

УДК 550.34.06

Регистрационные возможности временной сейсмологической сети ИДГ РАН на ВЕП

© 2020 г. А.Г. Гоев, С.Г. Волосов, И.А. Санина, Н.Л. Константиновская, М.А. Нестеркина

ИДГ РАН, г. Москва, Россия

Аннотация. В 2017 г. в рамках работ по исследованию глубинного строения центральной части Восточно-Европейской платформы были установлены три временных сейсмических пункта, оборудованных широкополосными трёхкомпонентными датчиками. Положение станций обусловлено необходимостью построить сейсмический профиль в субширотном направлении с целью изучения коллизионной зоны тройного сочленения мегаблоков центральной части Восточно-Европейской платформы (ВЕП). Совместно с малоапертурной сейсмической группой (МСГ) «Михнево» временные сейсмические станции формируют площадную систему наблюдений с расстояниями между станциями порядка 100 км. В 2018 г. станциями временной сети ИДГ РАН зарегистрировано 765 событий различной природы, в т.ч. 222 промышленных взрыва и 543 землетрясения. В течение года МСГ «Михнево» регистрирует порядка 5000 событий, из которых порядка 1000 являются землетрясениями на телесеизмических и региональных расстояниях и порядка 900 идентифицируются как промышленные взрывы. Совместная обработка данных временной сети и МСГ «Михнево» в ряде случаев (17%) позволила уточнить результаты локации промышленных взрывов, полученные ранее на МСГ «Михнево».

Ключевые слова: центральная часть ВЕП, сеть, сейсмичность, каталог, промышленные взрывы, землетрясения.

Для цитирования: Гоев А.Г., Волосов С.Г., Санина И.А., Константиновская Н.Л., Нестеркина М.А. Регистрационные возможности временной сейсмологической сети ИДГ РАН на ВЕП // Российский сейсмологический журнал. – 2020. – Т. 2, № 2. – С. 84–90. DOI: <https://doi.org/10.35540/2686-7907.2020.2.08>

Введение

В последние десятилетия в связи с развитием сейсмологических, геотермических, геохимических и иных методов исследования внутренней структуры и тектонических процессов, проходящих в древних платформах, значительно возрос интерес к их изучению. Сложное мозаичное строение центральной части Восточно-Европейской платформы (ВЕП) [Bogdanova et al., 2008] обусловлено наличием трёх основных коромантийных мегаблоков (микроконтинентов) – Фенноскандия, Волго-Уралия и Сарматия – с разделяющими их межблоковыми зонами протерозойской складчатости. В 2017 г. в рамках работ по изучению глубинного строения центральной части ВЕП были установлены три временных сейсмических пункта, оборудованных широкополосными трёхкомпонентными датчиками, которые ведут непрерывную регистрацию сейсмических событий по настоящее время. Рас-

положение станций обусловлено необходимостью построить сейсмический профиль в субширотном направлении с целью наиболее полного изучения коллизионной зоны тройного сочленения мегаблоков центральной части ВЕП [Строев..., 2006; Минц и др., 2010]. Ввиду асейсмичности ВЕП, в центральной её части отсутствует сеть сейсмических станций. Единственными доступными источниками сейсмологической информации в регионе исследования являются Геофизическая обсерватория (ГФО) «Михнево» и ЦО ФИЦ ЕГС РАН. Временная сеть широкополосных сейсмических станций ИДГ РАН на данной территории развёрнута впервые.

Характеристики используемой аппаратуры

Аппаратурное оснащение и координаты станций приведены в табл. 1. На рис. 1 показано размещение сейсмических датчиков на пунктах регистрации «Воскресенск» и «Александровка».

Таблица 1. Аппаратурное оснащение и координаты сейсмических станций временной сети ИДГ РАН

Пункт регистрации	Код станции	Дата установки	Координаты		Сейсмометр	T, с
			φ, °N	λ, °E		
Александровка	ALX	01.10.2017	54.89	35.01	Guralp CMG-6TD	30
Шатура	SHAT	03.11.2017	55.21	39.97	RefTek 151-60	60
Воскресенск	VOSK	11.04.2017	55.33	38.88	RefTek 151-60	60

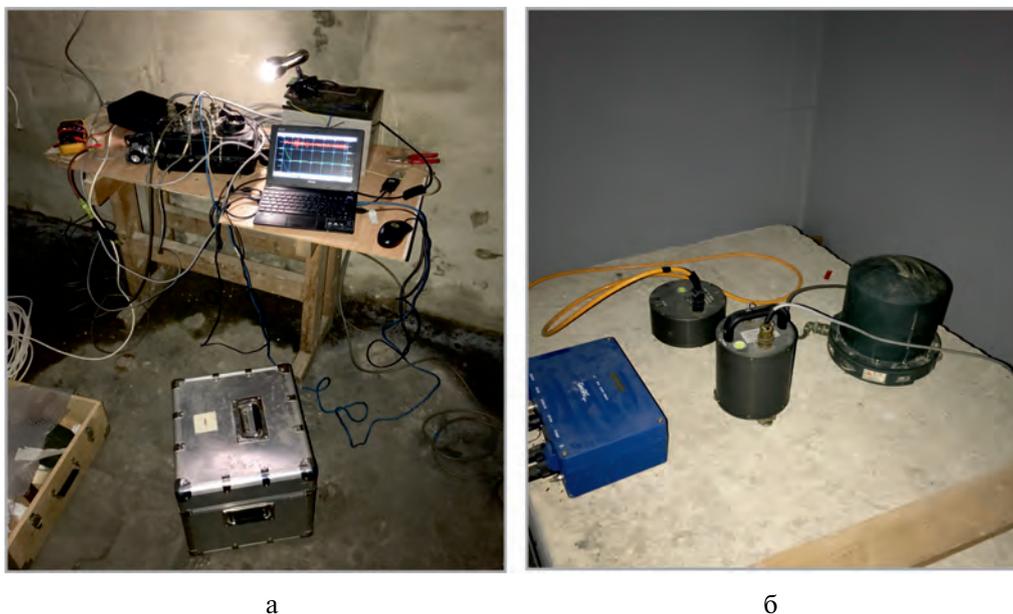


Рис. 1. Размещение сейсмических датчиков на пунктах регистрации «Воскресенск» (а) и «Александровка» (б)

Важным условием оценки качества установки любой новой сейсмической станции является оценка уровня естественных шумов. В 1993 г. была опубликована работа [Peterson, 1993] по оценке параметров спектральной плотности шумов на большом количестве станций по всему миру, и установлены пределы их вариаций. Для каждой из станций временной сети были произведены оценки спектральной плотности шумов по записям, полученным в течение первого месяца регистрации. Из непрерывной записи были удалены интервалы времени, соответствующие землетрясениям и техногенным событиям (рис. 2).

Полученные кривые спектральных плотностей шума лежат в пределах, установленных в [Peterson, 1993], что позволяет вести уверенную регистрацию сейсмических событий. Как следует из расчётов (рис. 2), наиболее «тихой» станцией является «Александровка» (ALX). По-видимому, это связано с тем, что она установлена в специально организованной геофизической обсерватории на полигоне МГУ «Александровка». Наиболее «шумная» станция «Воскресенск» (VOSK) установлена в подвале жилого дома, что слабо влияет на регистрацию телесеизмических собы-

тий. Станция имеет достаточно высокий уровень шума в полосе от 1.5 до 5 Гц, что затрудняет регистрацию и осложняет локацию событий на локальных и региональных расстояниях. Аналогичная ситуация наблюдается для станции «Шатура» (SHAT).

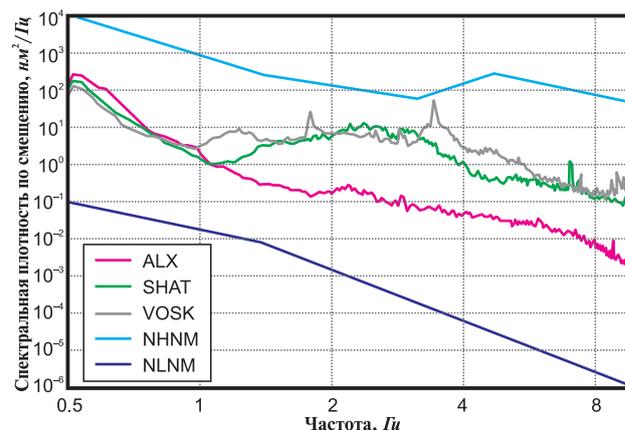


Рис. 2. Распределение спектральных плотностей для каждой станции временной сети по данным сейсмического шума, полученным за первый месяц регистрации.

NLNM и NNNM – минимальные и максимальные допустимые значения сейсмического шума

Результаты регистрации землетрясений за 2018 г.

Рассмотрим события, зарегистрированные временной сетью ИДГ РАН и малоапертурной сейсмической группой (МСГ) «Михнево» за 2018 г. [Взрывы..., 2013; Адушкин и др., 2016].

Обработка проводилась программой ELWIN [Асминг, 2004], разработанной в Кольском филиале ФИЦ ЕГС РАН, позволяющей лоцировать сейсмические события, зарегистрированные малоапертурной группой. Для обработки данных, полученных на временной сети ИДГ РАН, применялась программа DIMAS [Дрознин, Дрознина, 2010], разработанная в Камчатском филиале ФИЦ ЕГС РАН.

Большую часть сейсмических событий, зарегистрированных временной сетью ИДГ РАН (517), составляют землетрясения на телесеизмических расстояниях с магнитудами более 4.5. На рис. 3 приведены волновые формы землетрясения, произошедшего в регионе Хоккайдо 24.01.2018 г. ($t_0=10:51:19$, $m_b=6.3$, $h=60$ км) и зарегистрированного всеми тремя станциями сети. Отчётливо видны вступления P , S и поверхностных волн.

Кроме телесеизмических событий станции сети уверенно регистрировали землетрясения и на региональных расстояниях (до 3000 км). За 2018 г. было лоцировано 26 землетрясений с магнитудами больше 4.5 на региональных расстояниях (до 3500 км), большей частью из зоны Вранча (Румыния), а также регионов Кавказа,

Ирана и Таджикистана. На каждой из станций временной сети ИДГ РАН регистрировалось разное количество событий. Наибольшее количество — на станции «Александровка», что, видимо, связано с условиями установки.

Всего за 2018 г. на станциях временной сети ИДГ РАН было выделено 765 событий различной природы. Для более уверенной идентификации этих событий, особенно на региональных и локальных расстояниях, были использованы данные, полученные на МСГ «Михнево». Из них: 26 землетрясений на расстояниях до 3500 км и 222 промышленных взрыва. Зато же время МСГ «Михнево» зарегистрировала 2710 событий, из них 87 региональных землетрясений и 1076 промышленных взрывов, что дало возможность провести совместную обработку и позволило для повышения разрешающей способности сети использовать данные, полученные на МСГ «Михнево» [Взрывы..., 2013; Адушкин и др., 2016].

На рис. 4 приведён пример совместной обработки данных, полученных на станциях сети и МСГ «Михнево», землетрясения с магнитудой 4.9, произошедшего 07.01.2018 г. на территории Туркмении на берегу Каспийского моря близ г. Туркменбаши. Гипоцентр находился на глубине 10 км. Как видно, на станции «Воскресенск» отмечаются большие техногенные помехи. Выделение вступлений волн P и S для локации события весьма затруднено. Локация велась по совокупности данных, полученных на станциях «Александровка», «Шатура» и МСГ «Михнево».

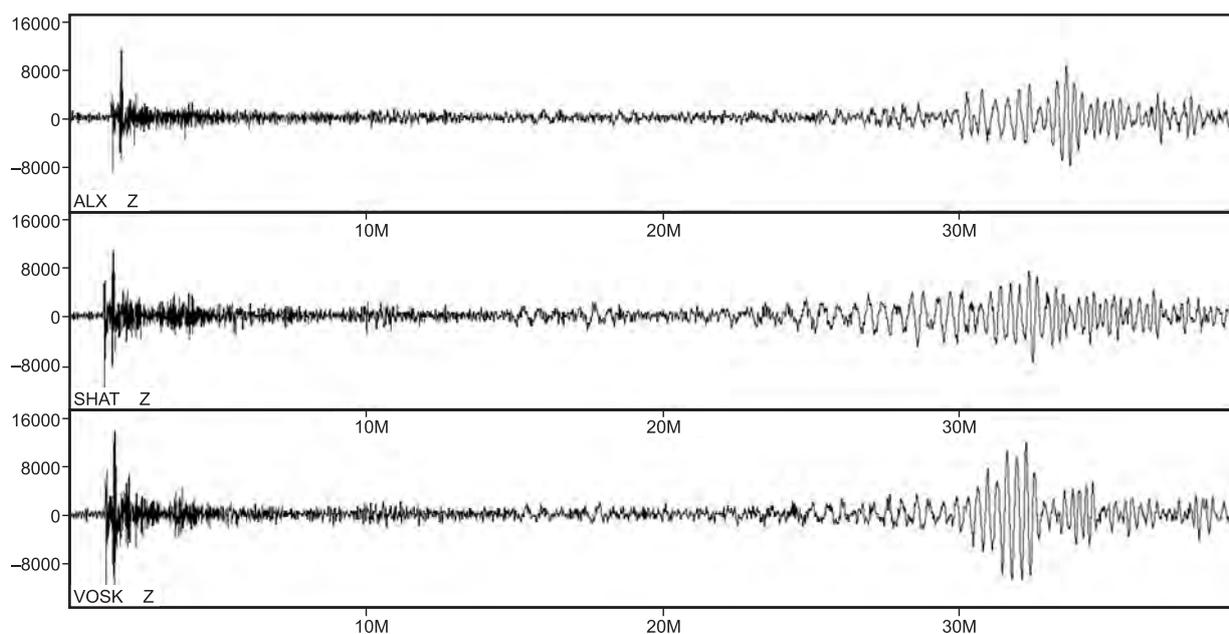


Рис. 3. Волновые формы землетрясения в районе о. Хоккайдо 24.01.2018 г. $t_0=10:51:19$, $m_b=6.3$, зарегистрированного тремя станциями (Z -компоненты) временной сети ИДГ РАН

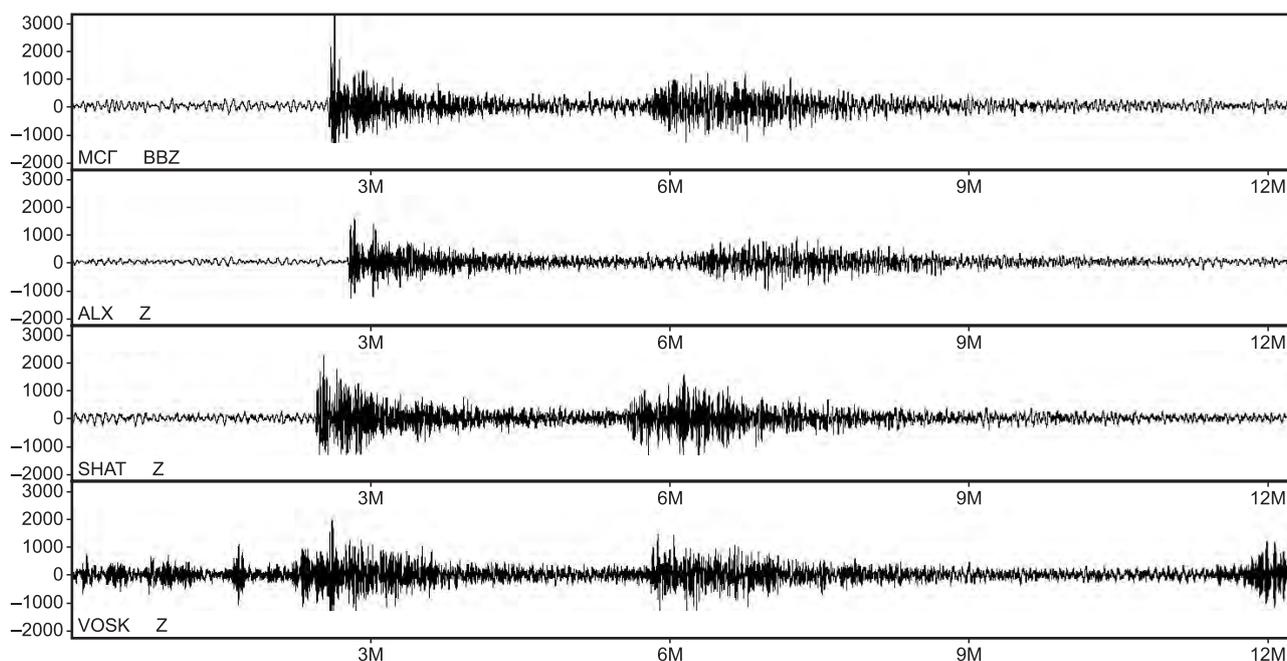


Рис. 4. Волновые формы землетрясения 07.01.2018 г. в Туркмении, зарегистрированного тремя станциями временной сети ИДГ РАН и МСГ «Михнево» (Z-компоненты)

Таблица 2. Список промышленных взрывов и землетрясений, зарегистрированных станциями временной сети ИДГ РАН за январь 2018 г.

Дата, дд.мм.гггг	t_0 , чч:мм:сс.с	Координаты		Тип события	Регион	ML	h, км
		φ, °N	λ, °E				
01.01.2018	09:11:22.0	40.54	46.71	землетрясение	Кавказ	4.2	10
05.01.2018	06:48:58.6	52.95	27.40	взрыв	Беларусь	2.8	
05.01.2018	11:00:03.9	52.59	39.31	взрыв	Липецкая область	2.1	
07.01.2018	01:10:25.0	40.05	53.58	землетрясение	Туркмения	4.9	10
09.01.2018	00:05:48.0	38.20	72.69	землетрясение	Таджикистан	5.4	110
10.01.2018	10:04:25.4	54.08	39.76	взрыв	Рязанская область	1.8	
10.01.2018	12:08:29.6	50.89	29.08	взрыв	Украина	3.5	
10.01.2018	12:18:00.8	54.22	37.04	взрыв	Тульская область	1.2	
11.01.2018	06:29:59.0	33.78	45.72	землетрясение	Иран–Ирак	5.6	10
11.01.2018	07:14:14.0	33.80	45.80	землетрясение	Иран–Ирак	5.3	10
11.01.2018	07:21:44.0	33.24	45.66	землетрясение	Иран–Ирак	5.4	10
11.01.2018	07:54:57.0	33.69	45.72	землетрясение	Иран–Ирак	5.1	10
11.01.2018	08:00:37.0	33.76	45.71	землетрясение	Иран–Ирак	5.4	10
11.01.2018	10:45:07.9	54.31	37.77	взрыв	Тульская область	1.2	
12.01.2018	09:34:20.5	54.66	36.02	взрыв	Калужская область	1.2	
12.01.2018	12:04:39.5	52.68	39.40	взрыв	Липецкая область	2.2	
15.01.2018	10:06:27.6	54.45	36.75	взрыв	Тульская область	1.1	
15.01.2018	10:53:46.7	55.24	38.73	взрыв	Московская область	1.1	
15.01.2018	11:55:30.2	54.47	37.31	взрыв	Тульская область	1.2	
15.01.2018	12:10:46.3	53.42	38.03	взрыв	Тульская область	1.9	
17.01.2018	09:18:18.9	51.20	37.76	взрыв	Белгородская область	2.7	
19.01.2018	11:52:08.6	54.48	37.05	взрыв	Тульская область	1.1	
19.01.2018	22:17:34.0	33.65	45.49	землетрясение	Иран–Ирак	5.1	10
23.01.2018	10:35:37.5	54.48	37.91	взрыв	Тульская область	1.1	
23.01.2018	11:55:16.1	54.32	37.57	взрыв	Тульская область	1.2	
24.01.2018	10:00:11.5	54.39	38.16	взрыв	Тульская область	1.4	
24.01.2018	10:04:14.5	52.28	35.46	взрыв	Курская область	2.8	
26.01.2018	09:25:25.0	56.17	41.43	взрыв	Владимирская область	2.0	
26.01.2018	11:05:48.6	54.38	38.24	взрыв	Тульская область	1.5	

Регистрация региональных землетрясений и промышленных взрывов за январь 2018 г.

Для примера рассмотрим более подробно статистику событий, зарегистрированных за январь 2018 г. станциями временной сети ИДГ РАН, что отражает среднемесячную картину в течение года. За указанный период станциями временной сети ИДГ РАН было зарегистрировано 71 сейсмическое событие различной природы. В основном это землетрясения на телесеismicких расстояниях с магнитудами более 4. Совместно с МСГ «Михнево» определены координаты 29 событий: 20 промышленных взрывов на эпицентральных расстояниях 50–500 км и девяти землетрясений на региональных расстояниях до 3500 км. В табл. 2 приведён список этих событий за январь 2018 года. Локальная магнитуда (ML) определена по данным МСГ «Михнево». На рис. 5 приведена схема расположения эпицентров промышленных взрывов, зарегистрированных временной сетью ИДГ РАН за январь 2018 года.

Всего за 2018 г. временной сетью ИДГ РАН зарегистрировано 215 промышленных взрывов, произведённых на карьерах, расположенных в Курско-Белгородском регионе, Липецкой, Тульской, Владимирской и Московской областях. К сожалению, уровень шумов и техногенных помех на временных станциях сети очень высок. Если первые вступления волн телесеismicких землетрясений с магнитудами выше 5, несмотря на повышенный уровень шума, выделяются достаточно уверенно, то при регистрации событий с магнитудами менее 3 вступления волн на запи-

сках выделить часто не представляется возможным. В качестве примера приведём запись взрыва, произведённого на карьере «Первомайский» Тульской области 13.02.2018 г. с $ML=2.2$ (рис. 6).

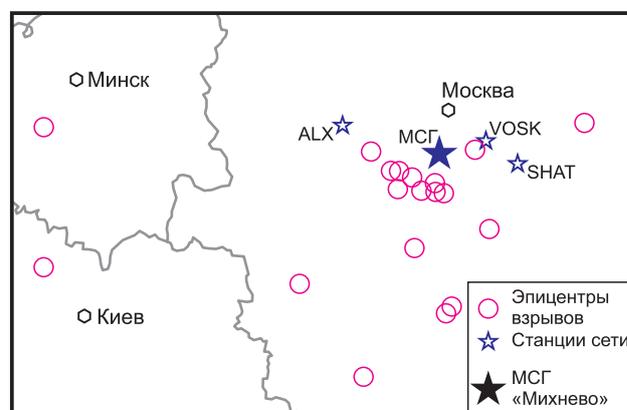


Рис. 5. Схема расположения эпицентров промышленных взрывов, лоцированных временной сетью ИДГ РАН совместно с МСГ «Михнево», за январь 2018 г.

Хорошо выделяются вступления волн P и S на сейсмограммах, полученных на станциях «Александровка» (ALX), «Шатура» (SHAT) и на МСГ «Михнево». На записях станции «Воскресенск» (VOSK) не представляется возможным выделение вступления волны S . Локация проводилась по двум станциям временной сети ИДГ РАН с привлечением данных, полученных на МСГ «Михнево». В результате этой совместной локации за 2018 г. удалось уточнить координаты эпицентров 18 промышленных взрывов.

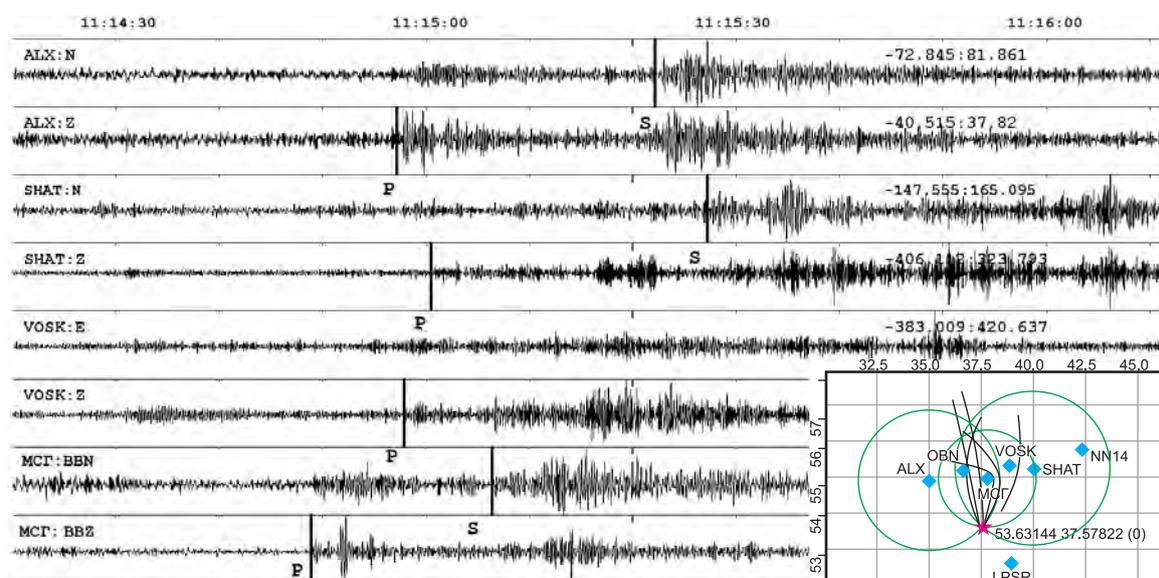


Рис. 6. Волновые формы взрыва на карьере «Первомайский» Тульской области 13.02.2018 г. ($t_0=11:14:24$, $ML=2.2$). На врезке показаны результаты локации программой ELWIN [Асминг, 2004]

Выводы

Установленная временная сеть ИДГ ориентирована на регистрацию телесеismicких событий для исследования глубинной структуры ВЕП. Проведённые исследования уровня шума позволили определить частотные интервалы уверенной регистрации установленных станций. Так, станция «Александровка» уверенно регистрирует телесеismicкие, региональные и локальные события, а станции «Воскресенск» и «Шатура» обладают хорошими регистрационными возможностями для телесеismicких событий.

Сравнительный анализ показал, что группа «Михнево» не допускает пропусков в регистрации событий по сравнению со станциями сети. За 2018 г. станциями временной сети ИДГ РАН зарегистрировано 765 событий различной природы: 222 промышленных взрыва и 543 землетрясения, а МСГ «Михнево» зарегистрировала порядка 5000 событий, из которых около 1000 являются землетрясениями на телесеismicких и региональных расстояниях, а порядка 900 идентифицируются как промышленные взрывы. Но локация событий только по данным группы допускает разброс по азимуту (около 5°), что связано с особенностями программного обеспечения [Асминг, 2004]. Включение данных наблюдений на временной сети даже одной станции «Александровка» в ряде случаев (17%) позволило уточнить результаты локации промышленных взрывов, полученные ранее на малоапертурной сейсмической группе МСГ «Михнево».

Результаты выполненного исследования могут быть в дальнейшем использованы при принятии решения о выборе постоянных пунктов сейсмологических наблюдений на ВЕП.

Работа выполнена в соответствии с темой НИР № АААА-А19-119022090015-6 и при частичной финансовой поддержке РФФИ (грант № 18-05-00733).

Литература

- Адушкин В.В., Овчинников В.М., Санина И.А., Ризниченко О.Ю. «Михнево»: от сейсмостанции № 1 до современной геофизической обсерватории // Физика Земли. – 2016. – № 1. – С. 108–119.
- Асминг В.Э. Создание программного комплекса для автоматизации, детектирования, локации и интерпретации сейсмических событий и его использование для изучения сейсмичности Северо-Западного региона: автореф. дисс. на соиск. уч. ст. канд. физ.-мат. наук. – М.: ИДГ РАН, 2004.
- Взрывы и землетрясения на территории Европейской части России / Под ред. В.В. Адушкина и А.А. Маловичко. – М.: ГЕОС, 2013. – С. 287–342.
- Дрознин Д.В., Дрознина С.Я. Интерактивная программа обработки сейсмических сигналов DIMAS // Сейсмические приборы. – 2010. – Т. 46, № 3. – С. 22–34.
- Миц М.В., Сулейманов А.К., Бабаянц П.С. и др. Глубинное строение, эволюция и полезные ископаемые раннедокембрийского фундамента Восточно-Европейской платформы: Интерпретация материалов по опорному профилю 1-ЕВ, профилям 4В и ТАТСЕЙС: В 2 т. + комплект цветных приложений. – Т. 2. – М.: ГЕОС, 2010. – 400 с.
- Строение и динамика литосферы Восточной Европы: результаты исследований по программе EUROPROBE / Отв. ред. Н.И. Павленкова. – М.: ГЕОС, 2006. – 736 с.
- Bogdanova S.V., Bingen B., Gorbatshev R., Kheraskova T.N., Kozlov V.I., Puchkov V.N., Volozh Y.A. The East European Craton (Baltica) before and during the assembly of Rodinia // Precambrian Research. – 2008. – V. 160 (1–2). – P. 23–45.
- Peterson J. Observation and modeling of seismic background noise // U.S. Department of Interior, Geological Survey. Open-File Report 93-322. – 1993. – 91 p.
- Sanina I., Gabsatarova I., Chernykh O., Riznichenko O., Volosov S., Nesterkina M., Konstantinovskaya N. The Mikhnevo small aperture array enhances the resolution property of seismological observations on the East European Platform // Journal of Seismology. – 2012. – V. 15. – P. 545–556.

Сведения об авторах

Гоев Андрей Георгиевич, мл. науч. сотр. Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института динамики геосфер Российской академии наук (ИДГ РАН), г. Москва, Россия. E-mail: a.g.goev@gmail.com

Волосов Сергей Георгиевич, ст. науч. сотр. ИДГ РАН, г. Москва, Россия. E-mail: volosovc@mail.ru

Санина Ирина Альфатовна, д-р физ.-мат. наук, гл. науч. сотр. ИДГ РАН, г. Москва, Россия. E-mail: irina@idg.chph.ras.ru

Константиновская Наталия Львовна, науч. сотр. ИДГ РАН, г. Москва, Россия. E-mail: konstnat@list.ru

Нестеркина Маргарита Алексеевна, ст. науч. сотр. ИДГ РАН, г. Москва, Россия. E-mail: nes-rita@yandex.ru

Registration opportunities of the temporary seismological network of IDG RAS on EEC

© 2020 A.G. Goev, S.G. Volosov, I.A. Sanina, N.L. Konstantinovskaya, M.A. Nesterkina

IDG RAS, Moscow, Russia

Abstract In 2017, as a part of the study of the deep structure of the central part of the East European craton (EEC), three temporary seismic observation points were installed. They were equipped with broadband three-component sensors. The position of the stations is due to the need to build a seismic section in the sub-latitudinal direction in order to study the collision zone of the triple junction of mega blocks in the central part of the EEC. Together with the small-aperture seismic array “Mikhnevo” (MHVAR), temporary seismic stations form an area observation system with distances between stations of the order of 100 km. In 2018, the stations of the temporary network of the IDG RAS had registered 765 events of various nature: 222 industrial explosions and 543 earthquakes. During the year, the “Mikhnevo” array records about 5000 events, of which about 1000 are earthquakes at teleseismic and regional distances, and about 900 are identified like industrial explosions. Mutual processing of observed data on the temporary network and on the “Mikhnevo” in some cases (17%) made it possible to specify the results of the location of industrial explosions obtained previously at the “Mikhnevo” over 10 km.

Keywords Central part EEP, network, seismicity, catalog, industrial explosions, earthquakes.

For citation Goev, A.G., Volosov, S.G., Sanina, I.A., Konstantinovskaya, N.L., & Nesterkina, M.A. (2020). [Registration opportunities of the temporary seismological network of IDG RAS on EEC]. *Rossiiskii seismologicheskii zhurnal* [Russian Journal of Seismology], 2(2), 84-90. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.35540/2686-7907.2020.2.08>

References

- Adushkin, V.V. & Malovichko, A.A. (Eds.) (2013). *Vzryvy i zemletryaseniya na territorii Evropeiskoy chasti Rossii* [Explosions and earthquakes in the European part of Russia]. PP. 287-342. Moscow, Russia: GEOS Publ. (In Russ.).
- Adushkin, V.V., Ovchinnikov, V.M., Sanina, I.A., & Riznichenko, O.Y. (2016). Mikhnevo: from seismic station No. 1 to a modern geophysical observatory. *Izvestiya, Physics of the Solid Earth*, 52(1), 105-116.
- Asming, V.E. (2004). *Sozdanie programmnogo kompleksa dlia avtomatizatsii, detektirovaniia, lokatsii i interpretatsii seismicheskikh sobytii i ego ispol'zovanie dlia izucheniiia seismichnosti Severo-Zapadnogo regiona: avtoref. diss. na soisk. uch. st. kand. fiz.-mat. nauk* [Creation of a software complex for automation, detection, location and interpretation of seismic events and its use for studying seismicity of the North-Western region. The dissertation on competition of a scientific degree of the candidate of physical and mathematical Sciences]. Moscow, Russia: IDG RAS Publ. (In Russ.).
- Bogdanova, S.V., Bingen, B., Gorbatshev, R., Kheraskova, T.N., Kozlov, V.I., Puchkov, V.N., & Volozh, Y.A. (2008). The East European Craton (Baltica) before and during the assembly of Rodinia. *Precambrian Research*, 160(1-2), 23-45.
- Droznin, D.V., & Droznina, S.Y. (2011). Interactive DIMAS program for processing seismic signals. *Seismic Instruments*, 47(3), 215.
- Mints, M.V., Suleymanov, A.K., Babayants, P.S., et al. (2010). *Glubinnoe stroenie, evoliutsiia i poleznye iskopaemye rannedokembriiskogo fundamenta Vostochno-Evropeiskoi platformy: Interpretatsiia materialov po opornomu profiliiu 1-EV, profiliiam 4V i TATSEIS* [Deep structure, evolution and minerals of the early Cambrian Foundation of the East European platform: Interpretation of materials on the reference profile of the 1-EB, profiles 4B and TATSEIS. V 2]. Moscow, Russia: GEOS Publ., 400 p. (In Russ.).
- Pavlenkova, N.I. (Ed.) (2006). *Stroenie i dinamika litosfery Vostochnoy Evropy: rezultaty issledovaniy po programme EUROPROBE* [Structure and dynamics of the lithosphere of Eastern Europe: results of research on the program EUROPROBE]. Moscow, Russia: GEOS Publ., 73 p. (In Russ.).
- Peterson, J. (1993). *Observation and modeling of seismic background noise. Open-File Report 93-322*. U.S. Department of Interior, Geological Survey, 91 p.
- Sanina, I.A., Gabsatarova, I.P., Chernykh, O.A., Riznichenko, O.Y., Volosov, S.G., Nesterkina, M.A., & Konstantinovskaya, N.L. (2011). The Mikhnevo small aperture array enhances the resolution property of seismological observations on the East European Platform. *Journal of Seismology*, 15(3), 545-556.

Information about authors

Goev Andrey Georgiyevich, Junior Researcher of the Institute of Geospheres Dynamics of the Russian Academy of Sciences (IDG RAS), Moscow, Russia. E-mail: a.g.goev@gmail.com

Volosov Sergey Georgiyevich, Senior Researcher of the IDG RAS, Moscow, Russia. E-mail: volosov@mail.ru

Sanina Irina Al'fatovna, Dr, Chief Researcher of the IDG RAS, Moscow, Russia. E-mail: irina@idg.chph.ras.ru

Konstantinovskaya Nataliya L'vovna, Researcher of the IDG RAS, Moscow, Russia. E-mail: konstnat@list.ru

Nesterkina Margarita Alekseyevna, Senior Researcher of the IDG RAS, Moscow, Russia. E-mail: nes-rita@yandex.ru