Сев. Двина, чем к югу, также можно рассматривать как признак его тектонической активизации по разлому под долиной. Не случайны также ощутимые сотрясения от эпицентральной области сильного землетрясения 1627 г. в середине акватории Белого моря, которые распространялись на восток по долине р. Сев. Двина до Сийского монастыря (Никонов, 2004). Это приводит к предположению о наличии в основании долины сейсмopроводящей разломной структуры.

Генетическая связь землетрясения 1829 г. с новейшим (и четвертичного времени) Северо-Двинским разломом более чем вероятна. В пользу такого суждения мы располагаем теперь сведениями об инструментально зарегистрированном слабом землетрясении в 2013 г. к югу от устья р. Пинега (Морозов и др., 2019), т.е. там, где на указанных картах неотектоники и четвертичных разломов находится северо-западный конец Северо-Двинского разлома (см. рис. 3). Таким образом, Северо-Двинский разлом следует рассматривать как сейсмогенный, чего до сих пор не предполагали. Остаются вопросы

о том, можно ли рассматривать его сейсмогенным на всем протяжении и в какой степени он сопрягается с Кандалакшским грабеном и впадиной-грабеном Двинского залива с их повышенной в масштабах тысячелетий сейсмичностью (Шварев, Никонов, 2018) и, наконец, каков сейсмический потенциал этой крупной структуры. Решение может быть осуществлено с помощью палеосейсмологического подхода.

#### ПОКАЗАТЕЛЬНЫЕ АНАЛОГИИ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ В XX в. В ДРУГИХ РЕГИОНАХ

В сейсмологии хорошо известна закономерность, состоящая в том, что в разломных зонах со слабыми землетрясениями случаются, хотя и значительно реже, умеренные по силе и – редко – сильные землетрясения. Закономерность эта регулярно соблюдается в сейсмоактивных районах. Но накопленный в последние десятилетия опыт углубленных исследований в западных частях Восточно-Европейской платформы (Никонов, 2013б; и др.) свидетельствует о реальности той же закономерности в платформенной части (в данном случае на Восточно-Европейской платформе), хотя, разумеется, с большими интервалами повторения и меньшим числом крупных событий. В случае разлома, использованного древней долиной р. Сев. Двина, несмотря на более чем скромную здесь историю землетрясений, недооценивать сейсмический потенциал нельзя. Ниже приведены несколько примеров событий в геологически более изученных областях (где пространственно-генетическая связь линейных групп землетрясений с активной разломной структурой устанавливается



**Рис. 3.** Фрагменты карт четвертичных разломов (а) (Трифонов, 1999) и новейшей тектоники (б) (Карта..., 1979) и эпицентры местных землетрясений (по авторам).

1 – взброс или надвиг, 2 – сброс, 3 – предполагаемый разлом 4 – новейший разлом, 5 – эпицентр, 6 – область ощутимых сотрясений при землетрясении 31.VIII.1829.

**Fig. 3.** Fragments of two maps, map of Quaternary faults (Trifonov, 1999) (а) and map of neotectonics (Карта..., 1979) (б), and epicenters of local earthquakes (by authors).

1 – upthrow or nappe, 2 – normal fault, 3 – suppositional fault, 4 – neotectonic fault, 5 – epicenter, 6 – area of sensible shaking of the earthquake 31.VIII.1829.

с определенностью), сходных по условиям и процессам с рассматриваемым землетрясением 1829 г.

В качестве свежего примера на Восточно-Европейской платформе можно привести Калининградское землетрясение 21.IX.2004 г., которое состояло из трех основных толчков с  $M = 4.6-4.9$  в течение нескольких часов на двух сопряженных разломах с эффектами VI, VI-VII и IV балла. Ранее здесь никогда землетрясений не отмечалось, однако тщательное изучение литературы и археологических материалов привело к обнаружению двух, той же силы, событий в 1302/3 гг. и за 700 лет до того (Никонов, 2013а).

Недавно стал известен похожий случай в другой части Восточно-Европейской платформы, на польском побережье Балтийского моря (Никонов, 2009). 11 июня 1924 г. здесь возникла серия землетрясений – три основных толчка в течение 75 мин – в узкой прибрежной полосе длиной около 50 км. При этом эпицентры мигрировали вдоль нее с ЗЮЗ на ВСВ. Более сильный из толчков оценивается в V баллов. Есть основания соотносить очаговую об-

ласть с местным подводным уступом (разломом) того же простирания. Примечательно, что как раз на том же участке побережья 3.IV.1757 и 4.IV.1779, т.е. за 200 и 170 лет до того, происходили сильные цунами с накатом 4-метровой высоты, которые связаны с местными землетрясениями (Никонов, 2009; Piotrowski et al., 2013). В 1757 г. при спокойной погоде берег Балтики у Тржбиатова на р. Рега внезапно заколебался столь сильно, что большое железное судно, пришвартованное в гавани, оторвало высокими волнами и выбросило на сушу. После этого колебания повторились, трижды волновалось море, после чего снова на берегу стало спокойно (Piotrowski et al., 2013). На данном участке, следовательно, помимо роя слабых, перемещавшихся вдоль разлома, землетрясений в XX в. происходили и гораздо более сильные, хотя район сейсмически опасным не признавался.

Еще один пример относится к сейсмически активному региону, к участку *Черноморского побережья в районе г. Сочи*. Сочинский рой землетрясений хорошо освещен относительно развития сейсмического процесса во времени и пространстве при



вспарывании фиксированного разлома (Добрыченко и др., 1975). Семь основных событий роя произошли в период с ноября 1970 по февраль 1971 г. Главный толчок с  $M = 4.4$  случился в январе 1971 г., его интенсивность определена в  $I = VII-VIII$  баллов. Процесс развивался последовательно по единому вдольбереговому разлому, общая длина очаговой зоны 25 км. Важно, что при относительно небольшой магнитуде главного толчка,  $M = 4.4$ , на поверхности зафиксировали остаточное вертикальное смещение на 0.1–0.45 м. Примечательно, что в то время на Сочинском участке принималось во внимание только одно историческое землетрясение 1970 г. с  $I = VII$  баллов. Однако впоследствии пересмотр первичных сведений о нем привел к выводу, что его сила составляла VIII баллов и  $M = 6$  (Никонов, 1999).

Подобные условия и развитие сейсмического процесса отмечались и на других активных разломах, из ближайших – на Мурманском в 1917 г. (Никонов, 2018), на северном борту Кандалакшского грабена в 1956, 1960 и 1967 гг.

Сопоставление рассматриваемого землетрясения 1829 г. с этими известными событиями, обнаруживает несколько общих черт в проявлениях и условиях возникновения:

- 1) возникновение события в виде группы (роя) сближенных во времени толчков близкой (малой) магнитуды, т.е. кластером;
- 2) их распространение один за другим линейно;
- 3) связь пространственная и генетическая с разломом того же простирания, как и вытянутость очага.

Приведенные примеры (их число можно увеличить) показывают, что выделенные общие черты присущи не только событиям в сейсмически активных регионах, но и в платформенных, слабоактивных, и могут проявляться в районах, считавшихся асейсмичными. Отсюда очевидна необходимость с большим вниманием относится к слабым событиям в районах, аттестуемых как асейсмичные. В свете сказанного представляется резонным допустить возникновение в районе среднего течения р. Сев. Двина более сильных землетрясений, чем событие 1829 г., подобно тому, как теперь установлено в соседнем, Беломорском, секторе зоны разлома (Шварев, Никонов, 2018). Но понятно, что речь может идти о периодах продолжительностью не менее нескольких столетий.

## ВЫВОДЫ

Осуществленная по первоисточникам обработка сведений по землетрясению 1829 г. в пределах севера Восточно-Европейской платформы, вдали от границы ее с Фенноскандинавским кристаллическим щитом, подтверждает и конкретизирует тезис о том, что значительные сейсмические прояв-

ления возникают не только на Фенноскандинавском щите и Урале, но и на огромном промежуточном пространстве, что пока не нашло адекватного отражения на картах общего сейсмического районирования.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Андреев С.С. (1956) О сейсмической характеристике Русской платформы. *Изв. АН СССР, Сер. геофизическая*, (12), 1484-1487.
- Архангельские губернские ведомости (газета). (1897) 15 октября.
- Бачманов Д.М., Кожурин А.И., Трифонов В.Г. (2017) База данных активных разломов Евразии. *Геодинамика и тектонофизика*, **8**(4), 711-736. doi:10.5800/GT-2017-8-4-0314
- Горный журнал. (1829) **IV**(11). СПб., 275-276.
- Добрыченко А.В., Зарайский М.П., Вандышева Н.В., Шебалин Н.В. (1975) Сочинский рой землетрясений 1969–1971 гг. *Землетрясения в СССР 1975 г.* М.: Наука, 36-45.
- Журнал Министерства внутренних дел. (1829) СПб., **1**(2-3), 662 с.
- Землетрясения и микросейсмичность в задачах современной геодинамики Восточно-Европейской платформы. Кн. 1. Землетрясения. (2007) (Под ред. А.А. Маловичко, Н.В. Шарова, Ю.К. Щукина). Петрозаводск: КарНЦ РАН, 382 с.
- Казанский вестник. Прибавление к № 49. (1829) 394.
- Карта новейшей тектоники СССР и сопредельных областей (гл. ред. Н.И. Николаев). (1979) М.: Мингео СССР, 4 л.
- Краткое историческое описание приходов и церквей Архангельской епархии. (1895) Т. II. Архангельск, 185.
- Морозов А.Н., Ваганова Н.В., Асминг В.Э., Никонов А.А., Шаров Н.В., Конечная Я.В., Михайлова Я.А., Евтюгина З.А. (2019) Современная сейсмичность Беломорского региона. *Вулканология и сейсмология*, (1), 34-49.
- Мушкетов И.В., Орлов А.П. (1893) Каталог землетрясений Российской империи. СПб., 582 с.
- Никонов А.А. (1999) Сильнейшее из зарегистрированных в районе Большого Сочи землетрясение 1870 г. – новые оценки параметров. *Труды 3-й Российской конференции по сейсмостойкому строительству и сейсмическому районированию*. М.: Госстрой России, 27.
- Никонов А.А. (2000) Землетрясения севера Европейской России (новая версия каталога на основе первичных материалов). *Геодинамика и техногенез*. Ярославль: ВНИИГеофизика, 118-119.
- Никонов А.А. (2004) Сейсмичность Карельского региона. *Глубинное строение и сейсмичность Карельского региона и его обрамления*. Петрозаводск: КНЦ РАН, 192-213.
- Никонов А.А. (2009) Исторические землетрясения района Юго-Восточной Балтики: проблемы и решения. *Сеймотектоника плит древних платформ в области четвертичного оледенения*. М.: Книга и бизнес, 138-165.
- Никонов А.А. (2013а) Необычный взрыв сейсмической активности в Восточной Пруссии в начале XIV века

- и его значение для выяснения сейсмического потенциала Калининградской области. *Вопр. инж. сейсмологии*, (2), 43-58.
- Никонов А.А. (2013б) Новый этап познания сейсмичности Восточно-Европейской платформы и ее обрамления. *Докл. Акад. наук, Сер. Геофизика*, 450(4), 465-469.
- Никонов А.А. (2018) Землетрясение в Териберке 100 лет тому назад и вопрос о сейсмическом потенциале среднего сектора Мурманской сейсмогенной зоны. *Труды Ферсмановской научной сессии ГИ КНЦ РАН*, 15, 268-271.
- Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР с древнейших времен до 1975 г. (1977) (Ред. Н.В. Кондорская, Н.В. Шебалин). М.: Наука, 583 с.
- Ополовников А.В. (1977) Русский Север. М.: Стройиздат, 256 с.
- Памятная книжка для Архангельской губернии на 1864 год. (1864) Архангельск: Губ. тип., 58 с.
- Специализированный каталог землетрясений для задач общего сейсмического районирования территории Российской Федерации. (Ред. В.И. Уломов, Н.С. Медведева) (Электронный ресурс). URL: [seismos-u.ifz.ru/documents/Eartquake-Catalog-CK3.pdf](http://seismos-u.ifz.ru/documents/Eartquake-Catalog-CK3.pdf) (дата обращения 10.08.2018).
- Трифонов В.Г. (1999) Неотектоника Евразии. М.: Нов. мир, 253 с.
- Шварев С.В., Никонов А.А. (2018) Морфотектоника бассейна Белого моря в сопоставлении с уточненными характеристиками исторических землетрясений. *Поздне- и постгляциальная история Белого моря: геология, тектоника, седиментационные обстановки, хронология*. М.: КДУ; Университетская книга, 174-180.
- Earthquake catalogue for the Former Soviet Union and borders up to 1988. (1997) Eds N.V. Shebalin, G. Leydecker. Luxembourg, 135 p.
- Hoff K. (1841) Chronik der Erdbeben und Vulcan Ausbrüchen. Gotha, 5. 406 p.
- Mallet R., Mallet J.W. (1858) The Earthquake Catalogue of the British Association: With the Discussion, Curves, and Maps, etc. Printed by Taylor and Francis, 808 p.
- Piotrowski A., Szczuciński W., Sydor P., Krzywińska J., Seidler J. (2013) Hypothetical tsunami deposits in the Rogowo area, Baltic Sea coast, North Poland. Eds C. Grünzner, A. Rudersdorf, R. Pérez-López, K. Reicherter. *Seismic hazard, critical facilities and slow active faults*. Proceedings of the 4th international INQUA meeting on Paleoseismology, Active Tectonics and Archeoseismology (PATA Days). Aachen, Germany.
1971. *Zemletryaseniya v SSSR 1975 g.* [Earthquakes in the USSR]. Moscow, Nauka Publ., 36-45. (In Russian)
- Gornyi zhurnal* [Mining Journal]. (1829) IV(11). St.Petersburg, 275-276. (In Russian)
- Earthquake catalogue for the Former Soviet Union and borders up to 1988. (1997) (Eds N.V. Shebalin, G. Leydecker). Luxembourg, 135 p.
- Hoff K. (1841) Chronik der Erdbeben und Vulcan Ausbrüchen. Gotha, 5. 406 p.
- Karta noveishei tektoniki SSSR i sopredel'nykh oblastei (gl. red. N.I. Nikolaev)* [Map of the latest tectonics of the USSR and adjacent regions (Ch. ed. N.I. Nikolaev)]. (1979) Moscow, MINGEO USSR Publ. (In Russian)
- Kazanskii vestnik. Pribavlenie k № 49* [Kazan Herald. Addition to No. 49]. (1829) Kazan', 394. (In Russian)
- Kratkoe istoricheskoe opisaniye prikhodov i tserkvei Arkhangel'skoi eparkhii*. (1895) T. II [A brief historical description of the parishes and churches of the Archangel diocese. V. II]. Arkhangelsk, 185. (In Russian)
- Mallet R., Mallet J.W. (1858) The Earthquake Catalogue of the British Association: With the Discussion, Curves, and Maps, etc., Printed by Taylor and Francis, 808 p.
- Morozov A.N., Vaganova N.V., Asming V.E., Nikonov A.A., Sharov N.V., Konechnaya Ya.V., Mikhailova Ya.A., Evtyugina Z.A. (2019) Modern seismicity of the White Sea region. *Vulkanologiya i seismologiya*, 1, 34-49. (In Russian)
- Mushketov I.V., Orlov A.P. (1893) *Katalog zemletryaseni Rossiskoi imperii* [Catalog of earthquakes of the Russian Empire]. St.Petersburg, 582 p. (In Russian)
- Nikonov A.A. (1999) The strongest earthquake of 1870 recorded in the Greater Sochi region is new parameter estimates. *Trudy 3-i Rossiiskoi konferentsii po seismostoitkomu stroitel'stvu i seismicheskomu raionirovaniyu* [Proc. 3rd Russian Conference on Earthquake Engineering and Seismic Zoning]. Moscow, Gosstroi Rossii Publ., 27. (In Russian)
- Nikonov A.A. (2000) Earthquakes in the north of European Russia (new version of the catalog based on primary materials). *Geodinamika i tekhnogenez*. Yaroslavl', VNIIGeofizika Publ., 118-119. (In Russian)
- Nikonov A.A. (2004) Seismicity of the Karelian region. *Glubinnoe stroenie i seismichnost' Karel'skogo regiona i ego obramleniya* [The deep structure and seismicity of the Karelian region and its surrounding]. Petrozavodsk, Karel'skii SB RAS Publ., 192-213. (In Russian)
- Nikonov A.A. (2009) Historical earthquakes in the South-East Baltic region: problems and solutions. *Seismotektonika plit drevnikh platform v oblasti chetvertichnogo oledeneniya* [Seismotectonics of plates of ancient platforms in the area of Quaternary glaciations]. Moscow, Kniga i biznes Publ., 138-165. (In Russian)
- Nikonov A.A. (2013a) An unusual explosion of seismic activity in East Prussia at the beginning of the 14th century and its significance for elucidating the seismic potential of the Kaliningrad Region. *Voprosy inzhenernoi seismologii*, 2, 43-58. (In Russian)
- Nikonov A.A. (2013b) A new stage of knowledge of the seismicity of the East European platform and its framing. *Dokl. Akad. Nauk, Ser. Geofizika*, 450(4), 465-469. (In Russian)
- Nikonov A.A. (2018) The earthquake in Teriberka 100 years ago and the question of the seismic potential of the middle sector of the Murmansk seismogenic zone. *Trudy*

## REFERENCES

- Andreev S.S. (1956) On the seismic characteristics of the Russian platform. *Izv. Akad. Nauk SSSR, Ser. Geofiz.*, (12), 1484-1487. (In Russian)
- Arkhangel'skie gubernskie vedomosti* [Arkhangelsk Gazette (newspaper)]. (1897), 15 oktyabrya.
- Bachmanov D.M., Kozhurin A.I., Trifonov V.G. (2017) Database of active faults of Eurasia. *Geodinamika i tektonofizika*, 8(4), 711-736. doi:10.5800/GT-2017-8-4-0314 (In Russian)
- Dobrychenko A.V., Zaraiskii M.P., Vandysheva N.V., Shebalin N.V. (1975) Sochi swarm of earthquakes of 1969–

- Fersmanovskoi nauchnoi sessii GI KNC RAN* [Proc. of the Fersman scientific session]. **15**, 268-271. (In Russian)
- Novyi katalog sil'nykh zemletryasenii na territorii SSSR s drevneishikh vremen do 1975 g.* [The new catalog of strong earthquakes on the territory of the USSR from ancient times to 1975]. (1977) (Eds N.V. Kondorskaya, N.V. Shebalin). Moscow, Nauka Publ., 583 p. (In Russian)
- Opolovnikov A.V. (1977) *Russkii Sever* [Russian North]. Moscow, Stroiizdat Publ., 256 p. (In Russian)
- Pamyatnaya knizhka dlya Arkhangel'skoi gubernii na 1864 god* [The memorial book for the Arkhangelsk province in 1864]. (1864) Arkhangel'sk, Gub. tip. Publ., 58 p. (In Russian)
- Piotrowski A., Szczuciński W., Sydor P., Krzysińska J., Siedler J. (2013) Hypothetical tsunami deposits in the Rogowo area, Baltic Sea coast, North Poland. Eds C. Grütznér, A. Rudersdorf, R. Pérez-López, K. Reicherter. *Seismic hazard, critical facilities and slow active faults*. Proceedings of the 4th international INQUA meeting on Paleoseismology, Active Tectonics and Archeoseismology (PATA Days). Aachen, Germany.
- Shvarev S.V., Nikonov A.A. (2018) Morphotectonics of the White Sea basin in comparison with the specified characteristics of historical earthquakes. *Pozdne- i postglyatsial'naya istoriya Belogo morya: geologiya, tektonika, sedimentatsionnye obstanovki, khronologiya* [Late- and postglacial history of the White Sea: geology, tectonics, sedimentation situation, chronology]. Moscow, KDU; Universitetskaya kniga Publ., 174-180. (In Russian)
- Spetsializirovanniy katalog zemletryasenii dlya zadach obshchego seismicheskogo raionirovaniya territorii Rossiiskoi Federatsii* [Specialized catalog of earthquakes for problems of general seismic zoning of the territory of the Russian Federation]. (Eds V.I. Ulomov, N.S. Medvedeva). (Elektronnyi resurs). URL: [seismos-u.ifz.ru/documents/Eartquake-Catalog-SKZ.pdf](http://seismos-u.ifz.ru/documents/Eartquake-Catalog-SKZ.pdf) (data obrashcheniya 10.08.2018). (In Russian)
- Trifonov V.G. (1999) *Neotektonika Evrazii* [Neotectonics of Eurasia]. Moscow, Novyi mir Publ., 253 p. (In Russian)
- Zemletryaseniya i mikrozeimichnost' v zadachakh sovremennoi geodinamiki Vostochno-Evropeskoj platform. Kn. 1. Zemletryaseniya* [Earthquakes and microseismicity in problems of modern geodynamics of the East European Platform. Book 1. Earthquakes]. (2007) (Eds A.A. Malovichko, N.V. Sharov, Yu.K. Shchukin). Petrozavodsk, Karel'skii SB RAS, 382 p. (In Russian)
- Zhurnal Ministerstva vnutrennikh del* [Journal of the Ministry of the Interior Affairs]. (1829) St.Petersburg, **1**(2, 3), 662 p. (In Russian)