ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ 22.09.2008 г. И 20.10.2009 г. НА СЕВЕРО-ВОСТОКЕ РУССКОЙ ПЛИТЫ

Н. Н. Носкова

Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар

noskova@geo.komisc.ru

Изучение сейсмичности слабоактивных территорий является актуальным в связи с их геодинамической активизацией, а также расположением в пределах платформы ответственных объектов и даже слабое сейсмическое событие может сопровождаться заметными рисками. Целью данной работы является определение параметров землетрясений 2008 и 2009 гг., сеймотектонической позиции гипоцентров и сопоставление их с расчетами других сейсмологических служб. В результате инструментальной обработки в программах WSG и NAS получены следующие параметры землетрясения 22 сентября 2008 г.: $t_0 = 23^h21^m00.5^s$, $61.276N$, $51.580E$, $R_{minor} = 6.2$ км, $R_{major} = 21.0$ км, $Az_{major} = 30^\circ$, $h = 10$ км, $Kp = 9.4/2$, $M_L = 3.2/2$, $M_s = 2.9/2$. По нашим расчетам, оно произошло в Корткеросском районе Республики Коми. Параметры землетрясения 20 октября 2009 г.: $t_0 = 04^h45^m43.9^s$, $57.777N$, $50.364E$, $R_{minor} = 6.6$ км, $R_{major} = 24.0$ км, $Az_{major} = 20^\circ$, $h = 5$ км, $Kp = 9.8/3$, $M_L = 3.4/3$, $M_s = 2.6/2$. Эпицентр расположен в Немском районе Кировской области. В тектоническом плане землетрясения 2008, 2009 гг. на северо-востоке Русской плиты относятся к Кировско-Кажимскому авлакогену Волго-Уральской антеклизы и прилегающих к нему сводам. Регистрируемые сейсмические события подтверждают, что авлакоген является активной сейсмогенерирующей структурой.

Ключевые слова: землетрясение, эпицентр, бюллетень, сейсмичность, Восточно-Европейская платформа, Русская плита, авлакоген.

EARTHQUAKES 22.09.2008 AND 20.10.2009 IN THE NORTHEAST OF THE RUSSIAN PLATE

N. N. Noskova

Institute of Geology Komi SC UB RAS, Syktyvkar

The study of seismicity of low-magnitude areas is relevant in connection with their geodynamic activation, as well as the location of critical objects within the platform, when even a weak seismic event can cause serious damage. The purpose of this work is to determine parameters of earthquakes of 2008 and 2009, the seismotectonic position of hypocenters, and to compare them with calculations of other seismological services. As a result of instrumental data processing in the WSG and NAS programs, the following earthquake parameters were obtained on September 22, 2008: $t_0 = 23^h21^m00.5^s$, $61.276N$, $51.580E$, $R_{minor} = 6.2$ km, $R_{major} = 21.0$ km, $Az_{major} = 30^\circ$, $h = 10$ km, $Kp = 9.4/2$, $M_L = 3.2/2$, $M_s = 2.9/2$. According to our calculations, it occurred in the Kortkeross region of the Komi Republic. Parameters of the earthquake on October 20, 2009: $t_0 = 04^h45^m43.9^s$, $57.777N$, $50.364E$, $R_{minor} = 6.6$ km, $R_{major} = 24.0$ km, $Az_{major} = 20^\circ$, $h = 5$ km, $Kp = 9.8/3$, $M_L = 3.4/3$, $M_s = 2.6/2$. The epicenter was located in the Nemsky district of the Kirov region. Tectonically, the earthquakes of 2008, 2009 occurred in the area of the Kirov-Kazhim aulacogen of the Volga-Ural antecline. The earthquakes of the northeast of the Russian Plate are mainly associated with aulacogen and the adjacent arches. The recorded seismic events confirm that the aulacogen is an active seismic-generating structure.

Keywords: earthquake, epicenter, bulletin, seismicity, East European Platform, Russian Plate, aulacogen.

Введение

Восточно-Европейская платформа (ВЕП) характеризуется относительно слабой сейсмичностью. Однако изучение сейсмичности слабоактивных территорий является весьма актуальным в связи с тем, что наблюдается их геодинамическая активизация, ежегодно регистрируются низкомagnitude сейсмические события. Важность исследований обусловлена также расположением ответственных промышленных объектов на платформе, которым даже слабое сейсмическое событие способно нанести серьезный ущерб.

Кировская область и юг Республики Коми являются наиболее сейсмически активными территориями северо-востока ВЕП, здесь произошли одни из сильнейших землетрясений на Европейском Севере в XX в. — 7-балльное Сысольское землетрясение 1939 г., а также историческое 7-балльное землетрясение 1897 г., охватившее всю Вятскую губернию. 18 января 2000 г. в центральной части Ки-

ровской области случилось землетрясение, которое имело макросейсмические проявления. 9 ноября 2002 г. сейсмическими станциями по всему миру было зафиксировано землетрясение на юге Республики Коми. 18 мая 2004 г. в Нагорском районе Кировской области зарегистрировано землетрясение с локальной магнитудой $M_L=3.4$. 22 сентября 2008 г. произошло землетрясение в Республике Коми, а 20 октября 2009 г. — в Кировской области (рис. 1). Данные события 2008 и 2009 гг., хотя и представлены в каталогах сборников [3, 4, 7, 8, 15], однако из-за расхождения в местоположении эпицентров требуют более тщательного изучения.

Целью данной работы является определение параметров, сеймотектонической позиции гипоцентров землетрясений 2008 и 2009 гг. и сопоставление их с расчетами других сейсмологических служб. Обычной практикой в сейсмологии являются работы по уточнению параметров очагов ранее зарегистрированных землетрясений, поскольку

Рис. 1. Эпицентры землетрясений 22.09.2008 и 20.10.2009 гг. и зарегистрировавшие их станции
Fig. 1. Epicenters of earthquakes on September 22, 2008 and October 20, 2009 and registering stations

сведения, полученные в разных сейсмологических центрах и публикуемые в бюллетенях в оперативном режиме, основаны на данных лишь собственных станций и являются предварительными. Как правило, более детальная обработка событий происходит спустя некоторое время, когда появляется возможность привлечения записей сейсмических станций других сетей, появляются уточненные скоростные модели и новые методические подходы [9]. Реализация поставленной цели предусматривала решение следующих задач: сбор волновых форм с записями землетрясений, их обработку с использованием единой скоростной модели, методического подхода и всех доступных в настоящее время исходных данных, сопоставление полученных координат с расчетами других сейсмологических служб.

Исходные данные и методы вычисления

Землетрясения 2008 и 2009 гг. были зарегистрированы станциями Пермского края, Архангельской, Мурманской, Оренбургской, Свердловской областей, Финляндии и Норвегии (рис. 1). В 2008 и 2009 гг. в пределах Республики Коми функционировала сейсмическая станция «Сыктывкар», но собственные записи землетрясений отсутствуют по причине нестабильной работы станции. Сейсмограммы были любезно предоставлены коллегами из Федерального исследовательского центра «Единая геофизическая служба Российской академии наук» (ФИЦ ЕГС РАН) Архангельска [18] и Перми [14], а также получены через электронные ресурсы GEOFON [19], IRIS [20] и NORSAR [22].

Предварительное определение параметров гипоцентра на основе исходных цифровых данных производилось в программном комплексе WSG [6] методом минимизации невязок. Итоговое определение параметров гипоцентра производилось методом Generalized beamforming в усовершенствованном виде, реализованном в программе NAS (New Association System) [17], которая производит ассоциацию и уточнение координат и времени в области предварительно вычисленного гипоцентра. При вычислении параметров гипоцентров применялась скоростная модель для ВЕП [21], дополненная глубокими слоями модели АК-135. Для определения значений локальной магнитуды M_L (MWA) использовался реализованный в программе WSG способ расчета, основанный на осредненной по Северной Евразии калибровочной функции [2].

Землетрясение 22 сентября 2008 г.

22 сентября 2008 г. в Республике Коми произошло землетрясение, которое было зарегистрировано станциями Архангельской, Мурманской, Оренбургской, Свердловской областей, Пермского края, Финляндии и Норвегии. В обработке события 2008 г. участвовали цифровые записи 14 станций (рис. 2): «Пермогорье» (PRG), «Климовская» (KLM), «Оренбург» (ORR) ФИЦ ЕГС РАН совместно с Архангельской сейсмической сетью (ACC); «Пермилово» (PRM) ACC; «Арти» (ARU), «Ловозеро» (LVZ) ФИЦ ЕГС РАН и Международного центра данных Организации по Договору о всеобъемлющем запрещении ядер-

Рис. 2. Фрагменты записей вертикальной компоненты землетрясения 22 сентября 2008 г., расположенные по времени прихода первой фазы

Fig. 2. Fragments of records with vertical component of the earthquake on September 22, 2008, located at the time of arrival of the first phase

ных испытаний (СТВТО, Вена); «Верхнечусовские городки» (PR0R), «Добрянка» (PR2R) Горного института (ГИ) УрО РАН, Пермь; «Романово» (PR1R), «Соликамск» (SOKR) ГИ УрО РАН и ФИЦ ЕГС РАН; Joensuu (JOF), Sumiainen (SUF) Finnish National Seismic Network; скандинавских сейсмических групп NORSAR ARCESS Array Site A0 (ARA0), FINESSE Array Site A0 (FIA0). Расположение этих станций показано на рис. 1. Диапазон эпицентральных расстояний составил от 2.9 (D_{min}) до 13.5° (D_{max}), азимутальный охват — 120–320°, максимальная азимутальная брешь (Gap) — 161°.

Параметры землетрясения, рассчитанные в WSG: $t_0 = 23^h21^m01^s$, 61.298N, 51.572E, при фиксированной глубине $h = 10$ км, $K_p = 9.4/2$, $M_L = 3.2/2$, $M_s = 2.9/2$. В NAS получено близкое решение: $t_0 = 23^h21^m00.5^s$, 61.276N, 51.580E, эллипс ошибок — $R_{minor} = 6.2$ км, $R_{major} = 21.0$ км, $Az_{major} = 30^\circ$. Бюллетень землетрясения состоит из 26 сейсмических фаз P- и S-волн (табл. 1).

Сведения о параметрах очага землетрясения 2008 г. имеются также в 3 российских и норвежском сейсмологических центрах (табл. 2). По нашим расчетам (IGKOMI), событие произошло в Корткеросском районе Республики Коми, в 55 км юго-восточнее Сыктывкара, по данным

ФИЦ ЕГС РАН (OBGSR) — в Сыктывдинском районе, по АСС (FCIAR) и ГИ УрО РАН (MIRAS) — в Койгородском районе, автоматической системе обработки NORSAR — в Корткеросском районе Республики Коми (рис. 3).

Землетрясение 20 октября 2009 г.

20 октября 2009 г. произошло землетрясение в юго-восточной части Кировской области. Расчет производился по записям 11 станций: «Добрянка» (PR2R), «Кунгур» (PR3R), «Власы» (PR4R) ГИ УрО РАН; «Романово» (PR1R), «Североуральск» (SVUR) ГИ УрО РАН и ФИЦ ЕГС РАН; «Пермогорье» (PRG), «Климовская» (KLM) ФИЦ ЕГС РАН и АСС; «Арты» (ARU), «Свердловск» (SVE) ФИЦ ЕГС РАН; Joensuu (JOF), Sumiainen (SUF) Finnish National Seismic Network (рис. 4). $D_{min} = 2.9^\circ$, $D_{max} = 13^\circ$, азимутальное окружение 60–330°, неравномерное, Gap = 199°. Расположение эпицентра и станций показано на рис. 1.

В WSG рассчитаны следующие параметры: $t_0 = 04^h45^m44^s$, координаты 57.743N, 50.322E, $h = 5$ км, $K_p = 9.8/3$, $M_L = 3.4/3$, $M_s = 2.6/2$. В NAS получена полная сходимость координат: $t_0 = 04^h45^m43.9^s$, 57.777N, 50.364E, $R_{minor} = 6.6$ км, $R_{major} = 24.0$ км, $Az_{major} = 20^\circ$. Станционный бюллетень землетрясения представлен в табл. 3.

Таблица 1. Станционный бюллетень сейсмического события 22 сентября 2008 г.

Table 1. Phase picks for September 22, 2008

Код станции Station code	Время вступления сейсмических фаз, ч:мин:с Time of arrival of seismic phases, h:min:s		$\Delta, ^\circ$	$AZM, ^\circ$	$A, \text{мкм}$	$T, \text{с}$	Магнитуда Magnitude
	P	S					
PRG	23:21:48.6	23:22:23.2	2.9	279.4	0.18	3.0	$M_s = 2.8$
SOKR	23:21:51.7	23:22:28.8	3.1	121.1	0.044	0.5	$M_L = 3.1$
PR1R	23:21:54.1	23:22:32.6	3.3	127.2	0.055	0.3	$M_L = 3.3$
PR2R	23:21:58.0	23:22:37.8	3.6	137.8			
PR0R	23:22:06.2	23:22:53.2	4.2	135.4			
PRM	23:22:24.1	23:23:25.8	5.6	299.2			
KLM	23:22:27.1	23:23:32.1	5.9	270.9			
ARU	23:22:30.9	23:23:37.2	6.1	140.3			
JOF	23:23:18.3	23:25:01.8	9.6	288.6			
LVZ	23:23:19.2	23:25:04.9	9.8	319.7	0.053	6.1	$M_s = 2.9$
ORR		23:25:07.1	9.8	168.3			
SUF	23:23:49.7	23:25:58.0	12.0	287.9			
FIA0	23:23:51.9	23:26:01.4	12.2	281.9			
ARA0		23:26:32.1	13.5	318.6			

Таблица 2. Параметры землетрясения 22 сентября 2008 г. по данным различных сейсмологических центров

Table 2. Earthquake parameters on September 22, 2008, from various seismological centers

Источник / Source	Время в очаге, ч:мин:с Time in focus, h:min:s	$\varphi, ^\circ \text{N}$	$\lambda, ^\circ \text{E}$	Магнитуда Magnitude	Глубина, км Depth, km
ИГ Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар, уточнение Institute of geology Komi SC UB RAS, update	23:21:00.5	61.276	51.580	$M_L = 3.2/2$ $K_p = 9.4/2$ $M_s = 2.9/2$	10f
ФИЦ ЕГС РАН, Обнинск [4] GS RAS, Obninsk	23:21:02.8	61.04	51.32	$M_L = 2.8$ $K_p = 8.9$	20
ACC [10] / ASN	23:21:04.4	60.58	51.04	$M_L = 3.3/2$	
ЕГС РАН, Пермь [7] / GS RAS, Perm	23:21:06	60.32	51.01	$M_L = 2.9$	5
NORSAR [22]	23:21:04	61.52	51.60	2.9	

Примечание: f — фиксированная глубина.

Note: f — fixed depth.

Рис. 3. Разные решения эпицентра землетрясения 22 сентября 2008 г.

Fig. 3. Different solutions of the earthquake epicenter on September 22, 2008

Рис. 4. Фрагменты записей вертикальной компоненты землетрясения 20 октября 2009 г., расположенные по времени прихода первой фазы

Fig. 4. Fragments of records with the vertical component of the earthquake on October 20, 2009, located on the arrival time of the first phase

Таблица 3. Станционный бюллетень землетрясения 20 октября 2009 г.

Table 3. Phase picks for October 20, 2009

Код станции Station code	Время вступления сейсмических фаз, ч:мин:с Time of arrival of seismic phases, h:min:s		$\Delta, ^\circ$	$AZM, ^\circ$	$A, \text{мкм}$	$T, \text{с}$	Магнитуда Magnitude
	P	S					
PR4R	04:46:30.8	04:47:05.5	2.9	84.3			
PR2R	04:46:34.9	04:47:13.7	3.2	72.9	0.097	0.2	$M_L = 3.5$
PR3R		04:47:24.4	3.6	91.9			
PR1R	04:46:42.1	04:47:25.4	3.7	64.1	0.046	0.3	$M_L = 3.3$
PRG	04:46:53.3	04:47:45.5	4.6	330.6			
ARU	04:46:55.4	04:47:48.2	4.7	102.8	0.032 0.064	2.7 4.7	$M_L = 3.4$ $M_S = 2.5$
SVUR	04:47:05.9	04:48:09.3	5.6	59.7			
SVE		04:48:11.2	5.7	95.0			
KLM	04:47:17.3	04:48:27.9	6.4	303.9	0.053	5.3	$M_S = 2.6$
JOF	04:48:15.9	04:50:09.7	10.7	306.8			
SUF		04:51:03.2	13.0	302.7

Другие решения эпицентра землетрясения показаны в табл. 4 и на рис. 5. По нашим расчетам, эпицентр находился в 4 км северо-западнее с. Ильинское Немского района Кировской области, в 5.8 км северо-восточнее слияния рек Суна и Воя. По данным ГИ УрО РАН (MIRAS), событие произошло на 17 км северо-восточнее, в Богородском районе, по NORSAR — в Кильмезском районе Кировской области.

Сейсмотектоническая позиция

В тектоническом плане землетрясения северо-востока Русской плиты (землетрясения 2008 и 2009 гг.) относятся к Кировско-Кажимскому авлакогену и прилегающим к нему сводам Волго-Уральской антеклизы (рис. 6).

Кировско-Кажимский авлакоген расположен в пределах северного окончания Волго-Уральской антеклизы и по существу представляет собой два палеорифта, вложенных друг в друга. Первый, средневерхнерифейский, занимая узкую площадь между Кировом и Сыктывкаром, раскрывается в Притиманский перикра-

тонный прогиб, погружается на север до глубины 4000 и более метров. Этот палеорифт известен в литературе как Кировско-Кажимский. На рифейскую структуру накладывается более широкий девонский грабен, который наращивает Вятскую систему нарушений в южном направлении вплоть до Жигулевского свода [1]. Этот палеорифт получил название Казанско-Кажимского. Протяженность его с юго-запада на северо-восток составляет 720 км при ширине от 25 до 100—120 км, поверхность фундамента расположена на глубине около 2000 м. Консолидированная кора авлакогена осложнена разломами субмеридионального, северо-восточного и субширотного простирания.

Землетрясение 2008 г. произошло в узком «внутреннем» грабене, который контролируется системой тектонических нарушений северо-восточного простирания и сбросами большой амплитуды. Здесь происходит резкое погружение кристаллического фундамента с поднятий в авлакоген по системе ступенеобразных сбросов, осложненных сдвигами, обусловленными погружением север-

Таблица 4. Параметры землетрясения 20 октября 2009 г. по данным различных сейсмологических центров

Table 4. Earthquake parameters on October 20, 2009, from various seismological centers

Источник / Source	Время в очаге, ч:мин:с Time in focus, h:min:s	φ, °N	λ, °E	Магнитуда Magnitude	Глубина, км Depth, km
ИГ Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар, уточнение Institute of geology Komi SC UB RAS, update	04:45:43.9	57.777	50.364	$M_L=3.4/3$ $K_p=9.8/3$ $M_L=2.6/2$	5
ФИЦ ЕГС РАН, Обнинск, Пермь [3, 8] GS RAS, Obninsk, Perm	04:45:50	57.83	50.64	$M_L=3.0$	10f
NORSAR [22]	04:45:35	57.19	50.91	3.0

Рис. 5. Разные решения эпицентра землетрясения 20 октября 2009 г.

Fig. 5. Different solutions of the earthquake epicenter on October 20, 2009

Рис. 6. Схематическая карта тектонического районирования поверхности фундамента Кировско-Кажимского авлакогена и его обрамления [16] с эпицентрами землетрясений 1795–2016 гг. [11, 12]. 1–3 — границы структур: 1 — надпорядковых, 2 — первого порядка, 3 — второго порядка; 4, 5 — эпицентры землетрясений: 4 — исторических, 5 — инструментальных

Fig. 6. Schematic map of the tectonic zoning of the surface of the basement of the Kirov-Kazhim aulacogen and its margins [16] with earthquake epicenters of 1795–2016 [11, 12]. 1–3 — the boundaries of the structures: 1 — above the order, 2 — of the first order, 3 — of the second order; 4, 5 — epicenters of earthquakes: 4 — historical, 5 — instrumental

ной части авлакогена в Вычегодский прогиб. Эпицентр 2009 г. приурочен к восточному борту южной части Кировско-Кажимского авлакогена, которая распадается на более мелкие грабенообразные трог.

Обсуждение результатов

Регистрация сейсмических событий в пределах Кировско-Кажимского авлакогена подтверждает, что данная структура древнего заложения до сих пор является тектонически активной и сейсмогенерирующей. Вместе с тем фиксируемые сейсмические события слабые, что обусловлено малой скоростью деформации земной коры в данном регионе. GPS-мониторинг [13] показал, что горизонтальные движения имеют характерные для Русской платформы направления и скорости смещений, которые составля-

ют около 25–30 мм/год на восток и около 5–10 мм/год на север. Скорости вертикальных движений в 2–3 раза превосходят горизонтальные. В работе Коппа и др. [5] подтверждается участие горизонтальной компоненты напряжений и разноранговые поля напряжений Вятско-Камского региона. Показаны два конкурирующих вида сбросового режима с растяжениями. Выявлена динамическая расслоенность новейшего поля напряжений в вертикальном разрезе, отражающая то, что передатчиком тектонического давления по горизонтали является консолидированная кора (к ней приурочено большинство гипоцентров землетрясений), включающая фундамент. В то же время ее чехол ведет себя пассивно: он практически не участвует в передаче напряжений, более того, гасит глубинные горизонтальные напряжения и трансформирует сжатие в растяжение.

Регистрация сейсмических событий на северо-востоке Русской плиты свидетельствует, что платформенная территория не является сейсмически пассивной. И хотя фиксируемые землетрясения в основном низкомagnitude и верхнекоровые, они отражают современную тектоническую активизацию земной коры.

В настоящее время без привлечения сейсмических записей соседних сейсмологических центров расчет координат и параметров эпицентров сейсмических событий невозможен из-за нестабильной работы устаревшей сейсмической аппаратуры и высокого уровня техногенных помех в местах установки станций. Исходя из вышеизложенного, актуальной задачей является обеспечение надежного сейсмологического мониторинга территории Республики Коми.

Автор глубоко признателен коллегам из ФИЦ ЕГС РАН Архангельска и Перми за предоставленные записи сейсмических событий.

Литература

1. Валеев Р. Н. Авлакогены Восточно-Европейской платформы. М.: Недра, 1978. 152 с.
2. Габсатарова И. П. Внедрение в рутинную практику подразделений Геофизической службы РАН процедуры вычисления локальной магнитуды // Современные методы обработки и интерпретации сейсмологических данных: Материалы международ. сейсмол. шк., посвящ. 100-летию открытия сейсм. станций «Пулково» и «Екатеринбург». Обнинск: ГС РАН, 2006. С. 49—53.
3. Габсатарова И. П., Баранов С. В., Голубева И. В., Дягилев Р. А. и др. Каталог землетрясений Восточно-Европейской платформы, Урала и Западной Сибири в 2009 г. с $M \geq 1.3$ // Землетрясения России в 2009 году. Обнинск: ГС РАН, 2011. С. 123.
4. Габсатарова И. П., Голубева И. В., Дягилев Р. А. и др. Каталог землетрясений Восточно-Европейской платформы, Урала и Западной Сибири в 2008 г. с $M \geq 1.3$ // Землетрясения России в 2008 году. Обнинск: ГС РАН, 2010. С. 142—143.
5. Конн М. Л., Вержбицкий В. Е., Колесниченко А. А., Тверитинова Т. Ю., Васильев Н. Ю., Корчемагин В. А., Мострюков А. О., Иоффе А. И. Новейшее поле напряжений востока Русской плиты и Урала по макро- и мезоструктурным данным // Геотектоника. 2014. № 4. С. 23—43.
6. Красилов С. А., Коломиец М. В., Акимов А. П. Организация процесса обработки цифровых сейсмических данных с использованием программного комплекса WSG // Современные методы обработки и интерпретации сейсмологических данных: Материалы международ. сейсмол. шк., посвящ. 100-летию открытия сейсм. станций «Пулково» и «Екатеринбург». Обнинск: ГС РАН, 2006. С. 77—83.
7. Маловичко А. А., Дягилев Р. А., Маловичко Д. А., Верхоланцева Т. В., Верхоланцев Ф. Г., Голубева И. В. Урал // Землетрясения Северной Евразии, 2008. Обнинск: ГС РАН, 2014. С. 248—253.
8. Маловичко А. А., Дягилев Р. А., Верхоланцева Т. В., Верхоланцев Ф. Г., Голубева И. В. Урал // Землетрясения Северной Евразии, 2009 год. Обнинск: ГС РАН, 2015. С. 218—225.
9. Морозов А. Н., Ваганова Н. В., Конечная Я. В. Тектонические землетрясения 22.10.2005 и 28.03.2013 гг. на севере Русской плиты // Физика Земли. 2016. № 4. С. 52—66.

10. Носкова Н. Н., Конечная Я. В. Каталог землетрясений Республики Коми за 2008 г. (N=1) (на CD). Землетрясения Северной Евразии, 2008 год. Обнинск: ГС РАН, 2014.

11. Носкова Н. Н. Землетрясение 22 декабря 2016 года в Кировской области // Результаты комплексного изучения сильнейшего Алтайского (Чуйского) землетрясения 2003 г., его место в ряду важнейших сейсмических событий XXI века на территории России: Материалы XXI Науч.-практ. Шукинской конф. с международ. участием. Москва, 1—4 октября 2018 г. С. 269—272.

12. Носкова Н. Н., Михайлова Р. С. Республика Коми и Кировская область // Землетрясения Северной Евразии, 2011 год. Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2017. С. 228—238.

13. Овчаренко А. В., Баландин Д. В. Оценка скоростей горизонтальных движений геодинамического полигона Кировской области. Екатеринбург: ИГФ УрО РАН, 2009. 22 с.

14. Сейсмологический мониторинг Западного Урала. URL: <http://pts.mi-perm.ru/region/> (дата обращения 01.09.2018).

15. Удоратин В. В., Носкова Н. Н., Французова В. И., Конечная Я. В. Республика Коми // Землетрясения Северной Евразии, 2008 год. Обнинск: ГС РАН, 2014. С. 241—247.

16. Уточнение геологического строения и оценка перспектив нефтегазоносности Казанско-Кажимского авлакогена и его обрамления: Отчет по теме № 291 за 2002 г. ООО «ТП НИЦ — 2»; отв. исполн.: Богацкий В. И., Богданов Б. П. Ухта, 2003. —157 с. № 89-02-20/1.

17. Фёдоров А. В., Асминг В. Э., Евтюгина З. А., Прокудина А. В. Система автоматического мониторинга сейсмичности Европейской Арктики, Сейсмические приборы. 2018. Т. 54. № 1. С. 29—39. DOI: 10.21455/si2018.1-3.

18. Arkhangelsk Seismic Network. URL: <https://doi.org/10.7914/SN/AN> (дата обращения 01.09.2018).

19. GEOFON Data Centre: GEOFON Seismic Network. DeutschesGeoForschungsZentrum GFZ. Other/Seismic Network, 1993.

20. Incorporated Research Institutions for Seismology. URL: <http://ds.iris.edu> DOI IRIS/IDA network II <http://dx.doi.org/doi:10.7914/SN/II> (дата обращения 01.09.2018).

21. Schueller W., Morozov I. B., and Smithson S. B. Crustal and uppermost mantle velocity structure of northern Eurasia along the profile Quartz // Bulletin of the Seismological Society of America, 1997. No. 87. Pp. 414—426.

22. Seismological agency NORSAR. URL: <http://www.norsardata.no> (дата обращения 25.05.2018).

References

1. Valeev R. N. *Avlakogeny Vostochno-Evropeyskoy platformy* (Aulacogenes of the East European Platform), Moscow: Nedra, 1978, 152 p.
2. Gabsatarova I. P. *Vnedrenie v rutinnuyu praktiku podrazdelenij Geofizicheskoy sluzhby RAN procedury vychisleniya lokalnoj magnitudy* (The Introduction of the Procedures for Calculating the Local Magnitude into the Routine Practice of Geophysical Survey Departments of the RAS). Modern methods of processing and interpretation of seismological data. Materials from International seismological school dedicated to 100-anniversary foundation of seismic stations «Pulkovo» and «Ekaterrinburg», Ed. by A. A. Malovichko, Obninsk: GS RAS, 2006, pp. 49—53.

3. Gabsatarova I. P., Baranov S. V., Golubeva I. V., Dyagilev R. A. etc. *Katalog zemletryasenyi Vostochno-Evropeyskoy platformy, Urala i Zapadnoy Sibiri v 2009 g. s $M \geq 1.3$* (The catalog of earthquakes of the East European Platform, the Urals and Western Siberia in 2009 from $M \geq 1.3$), Earthquakes of Russia in 2009. Obninsk: GS RAS, 2011, pp. 123.
4. Gabsatarova I. P., Golubeva I. V., Dyagilev R. A. etc. *Katalog zemletryasenyi Vostochno-Evropeyskoy platformy, Urala i Zapadnoy Sibiri v 2008 g. s $M \geq 1.3$* (The catalog of earthquakes of the East European Platform, the Urals and Western Siberia in 2008 from $M \geq 1.3$), Earthquakes of Russia in 2008. Obninsk: GS RAS, 2010, pp. 142–143.
5. Kopp M. L., Verzhbitsky V. E., Kolesnichenko A. A., Tveritina T. Yu., Vasilev N. Yu., Korchemagin V. A., Mostryukov A. O., Ioffe A. I. *Noveysheye pole napryazheniy vostochno-Russkoy plity i Urala po makro- i mezostrukturnym dannym* (Recent stress field of the East of the Russian Plate and the Urals from Macro- and Mesosstructural Evidence), Geotectonics, 2014, No. 4, pp. 23–43.
6. Krasilov S. A., Kolomiec M. V., Akimov A. P. *Organizatsiya processa obrabotki cifrovyykh seismicheskikh dannyykh s ispolzovaniem programmnoy kompleksa WSG* (Management of seismic digital data processing using software complex WSG. Modern methods of processing and interpretation of seismological data. Materials from International seismological school dedicated to 100-anniversary foundation of seismic stations «Pulkovo» and «Ekaterinburg», Ed. by A. A. Malovichko, Obninsk: GS RAS, 2006, pp. 77–83.
7. Malovichko A. A., Dyagilev R. A., Malovichko D. A., Verkholtantseva T. V., Verkholtantsev F. G., Golubeva I. V. *Ural*, Earthquakes of Northern Eurasia, 2008, Obninsk: GS RAS, 2014, pp. 248–253.
8. Malovichko A. A., Dyagilev R. A., Verkholtantseva T. V., Verkholtantsev F. G., Golubeva I. V. *Ural*, Earthquakes of Northern Eurasia, 2009, Obninsk: GS RAS, 2015, pp. 218–225.
9. Morozov A. N., Vaganova N. V., Konechnaya Ya. V. *Tektonicheskiye zemletryaseniya 22.10.2005 i 28.03.2013 gg. na severe Russkoy plity* (Tectonic earthquakes of October 22, 2005 and March 28, 2013 in the north of the Russian plate), Earth Physics, 2016, No. 4, pp. 52–66.
10. Noskova N. N., Konechnaya Ya. V. *Katalog zemletryasenyi Respubliki Komi za 2008 g.* (Republic of Komi for 2008) (N=1) (on CD), Earthquakes of Northern Eurasia, 2008, Obninsk: GS RAS, 2014.
11. Noskova N. N. *Zemletryaseniye 22 dekabrya 2016 goda v Kirovskoy oblasti* (Earthquake on December 22, 2016 in the Kirov region), The results of a comprehensive study of the strongest Altai (Chui) earthquake of 2003, its place among the most important seismic events of the twenty-first century in Russia: materials of the XXI Scientific and Practical Schukin Conference with international participation. Moscow, October 1–4, 2018, pp. 269–272.
12. Noskova N. N., Mikhailova R. S. *Respublika Komi i Kirovskaya oblast* (The Republic of Komi and the Kirov region), Earthquakes of Northern Eurasia, 2011, Obninsk: EGS RAS, 2017, pp. 228–238.
13. Ovcharenko A. V., Balandin D. V. *Otsenka skorostey gorizontalnykh dvizheniy geodinamicheskogo poligona Kirovskoy oblasti* (Estimation of speeds of horizontal movements of the geodynamic test site of the Kirov region), Ekaterinburg: IGF UB RAS, 2009. 22 p.
14. *Seismological monitoring of the Western Urals*. URL: <http://pts.mi-perm.ru/region/> (accessed: 01.09.2018).
15. Udoratina V. V., Noskova N. N., Frantsuzova V. I., Konechnaya Ya. V. *Respublika Komi* (Komi Republic), Earthquakes of Northern Eurasia, 2008, Obninsk: GS RAS, 2014, pp. 241–247.
16. *Utochneniye geologicheskogo stroyeniya i otsenka perspektiv neftegazonosnosti Kazansko-Kazhinskogo avlakogena i ego obramleniya* (Clarification of the geological structure and assessment of the oil and gas potential of the Kazan-Kazhim aulacogen and its margins): Report on the topic No. 291 for 2002 of LLC TP SIC–2; principal investigator: Bogatsky V. I., Bogdanov B. P. Ukhta, 2003, 157 p. No. 89-02-20/1.
17. Fyodorov A. V., Asming V. E., Evtugina Z. A., Prokudina A. V. *Sistema avtomaticheskogo monitoring seismicheskosti Evropejskoj Arktiki* (The system of automatic monitoring of the seismicity of the European Arctic). Seismic Instruments, 2018, Vol. 54, No 1, pp. 29–39. DOI: 10.21455/si2018.1-3
18. *Arkhangelsk Seismic Network*. URL: <https://doi.org/10.7914/SN/AH> (accessed: 01.09.2018).
19. *GEOFON Data Centre*: GEOFON Seismic Network. DeutschesGeoForschungsZentrum GFZ. Other/Seismic Network, 1993.
20. *Incorporated Research Institutions for Seismology*. URL: <http://ds.iris.edu> DOI IRIS/IDA network II <http://dx.doi.org/doi:10.7914/SN/II> (accessed: 01.09.2018).
21. Schueller W., Morozov I. B., and Smithson S. B. *Crustal and uppermost mantle velocity structure of northern Eurasia along the profile Quartz*, Bulletin of the Seismological Society of America, 1997, No. 87, pp. 414–426.
22. *Seismological agency NORSAR*. URL: <http://www.norsar.no> (accessed: 25.05.2018).