

КРИВОРОЖСКОЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ 23 ИЮНЯ 2013 ГОДА

На основании совместного договора Института геофизики (ИГФ) НАН Украины и Днепропетровской геофизической экспедиции (ДГЭ) “Днепрогеофизика” в октябре 2012 года в г. Кривой Рог на ул. Геологическая 2а была установлена сейсмическая станция UK15 разработки ИГФ НАНУ. Планируется, что установка этой станции положит начало развитию системы регистрации и анализа неординарных сейсмических (техногенных) событий в районе Криворожской агломерации. Первые результаты исследований показывают, что установка этой станции и оперативная обработка ее записей позволяет получить довольно важную информацию об особенностях природы сейсмических событий на территории Кривбасса. За короткий период работы станции уже зарегистрировано два локальных сейсмических события техногенной природы.

Ключевые слова: криворожские локальные сейсмические события; техногенные землетрясения; обвалы в карьерах и шахтах.

Введение

Криворожский железорудный бассейн (Кривбасс) с позиций геотектоники располагается в уникальном регионе Украинского щита, представленным межблоковой шовной зоной. Поэтому процессы интенсивной добычи руды сопровождаются широкомасштабными экологически опасными событиями геомеханической природы, что приводит к образованию подземных техногенных пустот, провално-оползневых и других явлений. Центры сейсмологической службы Украины на протяжении последних 20 лет в пределах территории Кривбасса регистрировали ряд достаточно сильных сейсмических событий (табл. 1). Интенсивность отдельных из них достигает магнитуды 4.6. Природные события не являются единственными. За последние пять лет особо крупными или очень специфическими для всей территории г. Кривого Рога являются и мощные сотрясения земли локального техногенного характера, связанные со взрывными работами в карьерах и шахтах. Обрушения в шахтных выработках настолько колоссальные, что они фиксируются на значительном расстоянии сейсмологическими станциями с определением их географических координат [Карта..., 2012].

Для обеспечения оптимальной и надежной системы регистрации, анализа криворожских сейсмических событий и выяснения их природы в ИГФ НАНУ было принято решение об организации в этом городе оперативной службы сейсмических наблюдений, на основании которого была установлена и запущена в непрерывном онлайн режиме сейсмическая станция UK15, которая по своим техническим свойствам разработана именно для регистрации сейсмических событий такой природы. Для ее размещения на базе Криворожской геофизической партии ДГЭ “Днепрогеофизика” (г. Кривой Рог, ул. Геологическая 2-а) был оборудован специальный постамент и проведен интернет для непрерывной передачи данных сейсмических записей в Национальный центр сейсмологических данных (НЦСД) ИГФ НАН Украины (рис. 1 и 2).

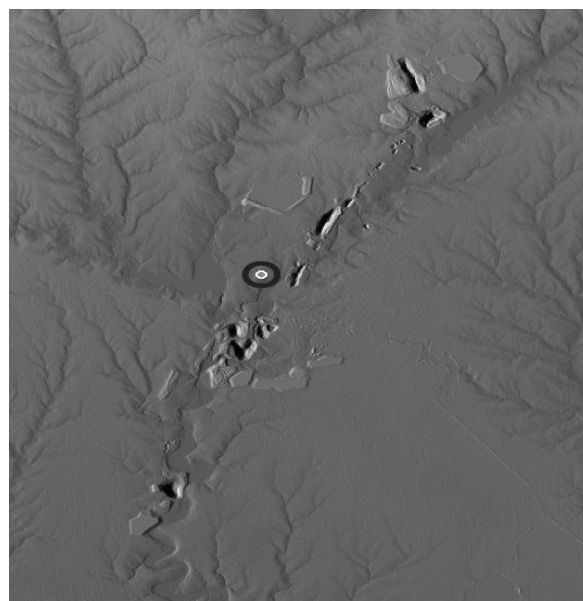


Рис. 1. Точка расположения станции UK15 (обведена линией) относительно участков карьерных и шахтных работ в районе г. Кривой Рог



Рис. 2. Модифицированные классические сейсмометры ВЭГИК повышенной чувствительности, расположенные на постаменте станции “Кривой Рог”

**Сейсмические события (техногенные землетрясения) в районе г. Кривой Рог
с 2007 по 2013 гг. [Список..., 2013]**

Время событий	Координаты		Магнитуда	Глубина очага в метрах
25-12-2007 04:09:31	47.79	33.38	3.3	14000
13-06-2010 03:58:17	48.02	32.35	4.3	447 - 527
18-09-2010 04:00:35	47.84	33.30	3.3	1200 - 1300
14-01-2011 05:03:12	48.10	33.40	3.5	447 - 527
26-06-2011 04:04:30	48.02	32.99	2.5	447 - 527
22-10-2011 04:06:45	48.89	33.24	3.1	1200 - 1270
31-03-2012 04:00:42	48.20	32.50	3.0	1200 - 1270
17-06-2012 04:03:16	47.70	33.57	3.0	1270 - 1300
28-11-2012 20:47:43*	47.787	33.341	3.1	0
23-06-2013 21:16:33*	48.04	33.42	4.6	2000

* с учетом данных станции UK15

Сейсмостанция в Кривом Роге

Рассмотрим вкратце основные аппаратно-технические параметры станции UK15, которые описывают ее специальные свойства, позволяющие благодаря ее высокой чувствительности регистрировать слабые и мощные техногенные события в районах шахтных и карьерных полей г. Кривой Рог.

Сравнивая амплитуды микросейсмического шума сейсмометра Guralp CMG40T и станции UK15 с модернизированными датчиками ВЭГИК видно, что амплитуды станции UK15 превышают амплитуды сейсмометра Guralp CMG40T почти в шесть раз (250:46) (рис. 3.).

Дальнейший визуальный анализ сравнения их совместных записей показывает, что они практически не отличаются по своим формам.

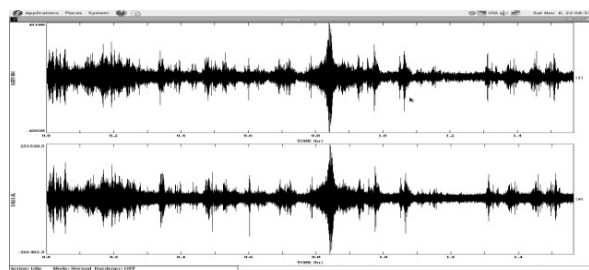


Рис. 3. Синхронные записи микросейсмического шума городского транспорта датчиками Guralp CMG40T (вверху) и модернизированными ВЭГИК со станцией UK15 (внизу) в общей точке

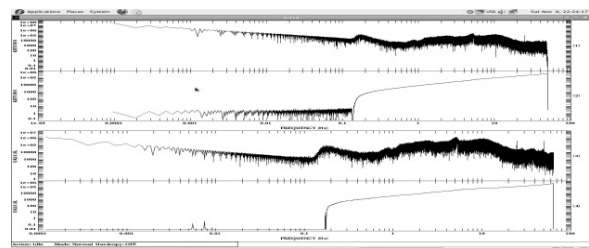


Рис. 4. Спектральные и фазовые характеристики записей Guralp CMG40T (вверху) и модернизированных ВЭГИК (внизу), которые представлены на рис. 3

Для оценки свойств станции был выполнен сравнительный анализ ее параметров с сейсмометром Guralp CMG40T на классическом постаменте. На этом специальном постаменте записи с сохранением велись одновременно и непрерывно через один общий компьютер.

Для более точного анализа отличительных характеристик на рис. 4 показаны спектры этих записей. По спектрам видно, что полоса пропускания сейсмометра Guralp CMG40T немного шире, чем у станции UK15, но при этом фазовый шум выше, чем у нашей станции.

Землетрясения в Кривом Роге

Наиболее интересными для сейсмологов Украины стали события в районе г. Кривой Рог 28/11/2012 (20:47:43) и 23/06/2013 (21:16) гг. Оба эти события зафиксированы станцией UK15 и рядом станций Крымской и Карпатской региональных сейсмологических сетей, а также многими станциями европейской сети. Для обработки сейсмического события 23/06/2013 г. были использованы сейсмические записи, полученные на станциях UK15 (рис. 5), Симферополь (SYM), Румыния (MLR) и Львов (LVV) (рис. 6).

Качество волновой записи на отдельных станциях неоднозначно, однако совместная интерпретация полученных записей дает возможность с достаточно высокой точностью определить параметры данного сейсмического события. Координаты сейсмических событий 28/11/2012 (20:47:43) и 23/06/2013 (21:16) близки к ранее регистрируемому вблизи г. Кривой Рог и приведены в табл. 1. Заслуживающим особым внимания является факт их близости к координатам Криворожского землетрясения 14 января 2011 года [Кендзе-ра и др., 2012], а также с сейсмическими событиями, зафиксированными 25/12/2007 и 09/12/2000.

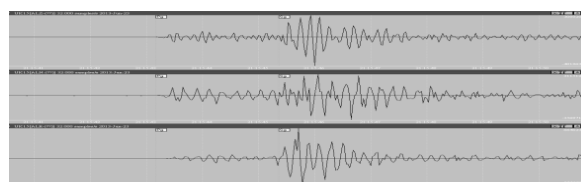


Рис. 5. Запись сейсмического события в окрестностях г. Кривой Рог 23.06.2013 (21:16) станцией UK15

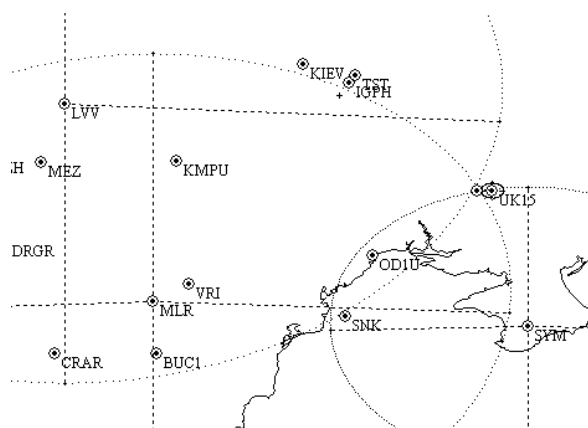


Рис. 6. Результат обработки сейсмического события 23:06:2013 (21:16) по четырем станциям

Выводы

1. Сейсмическая станция UK15 разработки ИГФ НАНУ по многим своим характеристикам не уступает, а даже превосходит сейсмометр Guralp CMG40T, а высокая ее чувствительность позволяет регистрировать и относительно слабые сейсмические события природно-техногенного характера.

Литература

Карта землетрясений Кривого Рога. http://seismo.kiev.ua/GoogleMap/KrivoRig/GoogleMapForKrivoRigExpl2012_02b.html

Список землетрясений Кривого Рога. <http://seismo.kiev.ua/KrivoRig/KrivoRigExpl02b.html>

Кендзера А.В., Пигулевский П.И., Щербина С.В., Свистун В.К., Гурова И.Ю., Лесовой Ю.В. Криворожское землетрясение 14 января 2011 года как локальное следствие сеймотектонических и техногенных процессов // Геодинаміка. – 2012. – 1(12) – С 114-119.

КРИВОРІЗЬКИЙ ЗЕМЛЕТРУС 23 ЧЕРВНЯ 2013 РОКУ

П.І. Пігулевський, С.В. Щербіна, І.Ю. Гурова, В.К. Свистун

На підставі спільного договору Інституту геофізики (ІГФ) НАН України та Дніпропетровської геофізичної експедиції (ДГЕ) "Дніпрогеофізика" у жовтні 2012 року в м. Кривий Ріг на вул. Геологічна 2а була встановлена сейсмічна станція UK15 розробки ІГФ НАНУ. Автори сподіваються, що установка цієї станції повинна покласти початок розвитку системи реєстрації та аналізу неординарних сейсмічних (техногенних) подій в районі Криворізької агломерації. Перші результати досліджень показують, що установка цієї станції і оперативна обробка її записів дозволяє отримати досить важливу інформацію про особливості природи сейсмічних подій на території Кривбасу. За короткий період роботи станції вже зареєстровано два локальних сейсмічних події техногенної природи.

Ключові слова: криворізькі локальні сейсмічні події, техногенні землетруси, обвали в кар'єрах і шахтах.

EARTHQUAKE OF 23 JUNE, 2013 IN KRYVYI RIH

P.I. Pigulevskiy, S.V. Shcherbina, I.Yu. Gurova, V.K. Svistun

On the base of the agreement between the Institute of Geophysics (IGP) National Academy of Sciences of Ukraine and Dnipropetrovsk Geophysical Expedition (DHE) "Dneprogeofizika" in October 2012 the seismic station UK15 developed by IGP National Academy of Sciences of Ukraine was installed in Kryvyi Rih, Geologichna 2a street. The authors hope that the installation of the station will initiate the development of a registration system and an analysis of unusual seismic (artificial) events in the Kryvyi Rih agglomeration. First results have shown that the installation of the station and the previous records processing allow to obtain important information about the features of the seismic events nature in Kryvbass. Two local artificial seismic events have been recorded since installation.

Key words: Kryvyi Rih local seismic events, artificial earthquakes, landslides in quarries and mines.