

УДК 550.34.06, 551.24
DOI 10.19110/1994-5655-2019-4-45-49

Н.Н. НОСКОВА

ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ 5 СЕНТЯБРЯ 2019 ГОДА В СОСНОГОРСКОМ РАЙОНЕ РЕСПУБЛИКИ КОМИ

*Институт геологии им. акад. Н.П. Юшкина
ФИЦ Коми НЦ УрО РАН,
г. Сыктывкар*

nataliyageo@mail.ru

N.N. NOSKOVA

EARTHQUAKE ON SEPTEMBER 5, 2019 IN THE SOSNOGORSK REGION OF THE REPUBLIC OF KOMI

*N.P. Yushkin Institute of Geology,
Federal Research Centre Komi Science Centre,
Ural Branch, RAS,
Syktyvkar*

Аннотация

5 сентября 2019 г. в Сосногорском районе Республики Коми, вблизи рабочего пос. Нефтепечорск произошло землетрясение. Его параметры: $63.3174N$, $56.4113E$, $t_0=01:42:42.8$ (UTC), $h=15$ км, $Kp=9.9/5$, $M_L=3.4/5$, $M_S=2.7/5$, $Az_{Major}=60^\circ$, $R_{minor}=6.4$ км, $R_{major}=16.2$ км. Опираясь на данные проведенного макросейсмического обследования в пос. Нефтепечорск, интенсивность землетрясения в эпицентре оценивается в 4 балла по ШСИ-2017. Событие произошло на нефтегазовых месторождениях Пашнинское и Береговое, находящихся в непосредственной близости друг от друга. Это дает основание полагать, что сейсмическое событие 5 сентября 2019 г. – проявление наведенной сейсмичности и классифицируется нами как «техногенное землетрясение».

Ключевые слова:

землетрясение, эпицентр, бюллетень, наведенная сейсмичность, нефтегазовое месторождение, Печорская плита

Abstract

On September 5, 2019, a seismic event occurred in the Sosnogorsk region of the Komi Republic. The parameters of the hypocenter were determined in the WSG and NAS programs of the Geophysical Survey of RAS. In processing, we used data from 20 Russian and foreign stations with epicentral distances from 184 to 2298 km, azimuthal coverage - $150-310^\circ$, maximum azimuthal gap - 200° . The following parameters of the September 5 earthquake were obtained as a result of instrumental processing: coordinates - $63.3174N$, $56.4113E$, origin time $t_0=01:42:42.8$ (UTC), depth $h=15$ km, energy class according to T.G. Rautian $Kp=9.9/5$, local magnitude $M_L=3.4/5$, $M_S=2.7/5$, error ellipse $Az_{Major}=60^\circ$, $R_{minor}=6.4$ km, $R_{major}=16.2$ km. According to our calculations, the earthquake occurred near the working village Neftpechorsk, within the Pashninskoye and Beregovoye oil and gas fields. We sent out questionnaires for interviewing LUKOIL-Ukhtaneftgaz employees of LUKOIL-Komi LLC, who were in the village during this period. It turned out that the event was felt by almost all the workers of the village. Based on the macroseismic survey data, the intensity of the earthquake at the epicenter was 4 points according to Seismic intensity scale-2017. Tectonically, the earthquake refers to the Pechora Plate, to the Crust-Mantle Ilych-Chikshin Fault. It is noteworthy that within the Pechora Plate no seismic events were previously recorded instrumentally. Earthquakes in oil-and-gas bearing regions are tectonic in nature, but their manifestation is initiated by the development of oil and gas fields. Changes in hydro- and gas dynamics cause corresponding changes in the geodynamics of the solid part of the earth's crust, which often lead to earthquakes. The arguments above give grounds to consider the seismic event on September 5, 2019 as a "technogenic earthquake".

Keywords:

earthquake, epicenter, bulletin, induced seismicity, oil and gas field, Pechora Plate

Введение

Территория Республики Коми характеризуется относительно слабой сейсмичностью и редко возникающими здесь землетрясениями. Поэтому каждое зарегистрированное землетрясение является уникальным событием и требует тщательного изучения. С появлением и развитием инструментальных сейсмических наблюдений возникла возможность регистрировать слабые сейсмические события, в том числе техногенные. Техногенная сейсмичность аналогична природной, но отличается от нее режимом выделения сейсмической энергии под влиянием техногенных факторов.

Исходные данные и методы вычисления

5 сентября 2019 г. станции Института геологии Коми НЦ УрО РАН «Пожег» (PZG) и «Сыктывкар» (SYK) зафиксировали близкое сейсмическое событие (рис. 1). Предварительное определение параметров гипоцентра на основе исходных цифровых данных производилось в программном комплексе WSG [1] методом минимизации невязок. Итоговая локализация гипоцентра проводилась методом Generalized beamforming [2] в усовершенствованном виде, реализованном в программе NAS [3], которая выполняет ассоциацию и уточнение координат и времени в области предварительно вычисленного гипоцентра. При расчетах параметров гипоцентра применялась скоростная модель для Восточно-Европейского кратона [4], 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 [5].

Кроме собственных записей, были получены волновые формы (рис. 2) станций: «Климовская» (KLM), «Североуральск» (SVUR), «Романово» (PR1R) Федерального исследовательского центра Единой геофизической службы РАН (ФИЦ ЕГС РАН); «Сараны» (PR7R), «Кунгур» (PR3R), «Верхнечусовские городки» (PR0R) Горного института (ГИ) УрО РАН; «Лешуконское» (LSH) Архангельской сейсмической сети (ACC) [6]; сейсмическая группа «Апатиты» (APA0), «Ковда» (KVDA), «Пиренга» (PRNG) Кольского филиала (КоФ) ФИЦ ЕГС РАН; ARCESS Aray (ARA0) норвежского центра NORSAR. Доступ к цифровым записям станций «Киров» (KIRV), «Арти» (ARTI) и «Ловозеро» (LVZ) ФИЦ ЕГС РАН совместно с IDC СТВТО (Вена, Австрия) осуществлялся через электронный ресурс корпорации IRIS (США) [7]. В программе NAS были добавлены вступления Р-волн сей-

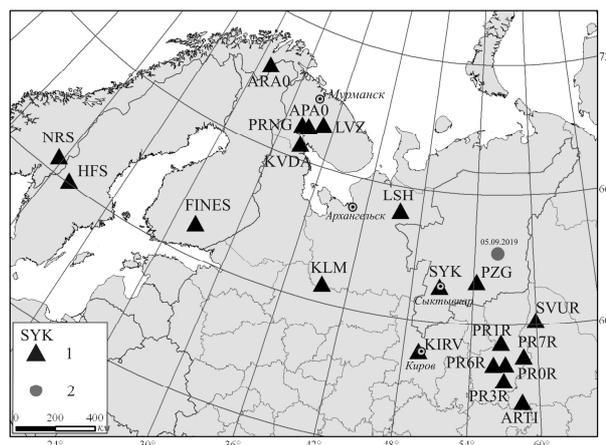


Рис. 1. Расположение сейсмостанций, зарегистрировавших землетрясение 5 сентября 2019 г., $t_0=01^m42^s$: 1 – сейсмическая станция, код; 2 – эпицентр землетрясения.

Fig. 1. Locations of seismic stations that registered the earthquake on September 5, 2019, $t_0=01^m42^s$: 1 – seismic station, code; 2 – epicenter of the earthquake.

смических групп FINES, HFS, NRS из сейсмологического бюллетеня норвежского центра NORSAR [8]. Таким образом, эпицентральные расстояния по 20 станциям составили от 184 (PZG) до 2 298 км (NRS), азимутальное окружение – 150–310°, максимальная азимутальная брешь – 200°. Расположение перечисленных сейсмостанций представлено на рис. 1.

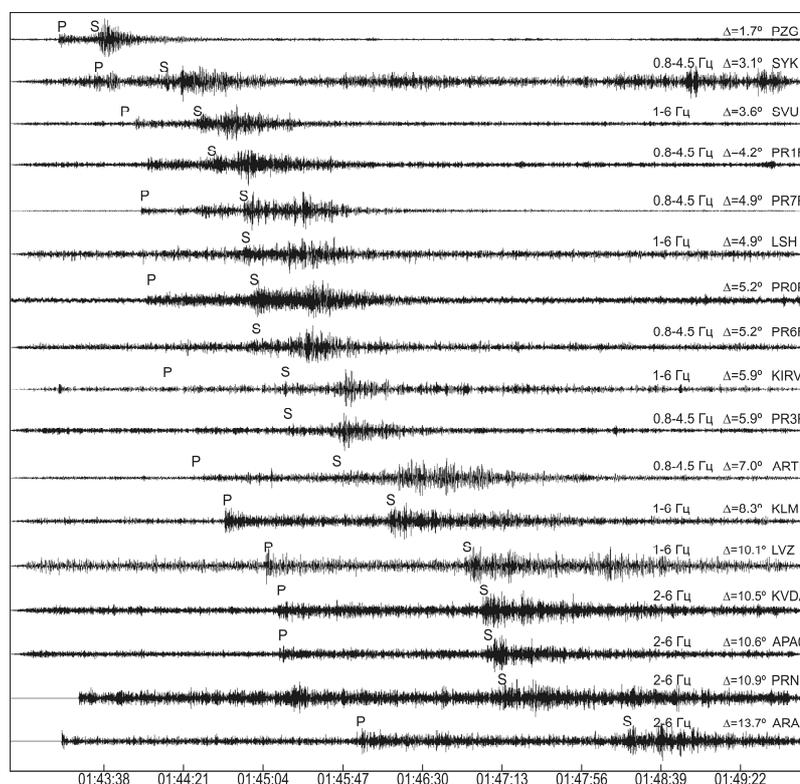


Рис. 2. Фрагменты записей z-компоненты землетрясения в МР Соногорск Республики Коми 5 сентября 2019 г., расположенные по времени прихода первой фазы.

Fig. 2. Fragments of z-component records of the earthquake in the Sosnogorsk region of the Komi Republic on September 5, 2019, located at the time of arrival of the first phase.

Результаты и обсуждение

В результате инструментальной обработки получены следующие параметры землетрясения: координаты 63.3174N, 56.4113E, время в очаге $t_0=01:42:42.8$ (UTC), глубина $h=15$ км, энергетический класс по Т.Г. Раутиан $K_p=9.9/5$, локальная магнитуда $M_L=3.4/5$, $M_s=2.7/5$, эллипс ошибок $Az_{Major}=60^\circ$, $R_{minor}=6.4$ км, $R_{major}=16.2$ км. В табл. 1 представлен сейсмический бюллетень события.

Таблица 1
Станционный бюллетень сейсмического события
5 сентября 2019 г.

Table 1
Station Bulletin of the seismic event
on September 5, 2019

| Код станции | Время вступления сейсмических фаз, ч:мин:с | | Δ , ° | AZM, ° | A, мкм | T, с | Магнитуда |
|-------------|--|-------------|--------------|--------|--------|------|-----------|
| | P | S | | | | | |
| PZG | 01:43:13.03 | 01:43:34.57 | 1.7 | 216.4 | 0.44 | 0.5 | $M_L=3.5$ |
| SYK | 01:43:33.0 | 01:44:10.57 | 3.1 | 239.9 | 0.07 | 0.6 | $M_L=3.4$ |
| SVUR | 01:43:39.22 | 01:44:21.31 | 3.6 | 150.4 | 0.03 | 0.7 | $M_L=3.1$ |
| PR1R | | 01:44:35.37 | 4.2 | 177.9 | | | |
| LSH | 01:43:57.73 | 01:44:53.17 | 4.9 | 293.0 | 0.03 | 0.48 | $M_L=3.5$ |
| PR7R | | 01:44:53.48 | 4.9 | 165.8 | | | |
| PR0R | 01:44:00.09 | 01:44:58.50 | 5.2 | 175.9 | | | |
| PR6R | | 01:44:58.39 | 5.2 | 182.1 | | | |
| KIRV | 01:44:10.04 | 01:45:15.36 | 5.9 | 218.8 | | | |
| PR3R | | 01:45:16.33 | 5.9 | 177.1 | | | |
| ARTI | 01:44:25.52 | 01:45:41.55 | 7.0 | 170.3 | 0.01 | 0.50 | $M_L=3.5$ |
| KLM | 01:44:42.34 | 01:46:12.38 | 8.3 | 260.2 | | | |
| LVZ | 01:45:05.34 | 01:46:53.64 | 10.1 | 306.5 | | | |
| KVDA | 01:45:11.87 | 01:47:02.77 | 10.5 | 299.0 | | | |
| APA0 | 01:45:12.57 | 01:47:05.61 | 10.6 | 304.0 | | | |
| PRNG | | 01:47:12.49 | 10.9 | 303.5 | | | |
| ARA0 | 01:45:54.55 | 01:48:17.76 | 13.7 | 310.2 | | | |
| FINES | 01:46:01.40 | | 14.0 | | | | |
| HFS | 01:47:20.60 | | 20.0 | | | | |
| NRS | 01:47:25.40 | | 20.7 | | | | |

По нашим расчетам, землетрясение произошло в Сосногорском районе Республики Коми, вблизи рабочего пос. Нефтепечорск, в бассейне среднего течения р. Печора, на левом берегу реки, рядом с болотом Палевад-Ыджиднюр, в пределах нефтегазовых месторождений Пашнинское и Береговое (рис 3.), находящиеся в непосредственной близости друг от друга. Другие решения эпицентра события показаны в табл. 2. По данным ГИ УрО РАН, событие произошло в 40 км юго-западнее, в Троицко-Печорском районе, по расчетам автоматической локации КоФ ФИЦ ЕГС РАН – в Усть-Куломском районе, центра NORARSAR – в Сосногорском районе республики.

Пашнинское нефтегазоконденсатное и Береговое нефтегазовое месторождения входят в Мичаю-Пашнинский нефтегазоносный район Ижма-Печорской нефтегазоносной области Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции. Основная добыча и бурение ведутся на Пашнинском месторождении. Первая нефть была получена 18 октября 1961 г. Промышленная эксплуатация началась через

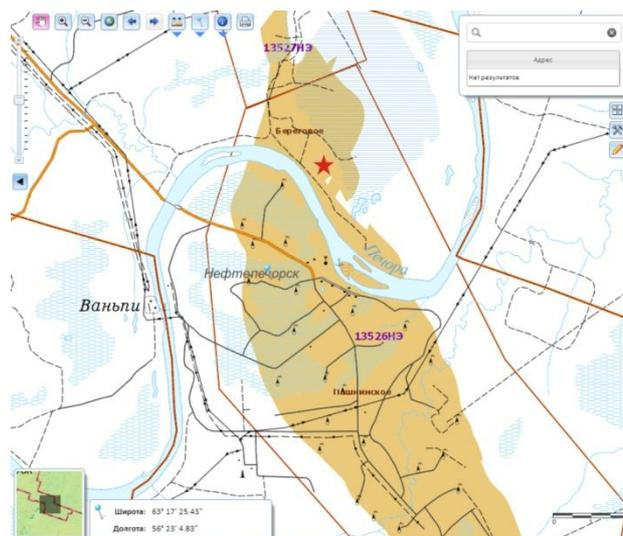


Рис. 3. Схема положения эпицентра сейсмического события 5 сентября 2019 г. на нефтегазовых месторождениях Пашнинское и Береговое, составленная на основе данных Геопортала Республики Коми [9]. Эпицентр показан звездочкой.

Fig. 3. Diagram of the location of the epicenter of the seismic event on September 5, 2019 at the Pashninskoye and Beregovoye oil and gas fields, compiled on the basis of the Geoportals data of the Komi Republic [9]. The epicenter is indicated by an asterisk.

Таблица 2
Основные параметры землетрясения
5 сентября 2019 г., $t_0=01^h 42^m$ по данным
различных сейсмологических центров и служб
Table 2
The main parameters of the earthquake
on September 5, 2019, $t_0=01^h 42^m$ according
to various seismological centers and services

| Агентство | t_0 , ч:мин:с | Гипоцентр | | | h, км | Магнитуда | Количество станций/фаз |
|--------------------------------|-----------------|---------------------|---------------------|--|-------|---|------------------------|
| | | φ° , N | λ° , E | | | | |
| ИГ Коми НЦ УрО РАН (Сыктывкар) | 01:42:42.8 | 63.3158 | 56.4069 | | 15 | $K_p=9.9/5$, $M_L=3.4/5$, $M_s=2.7/5$ | 20/32 |
| ГИ УрО РАН (Пермь) [10] | 01:42:49 | 62.967 | 56.084 | | | $M_L=3.1$ | 7 |
| КоФ ФИЦ ЕГС РАН (Апатиты) [11] | 01:42:40.2 | 61.7334 | 54.4235 | | | $M_L=2.6$ | 3 |
| NORSAR (Норвегия) [8] | 01:42:47.0 | 63.59 | 55.88 | | | $M=3.2$ | 5/7 |

семь лет. Береговое месторождение открыто в 1986 г., а введено в разработку в 1989 г. За время эксплуатации месторождений пробурено свыше 400 скважин разной глубины: от 900 до 3000 м. В среднем добывается 980 т нефти в сутки. Месторождения разрабатываются механизированным способом: электрическими центробежными насосами и штанговыми глубинными насосами. В производство внедряется также общая раздельная добыча с помощью пакерной системы. Применяется и система бурения с гидроразрывом пласта [12].

В тектоническом плане землетрясение 5 сентября относится к Печорской плите, к глубинному,

корово-мантийному Илыч-Чикшинскому разлому, вдоль которого проводится западная граница Верхнепечорской впадины [13]. Зоны глубинных разломов относятся к потенциально опасным в сейсмическом отношении. При добыче нефти и газа постепенно уменьшается давление в продуктивных пластах и окружающих их водоносных горизонтах. В геологических структурах, где возникают значительные изменения давлений вследствие техногенных воздействий, происходит локальная концентрация напряжений и усиление сейсмической активности [14]. Примечательно, что в пределах Печорской плиты ранее инструментально не были зафиксированы сейсмические события.

Макросейсмические данные

Землетрясение произошло вблизи вахтового пос. Нефтепечорск. Нами были разосланы анкеты для опроса сотрудников ТПП «ЛУКОЙЛ-Ухтанефтегаз» ООО «ЛУКОЙЛ-Коми», находившихся в этот период в поселке. Оказалось, что событие почувствовали практически все работники поселка. Кто-то отчетливо ощутил короткий и резкий толчок и даже выбежал из помещения. Другие почувствовали сильное дрожание, вибрацию, продолжающуюся по времени 3–5 сек. Один человек слышал поземный гул. Большинство спавших проснулись и встревожились, удивились. Трое из 15 опрошенных спали и не заметили землетрясения. В других населенных пунктах и районах республики событие не ощущалось. Опираясь на данные макросейсмического обследования, интенсивность землетрясения в эпицентре оценивается в 4 балла по шкале ШСИ-2017 [15]. Макросейсмические исследования показали, что определение эпицентра землетрясения по инструментальным данным является точным.

Выводы

Землетрясения в нефтегазоносных районах по своей природе являются тектоническими, но проявление их инициировано разработкой месторождений нефти и газа. Изменения в гидро- и газодинамике обуславливают соответствующие изменения в геодинамике твердой части земной коры, что часто ведет к землетрясениям [16].

Отсутствие сведений об авариях или ЧП в Сосногорском районе, характер волновой картины (сильные P, S в региональной зоне) сейсмического события 5 сентября, уверенный расчет глубины, приуроченность его к глубинному разлому свидетельствуют в пользу природного происхождения события. Тем не менее, расположение эпицентра на нефтегазовом месторождении дает основание полагать, что оно связано с его разработкой. Таким образом, событие 5 сентября 2019 г. классифицируется нами как «техногенное землетрясение».

Возможно, что инициируемые землетрясения уже происходили в данном нефтегазодобывающем районе республики и вполне вероятно повторение подобных событий, однако условия регистрации (высокий уровень техногенных помех в местах установки и нестабильная работа станции) не позволяют фиксировать низкомагнитудные сейсмические

события. Усиливающаяся техногенная нагрузка на геологическую среду и, как следствие, сейсмическая активизация может стать причиной чрезвычайных ситуаций и экологических проблем региона.

В настоящее время на территории Республики Коми функционируют два сейсмологических пункта ИГ Коми НЦ УрО РАН «Пожег» и «Сыктывкар», которыми не обеспечивается на должном уровне мониторинг территории республики. Необходимы модернизация и расширение сети сейсмостанций в Республике Коми.

Автор глубоко признателен коллегам из ФИЦ ЕГС РАН городов Архангельска, Обнинска и Перми за предоставленные записи сейсмических событий, а также сотрудникам ТПП «ЛУКОЙЛ-Ухтанефтегаз» ООО «ЛУКОЙЛ-Коми» за содействие в опросе и присланные анкеты.

Литература

1. 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 международной сейсмологической школы, посвященной 100-летию открытия сейсмических станций «Пулково» и «Екатеринбург». Обнинск: ГС РАН, 2006. С. 77–83.
2. Ringdal F., Kvaerna T. A multi-channel processing approach to real time network detection, phase association, and threshold monitoring // Bulletin of the Seismological Society of America, 1989. Т. 79. No. 6. P. 1927–1940.
3. 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
4. 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. P. 414–426.
5. Габсатарова И.П. Внедрение в рутинную практику подразделений Геофизической службы РАН процедуры вычисления локальной магнитуды // Современные методы обработки и интерпретации сейсмологических данных. Обнинск: ГС РАН, 2006. С. 49–53.
6. Arkhangelsk Seismic Network. URL: <https://doi.org/10.7914/SN/AH> (accessed: 07.09.2019).
7. Incorporated Research Institutions for Seismology. IRIS/IDA network II. URL: <http://dx.doi.org/doi:10.7914/SN/II> (accessed: 07.09.2019).
8. Seismological agency NORSAR. Seismic Bulletins. URL: <https://www.norsar.no/seismic-bulletins/> (accessed: 20.09.2019).
9. Геопортал Республики Коми. URL: <http://gis.rkomi.ru/GisViewer/> (accessed: 07.09.2019).

10. *Сейсмологический мониторинг* Западного Урала. URL: <http://pts.mi-perm.ru/region/> (дата обращения 20.09.2019).
11. *Online бюллетень* региональной сейсмической активности. Кольский филиал ФИЦ ЕГС РАН. URL: <http://www.krsc.ru/onlinebulletin> (accessed: 07.09.2019).
12. *У Печоры у реки...* Северные ведомости (региональная корпоративная газета ЛУКОЙЛ-Коми). 17.02.2017. №6. URL: <http://www.gazetasv.ru/spisok-nomerov/2017-god/387-sv-6-ot-17-fevralya-2017-goda/9257-u-pechory-u-reki> (accessed: 07.09.2019).
13. *Мальшев Н.А.* Тектоника, эволюция и нефтегазоносность осадочных бассейнов Европейского Севера России. Екатеринбург: УрО РАН, 2002. 270 с.
14. *Нестеренко Ю.М., Косолапов О.В., Нестеренко М.Ю.* Сейсмическая активность районов разрабатываемых месторождений углеводородов в Южном Предуралье // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2010. Т.12. № 1–5. С. 1240–1244.
15. *Землетрясения.* Шкала сейсмической интенсивности. ГОСТ Р 57546–2017. М.: Стандартинформ, 2017.
16. *Сидоров В.А.* Возникновение опасных геодинамических событий в связи с разработкой месторождений нефти и газа // Разведка и охрана недр. 1999. №5–6. С. 43–48.
5. *Gabsatarova I.P.* Vnedrenie v rutinnuyu praktiku podrazdelenij Geofizicheskoy sluzhby RAN procedury vychisleniya lokalnoj magnitudy [The Introduction 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. Obninsk: GS RAS, 2006. P. 49–53.
6. *Arkhangelsk Seismic Network.* URL: <https://doi.org/10.7914/SN/AH> (accessed: 07.09.2019).
7. *Incorporated Research Institutions for Seismology.* IRIS/IDA network II. URL:<http://dx.doi.org/doi:10.7914/SN/II> (accessed: 07.09.2019).
8. *Seismological agency NOR SAR.* Seismic Bulletins. URL:<https://www.norsar.no/seismic-bulletins/> (accessed: 20.09.2019).
9. Geoportal Respubliki Komi [Geoportal of the Republic of Komi]. URL: <http://gis.rkomi.ru/GisViewer/> (accessed: 07.09.2019).
10. *Seismologicheskii monitoring Zapadnogo Urala* [Seismological monitoring of the Western Urals]. URL: <http://pts.mi-perm.ru/region/> (accessed: 20.09.2019).
11. *Online Bulletin' regionalnoi seismicheskoi aktivnosti.* Kolsky filial FITs EGS RAN [Online Bulletin of Regional Seismic Activity. Kola Branch of Geophysical Survey, RAS] (accessed: 07.09.2019).
12. *U Pechory u reki...* [At Pechora by the river...]. Severnye ведомosti (regional'naya korporativnaya gazeta LUKOJL-Komi) [Northern Register (regional corporate newspaper LUKOIL-Komi)]. 17.02.2017. No. 6. URL: <http://www.gaze-tasv.ru/spisoknomerov/2017-god/387-sv-6-ot-17-fevralya-2017-goda/9257-u-pechory-u-reki> (accessed: 07.09.2019).
13. *Malyshev N.A.* Tektonika, evolyuciya i neftegazonosnost' osadochnyh bassejnov Evropejskogo severa Rossii [Tectonics, evolution and oil-and-gas potential of sedimentary basins of the European North of Russia]. Ekaterinburg: Ural Branch, RAS, 2002. 270 p.
14. *Nesterenko Yu.M., Kosolapov O.V., Nesterenko M.Yu.* Sejsmicheskaya aktivnost rajonov razrabatyvaemyh mestorozhdenij uglevodorodov v Yuzhnom Predurale [Seismic activity of the areas of hydrocarbon deposits in the Southern Pre-Urals] // Proc. of Samara Sci. Centre, RAS. 2010. Vol.12. No.1–5. P. 1240–1244.
15. *Zemletryaseniya.* Shkala sejsmicheskoi intensivnosti. [Earthquakes. Seismic intensity scale]. GOST R 57546–2017. Moscow: Standardinform, 2017.
16. *Sidorov V.A.* Vozniknovenie opasnyh geodinamicheskikh sobytij v svyazi s razrabotkoj mestorozhdenij nefiti i gaza [The occurrence of dangerous geodynamic events in connection with the development of oil and gas fields] // Razvedka i ohrana neдр [Exploration and protection of subsoil]. 1999. No. 5–6. P. 43–48.

References

1. *Krasilov S.A., Kolomiets M.V., Akimov A.P.* Organizaciya processa obrabotki cifrovyykh sejsmicheskikh dannykh s ispolzovaniem programmnogo kompleksa WSG [Management of seismic digital data processing using software complex WSG] // Modern methods of processing and interpretation of seismological data: Materials of Intern. Seismological school dedicated to 100th anniversary of foundation of seismic stations “Pulkovo” and “Ekaterinburg”. Obninsk: GS RAS, 2006. P. 77–83.
2. *Ringdal F., Kvaerna T.* A multi-channel processing approach to real time network detection, phase association, and threshold monitoring // Bull. of the Seismological Society of America, 1989. Vol. 79. No. 6. P. 1927–1940.
3. *Fedorov A.V., Asming V.E., Evtuygina Z.A., Prokudina A.V.* Sistema avtomaticheskogo monitoring sejsmichnosti Evropejskoj Arktiki [The system of automatic monitoring of the seismicity of the European Arctic]. Seismic Instruments. 2018. Vol. 54. No. 1. P. 29–39. DOI: 10.21455/si2018.1-3
4. *Schueller W., Morozov I.B. and Smithson S.B.* Crustal and uppermost mantle velocity structure of northern Eurasia along the profile Quartz // Bull. of the Seismological Society of America, 1997. No. 87. P. 414–426.
5. *Gabsatarova I.P.* Vnedrenie v rutinnuyu praktiku podrazdelenij Geofizicheskoy sluzhby RAN procedury vychisleniya lokalnoj magnitudy [The Introduction 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. Obninsk: GS RAS, 2006. P. 49–53.
6. *Arkhangelsk Seismic Network.* URL: <https://doi.org/10.7914/SN/AH> (accessed: 07.09.2019).
7. *Incorporated Research Institutions for Seismology.* IRIS/IDA network II. URL:<http://dx.doi.org/doi:10.7914/SN/II> (accessed: 07.09.2019).
8. *Seismological agency NOR SAR.* Seismic Bulletins. URL:<https://www.norsar.no/seismic-bulletins/> (accessed: 20.09.2019).
9. Geoportal Respubliki Komi [Geoportal of the Republic of Komi]. URL: <http://gis.rkomi.ru/GisViewer/> (accessed: 07.09.2019).
10. *Seismologicheskii monitoring Zapadnogo Urala* [Seismological monitoring of the Western Urals]. URL: <http://pts.mi-perm.ru/region/> (accessed: 20.09.2019).
11. *Online Bulletin' regionalnoi seismicheskoi aktivnosti.* Kolsky filial FITs EGS RAN [Online Bulletin of Regional Seismic Activity. Kola Branch of Geophysical Survey, RAS] (accessed: 07.09.2019).
12. *U Pechory u reki...* [At Pechora by the river...]. Severnye ведомosti (regional'naya korporativnaya gazeta LUKOJL-Komi) [Northern Register (regional corporate newspaper LUKOIL-Komi)]. 17.02.2017. No. 6. URL: <http://www.gaze-tasv.ru/spisoknomerov/2017-god/387-sv-6-ot-17-fevralya-2017-goda/9257-u-pechory-u-reki> (accessed: 07.09.2019).
13. *Malyshev N.A.* Tektonika, evolyuciya i neftegazonosnost' osadochnyh bassejnov Evropejskogo severa Rossii [Tectonics, evolution and oil-and-gas potential of sedimentary basins of the European North of Russia]. Ekaterinburg: Ural Branch, RAS, 2002. 270 p.
14. *Nesterenko Yu.M., Kosolapov O.V., Nesterenko M.Yu.* Sejsmicheskaya aktivnost rajonov razrabatyvaemyh mestorozhdenij uglevodorodov v Yuzhnom Predurale [Seismic activity of the areas of hydrocarbon deposits in the Southern Pre-Urals] // Proc. of Samara Sci. Centre, RAS. 2010. Vol.12. No.1–5. P. 1240–1244.
15. *Zemletryaseniya.* Shkala sejsmicheskoi intensivnosti. [Earthquakes. Seismic intensity scale]. GOST R 57546–2017. Moscow: Standardinform, 2017.
16. *Sidorov V.A.* Vozniknovenie opasnyh geodinamicheskikh sobytij v svyazi s razrabotkoj mestorozhdenij nefiti i gaza [The occurrence of dangerous geodynamic events in connection with the development of oil and gas fields] // Razvedka i ohrana neдр [Exploration and protection of subsoil]. 1999. No. 5–6. P. 43–48.

Статья поступила в редакцию 24.10.2019.