

## СЕЙСМОЛОГИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ НАБЛЮДЕНИЯ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЛОКАЛЬНЫХ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ В ДНЕПРОПЕТРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Приводятся краткие результаты предварительных исследований по выяснению природы землетрясений и обеспечению сейсмотехнической безопасности в техногенно-опасных районах Криворожского железорудного и Павлоградского угольного бассейнов. Показаны возможности высокочувствительной сейсмической станции UK15, установленной в г. Днепропетровске (п. Мирный), при регистрации удаленных и местных Криворожских и Павлоградских землетрясений.

**Ключевые слова:** сейсмогенная зона, землетрясение, сейсмичность, балльность, безопасность.

**Введение.** Согласно общего сейсмического районирования территория Днепропетровской области относится к асейсмичным или слабо-сейсмичным зонам. В геологическом отношении она расположена в пределах Восточно-Европейской платформы. Большая часть территории этой области расположена в пределах Среднеднепровского мегаблока Украинского щита и только ее северная часть приурочена к зоне его сочленения с Днепровским грабеном.

**Криворожско-Кременчугская сейсмогенная зона** приурочена к одноименной межблоковой шовной зоне УЩ. В ее пределах на протяжении последних пятнадцати лет было зарегистрировано ряд землетрясений с магнитудой не превышающей 4,0. Отсутствие записей близких к очагам станций позволяло делать только приближенную оценку глубины и пространственного положения очагов землетрясений. Для более четкой привязки эпицентров необходимо организовать станции наблюдений непосредственно вблизи г. Кривой Рог.

**Орехово-Павлоградская сейсмогенная зона** приурочена к одноименной межблоковой шовной

зоне. Специалистами Воронежской сейсмологической лаборатории РАН отмечена повышенная сейсмическая активность северной части ОПШЗ. Вблизи г. Павлограда были зафиксированы три сейсмических события (рис. 1).

**Криворожско-Кременчугская техногенная зона.** На протяжении последних 30-и лет идет процесс интенсивных и высокотехнологичных горнодобывающих работ в Криворожском и Кременчугском железорудных бассейнах. Огромные объемы горных пород в одних местах (карьеры, шахты) «изымаются» в других накапливаются (хвостохранилища, шламо-накопители и т.д.). Происходит перераспределение масс, что в значительной мере изменяет локальные поля тектонических напряжений. Разрушение пород может при этом происходить как в виде быстрых движений – землетрясений, так и в виде криповых явлений. Неожиданный процесс высвобождения внутри-коровых, а, возможно, и мантийных нагрузок в районе Кривбасса может приводить к проявлению техногенно спровоцированных землетрясений.

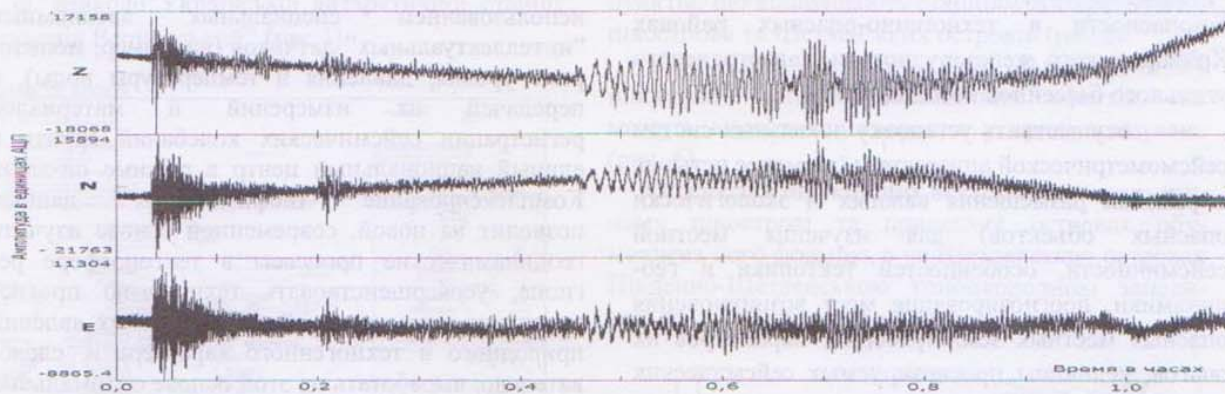


**Рис. 1.** Обзорная карта эпицентров землетрясений и скважин мониторинговых наблюдений за параметрами подземных вод:

- 1 – эпицентр землетрясения и его дата; 2 – варианты расположения эпицентра землетрясения 09.12.2000, 25.12.2007 и 14.01.2011 гг. по данным разных каталогов;  
3 – предполагаемая область эпицентров землетрясений вблизи г. Кривой Рог; 4 – скважины мониторинговых наблюдений за параметрами подземных вод.

**Организация Днепропетровской сейсмологической станции.** Для более точной регистрации локальных Криворожских землетрясений была установлена высоко-чувствительная сейсмическая станция UK15 в Днепропетровске (п. Мирный) на базе Днепропетровской геофизической экспедиции "Днепроеофизика". Опыт применения разработанной аппаратуры показал, что она позволяет регистрировать как сильные землетрясения, так и энергетически слабые локальные сейсмические события, которые могут трассировать зоны разломов, активизированные на современном этапе геологического развития региона. По результатам регистрации слабых местных, неощущаемых людьми землетрясений, можно осуществить долгосрочный и среднесрочный прогноз потенциально возможных опасных разрушительных землетрясений.

На рисунке 2 представлена трехкомпонентная сейсмограмма сильного Аляскинского землетрясения, происшедшего 24 июня 2011 года, зарегистрированная станцией UK15 в Днепропетровске. Несложный анализ вступлений сейсмических волн достаточно далеко удаленного мощного землетрясения показывает наличие у сейсмометрического комплекса UK15 высокой чувствительности (и других необходимых измерительных параметров), которые позволяют осуществить регистрацию, как слабых местных землетрясений и микросейсм, необходимых для сейсмического районирования (общего, детального и микросейсмического), так и получить материалы о современной тектонике и геодинамике региона, необходимые для решения задач прогнозирования местных землетрясений и защиты от них жилья, промышленных и общественных сооружений.



**Рис. 2.** Запись мощного Аляскинского землетрясения (24.06.2011), произведенная сейсмической станцией UK15 в Днепропетровске

**Использование микросейсмической информации для прогноза землетрясений.** Авторами доклада был выполнен расчет приращения балльности на основе записей станций UK15 и "Kiev-IRIS" (STS2). Базовой была выбрана американская сертифицированная сейсмическая станция STS2, расположенная в шахте в монолитных гранитах (п. Макаров, Киевская обл.) на стабильной асейсмической территории. На рис. 4 показан результат экспериментального расчета приращения сейсмической балльности, полученный на основе анализа отношения спектров записей микросейсмического шума на станций UK15 (п. Мирный, пригород Днепропетровска) и спектров записей микросейсмического шума на STS2 (п. Макаров, Киевская обл.). Из рис. 4 следует, что приращение балльности  $\lg(1.5) = 0.2$ .

Проблематичным в этом случае является доказательство идентичности источников микросейсмического шума для столь удаленных друг-друга станций.

Однако, применяя аналогичную процедуру для станций расположенных на небольшой территории, что позволит обеспечить идентичность источников микросейсмического шума, можно

одной стабильно работающей стационарной сейсмической станцией и второй - мобильной, сканирующей различные точки исследуемой площадки, выполнить расчет приращения балльности для любой её точки. Такие исследования предусмотрены перечнем инструментальных работ по сейсмическому микрорайонированию площадок.

Кроме микросейсмического районирования площадок предполагается использовать результаты работы локальной системы сейсмологических наблюдений в режиме он-лайн для прогнозирования землетрясений по уровню изменения микросейсм и по особенностях их спектров.

Использование современных и широко распространенных интернет-ресурсов для приема-передачи собираемой и анализируемой сейсмической информации, позволит предупредить жителей региона и Украины (по социальным сетям и мобильной связи) о готовящихся опасных сейсмических событиях в ККШЗ, ОПШЗ и в Криворожском железнорудном бассейне, в частности.

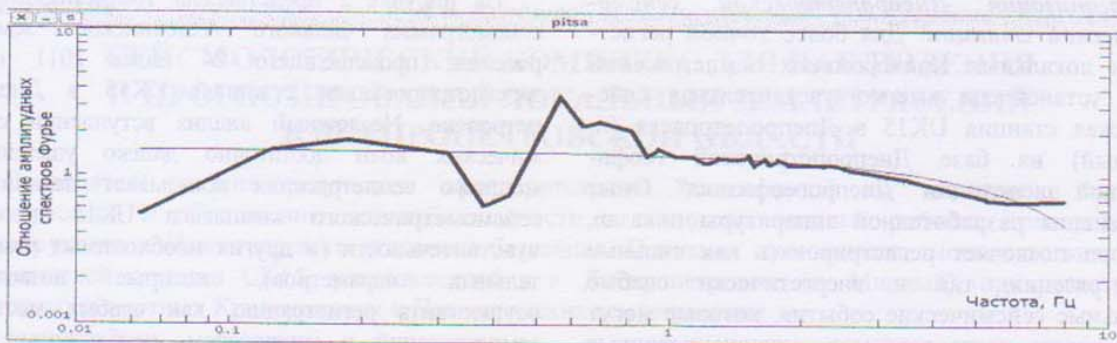


Рис.4. Отношение спектров записей микросейсмического шума на станций UK15 (п. Мирный, пригород Днепропетровска) и спектров записей микросейсмического шума станции STS2

**Заключение.** Анализ результатов проведенных исследований показал, что для выяснения природы землетрясений и обеспечения сейсмобезопасности в техногенно-опасных районах Криворожского железорудного и Павлоградского угольного бассейнов необходимо:

- осуществить установку локальных систем сейсмометрической аппаратуры (не менее четырех в районах размещения важных и экологически опасных объектов) для изучения местной сейсмичности, особенностей тектоники и геодинамики, прогнозирования мест возникновения опасных местных землетрясений, параметров их очагов, величины прогнозируемых сейсмических воздействий и оценки сейсмического риска;

- создать локальные пункты наблюдений флуктуаций геофизических полей, связанных с подготовкой местных землетрясений, с использованием специальных автономных “интеллектуальных” датчиков (например, мониторинг уровня, давления и температуры воды), с передачей их измерений и материалов регистрации сейсмических колебаний грунта в единый национальный центр в режиме он-лайн. Комплексование геофизических данных позволит на новой, современной основе изучить геодинамические процессы в тектоносфере региона, усовершенствовать технологию прогнозирования возможных катастрофических явлений природного и техногенного характера и, следовательно, выработать на этой основе оптимальные мероприятия по уменьшению ущерба.

#### СЕЙСМОЛОГІЧНИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ СПОСТЕРЕЖЕННЯ Й ПРОГНОЗУВАННЯ ЛОКАЛЬНИХ ЗЕМЛЕТРУСІВ У ДНІПРОПЕТРОВСЬКІЙ ОБЛАСТІ

О.В. Кендзера<sup>1</sup>, П.Г. Пігулевський<sup>2</sup>, С.В. Щербина<sup>1</sup>, В.К. Свистун<sup>2</sup>

Наводяться короткі результати попередніх досліджень по з'ясуванню природи землетрусів і забезпеченню сейсмобезпеки в техногенно-небезпечних районах Криворізького залізорудного й Павлоградського вугільного басейнів. Показано можливості високочутливої сейсмічної станції UK15, установленій в м. Дніпропетровську (с. Мирний), при реєстрації віддалених і місцевих Криворізьких і Павлоградських землетрусів.

**Ключові слова:** сейсмогена зона, землетрус, сейсмічність, бальність, безпека.

#### SEISMIC SYSTEM FOR MONITORING AND FORECASTING LOCAL EARTHQUAKES IN THE DNEPROPETROVSK REGION

A.V. Kendzera<sup>1</sup>, P.I. Pigulevskiy<sup>2</sup>, S.V. Scsherbina<sup>1</sup>, V.K. Svistun<sup>2</sup>

Summarizes the results of preliminary studies to ascertain the nature of earthquakes and seismic safety in the provision of technologically-risk areas Krivoy Rog iron ore and coal basins Pavlograd. The possibilities of highly sensitive seismic stations UK15, established in Dnepropetrovsk (n. Mirnij), check local and remote Kryvyi Rih and Pavlogradskij earthquakes.

**Keywords:** seismogenic zone, earthquake, seismic, seismological complex, intensity, security.

<sup>1</sup> Інститут геофізики НАН України

<sup>2</sup> Дніпропетровська геофізическа експедиція «Днепрогеофізика»