

ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ СЕЙСМИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ В УКРАИНЕ

Щербина С.В., Лесовой Ю.В., Фещенко А.И.

Институт геофизики им. С.И. Субботина НАН Украины
г. Киев, Украина

АННОТАЦИЯ: Для проведения работ по оцінці сейсмічної небезпеки необхідно проводити певні процеси спостережень, які дозволяють отримувати необхідні значення мікросейсмічних коливань поверхні землі. Пропонується використовувати для цього сучасні лазерні пристрої, що дозволять прибрати деякі відомі проблеми процесів вимірювання.

АННОТАЦИЯ: Для проведения работ по оценке сейсмической опасности необходимо проводить определенные процессы наблюдений, которые позволяют получать требуемые значения микросейсмических колебаний поверхности земли. Предлагается использовать для этого современные лазерные устройства, которые позволят убрать некоторые известные проблемы процессов измерения.

ABSTRACT: For working on seismic hazard assessment observing certain processes that allow for the required values of microseismic fluctuations surface should be carried out. It is proposed to use for this advanced laser devices that will remove some of the known problems of measurement processes.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: лазер, сейсмическая опасность, землетрясения, измерения смещений, скорости и ускорений.

Хорошо известно, что практически все методы проведения исследований по разным видам оценки сейсмической опасности в разных точках нашей страны требуют проведения определенных процессов измерений вибрации поверхности земли необходимыми для этого устрой-

ствами. На основании таких длительных наблюдений и интерпретаций причин опасных сейсмических явлений на сопредельных территориях в нашей стране была сделана попытка выявить основной источник сейсмической опасности, которым является зона Вранча (рис. 1). Как видно на этом рисунке, в последнее время были даже сделаны некоторые шаги для модификации этих первичных параметров пространственного распределения балльности в районах Южно-Украинской и Запорожской атомных станций.



Рис. 1. Известная карта сейсмической опасности Украины

Экспериментальный временной период регистрации сейсмических событий и наблюдений для построения такой карты балльности является значительно малым для необходимого для этого реального периода наблюдений. Как известно, сейсмичность есть неустойчивый процесс и его временные интервалы и максимальные значения могут существенно меняться для любых территорий нашей планеты.

Таким существенным событием, подтверждающим эту гипотезу, стало увеличение сейсмической интенсивности в нашей стране за последние пять лет (табл. 1).

Таблица 1

Количество землетрясений в Украине за последние пять лет

N	Год	Количество землетрясений	M макс.
1	2011	6	4.1
2	2012	8	3.8
3	2013	7	4.6
4	2014	6	4.5
5	2015	14	4.8

Последнее интенсивное сейсмическое событие [1] (время - 2015-02-03 05:56:31, место - 50.64N 34.13E, глубина — 10, магнитуда — 4.8) (рис. 2), которое случилось на севере нашей страны в районе города Сумы,

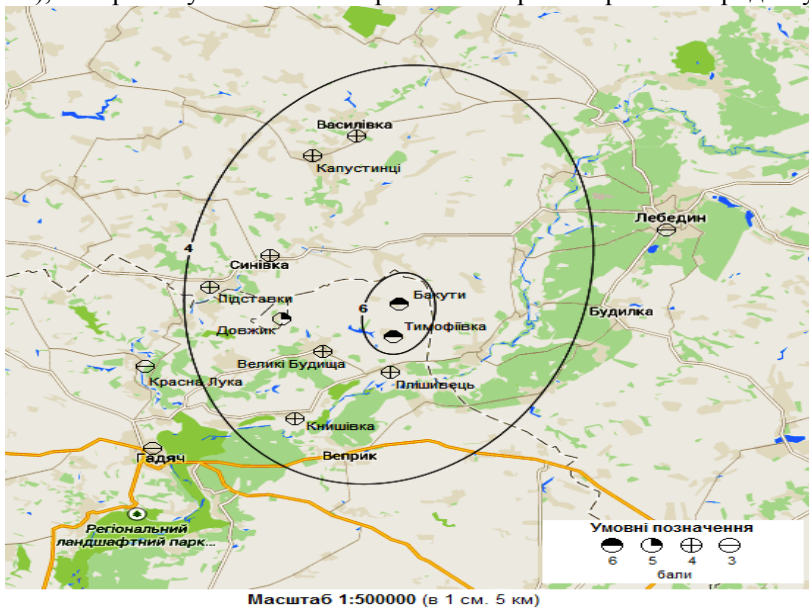


Рис. 2. Пространственное распределение линий изосейст в районе Сумского землетрясения в Украине в феврале 2015 года [1]

показало, что произошли существенные изменения в пространственно-временном распределении интенсивности сейсмических событий в нашей

стране и поэтому нам необходимо развивать специальную систему сейсмологических наблюдений, которая позволит более точно определять места сейсмических событий и их интенсивность.

На карте изосейст (рис. 2) видно, как неравномерно распространены изолинии интенсивности проявления Сумского землетрясения. Это землетрясение было ощутимо в радиусе 40 км. В область максимального сотрясения попадают села Тимофеевка и Бакуты со значением 6-ти баллов; пятибалльная зона была ощутима в с. Довжик. Большая часть территории претерпела интенсивность сотрясений в районе 4-х и 3-х баллов. Села Васильевка и Капустинцы, в которых отмечался эпицентр, определенный по данным сейсмостанций, имеют 4 балла интенсивности. Города Лебедин и Гадяч характеризуются 3-х балльными значениями интенсивности [1].

Увеличение сейсмической интенсивности в сейсмоопасных точках нашей страны требует проведения не только наблюдений сейсмических колебаний на поверхности земли, но и в точках расположений зданий, для которых необходимо проводить специальные измерения. При проведении таких работ измеряются три физических параметра — смещение, скорость и ускорение, которые позволяют оценить силу внешних влияний на состояние зданий. Для этого необходимо использовать соответствующие измерительные устройства, которые позволяют избегать существенных численных ошибок в расчетных значениях смещения, скорости и ускорения.

На рис. 3а и рис. 3б показаны результаты измерений ускорения и расчетов скорости и смещения сейсмометром GURALP CMG-40T [2].

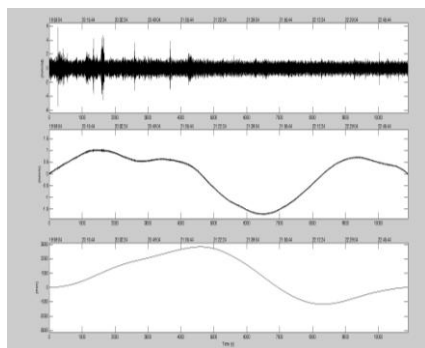


Рис. 3а. Измеренное ускорение (верхний) и рассчитанные значения скорости (средний) и смещения (нижний)

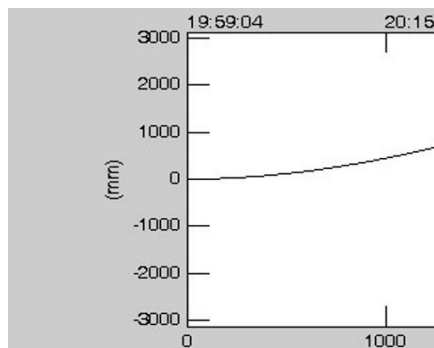


Рис. 3б. Увеличенное расчетное значение смещения (нижнее на рис.3а), которое лежит в диапазоне от -3000 до +3000 мм

Существенная ошибка при расчете смещений обусловлена ограниченными возможностями численного метода, который используется при проведении таких вычислительных процедур математическими средствами от ПО “MATLAB”, которое поставляется в нашу и другие страны для сертифицированного сейсмометрического устройства GURALP CMG-40T.

Для решения таких математических и технических проблем при проведении работ по измерению смещения, скорости и ускорения при оценке сейсмической опасности оптимальнее использовать лазерные сейсмометрические устройства, которые напрямую позволяют измерять смещения и получать путем математической операции дифференцирования экспериментальных значений смещений значения скорости и ускорения.



Рис. 4а. Точка отражения луча лазера от маятника вертикального сейсмометра

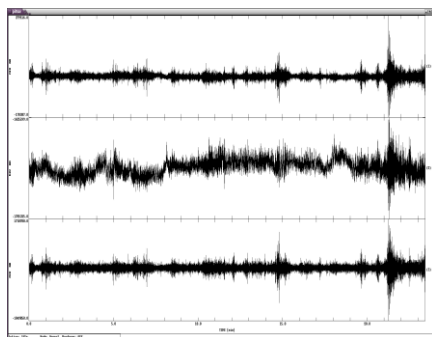


Рис. 4б. Сравнительный расчетный анализ записей сейсмометра (верхний), лазера (средний) и дифференцированная запись лазера (нижний)

В ИГФ НАНУ разработана и зарегистрирована в организации “Укрпатент” (номер заявки на патент А201508011) лазерная измерительная система, которая позволяет проводить непосредственно сами измерения смещений маятников в классических сейсмометрах. На рис. 4а показана точка отражения луча лазера от маятника классического вертикального сейсмометра и три записи (рис. 4б), две верхних — записи скорости и смещения, нижний — расчетная запись скорости. Проведенные экспериментальные работы для выбора оптимальных измерительных

систем смещения, скорости и ускорения для проведения работ по оценке сейсмической опасности в точках наблюдений показали, что наиболее оптимальными являются именно лазерные измерительные системы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Макросейсмічні прояви землетрусу 03.02.2015 на межі Полтавської і Сумської областей / [Кендзера О.В., Щербіна С.В., Чалий О.О., Ільєнко В.А.] // Вісник КНУ, 2015-2016. (в публікації).
2. Triaxial Broadband Seismometer CMG-40T. Operator's guide. <http://www.guralp.com/documents/MAN-040-0001.pdf>

REFERENCES

1. Macroseismic manifestations on the verge of earthquake 02.03.2015 Poltava and Sumy regions / [Kendzera A.V., Shcherbina S.V., Chaly O.O, Iliencko V.A.] // Bulletin of KNU, 2015-2016. (In publications).
2. Triaxial Broadband Seismometer CMG-40T. Operator's guide. <http://www.guralp.com/documents/MAN-040-0001.pdf>

Статья поступила в редакцию 04.08.2015 г.