

Virtual seismological network of Sofia University – results and perspectives

Виртуална сеизмологична мрежа на Софийски Университет – резултати и перспективи

*Reneta Raykova¹, Lyuba Dimova¹, Maria Filipova¹, Milen Tsekov¹, Lilia Dimitrova²
Ренета Райкова¹, Люба Димова¹, Мария Филипова¹, Милен Цеков¹, Лилия Димитрова²*

¹ Физически факултет на СУ „Св. Кл. Охридски“, бул. „Дж. Баучър“ 5, 1165 София; E-mails: rraykova@phys.uni-sofia.bg; lyuba_dimova@phys.uni-sofia.bg; mariarfilipova@gmail.com; tsekov@phys.uni-sofia.bg

² Национален институт по геофизика, геодезия и география, ул. „Г. Бончев“ бл. 3, 1113 София; E-mail: lidim@geophys.bas.bg

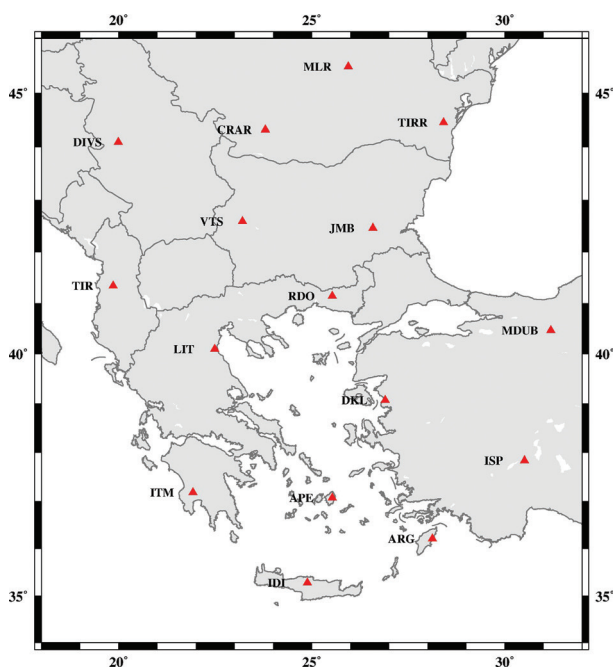
Abstract. Virtual seismological network of Sofia University (VSNSU) is operating since 2015 and it is funded by Sofia University. The network consists from 16 international seismic networks on the Balkan Peninsula region. The stations are with open real time access to the data. The seismograms are used to define seismic wave phases of teleseismic events, the different magnitudes of regional events as well as in cross-correlation of seismic noise. VSNSU is used in student exercises, preparation of theses and research.

Keywords: seismic network, seismicity, wave phases, magnitude, seismic noise.

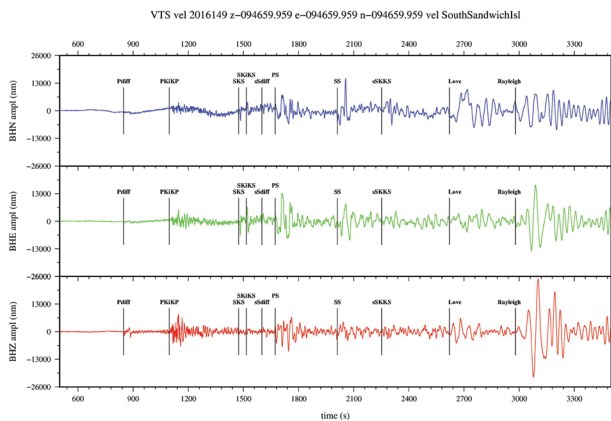
Виртуалната сеизмична мрежа на Софийски университет (ВСМСУ) започва работата си през 2015 г. и е финансирана от Фонд научни изследвания на Софийски Университет. Състои се от 16 сеизмични станции, опериращи на Балканския полуостров и имащи свободен достъп до данните в реално време. Сеизмичните станции са от националните мрежи на Румъния, Сърбия, Албания, Гърция, Турция и България (фиг. 1). Сеизмометрите са ширококолентови с честота на цифроване от 20 до 100 отчета за секунда. Данните се събират в реално време на компютър в сектор „Геофизика“, Физически факултет на СУ посредством програмния пакет SeisComp3 (www.seiscomp3.org). При прекъсвания в работата на мрежата липсващите данни се заявяват допълнително от централите за сеизмични данни IRIS (www.iris.edu) и EIDA (www.orfeus-eu.org/eida). Събраните сеизмични данни се анализират с различни софтуерни пакети, изследвайки различни параметри и свойства на сеизмичния източник или на средата, през която се разпространяват сеизмичните вълни.

Една от научните задачи при работата на ВСМСУ е определяне на времето на пристигане на различните вълнови фази от телесеизмични земетресения. Използва се локализацията на земетресенията, дадена от ISC (www.isc.ac.uk) и софтуерния пакет TauP (www.seis.edu/taup) за пресмятането на теоретичното време на пристигане на различните фази, използвайки 4 глобални модела на Земята – JB, PREM, IASP91, AK135. Теоретичното време на пристигане на отделните фази се използват за идентификация на вълновите фази на записите от

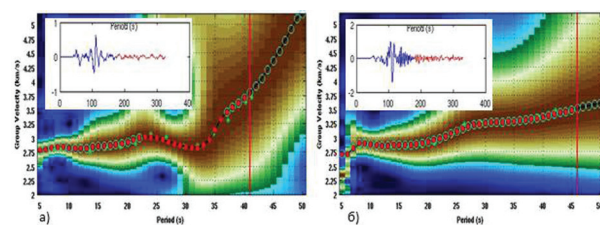
събитията и действителното време на пристигане на отделните фази. Разработен е програмен код за визуализация на трите компонента на сеизмограмите от дадена станция с означение на отделните идентифицирани фази. Действителните времена на пристигане на отделните фази са от съществено значение за уточняване на модела за вътрешния строеж на Земята. Пример за идентификацията на



Фиг. 1. Сеизмични станции от Виртуалната Сеизмологична Мрежа на Софийски Университет



Фиг. 2. Вълновите фази за земетресение в региона на Южните Сандвичови острови (дата 28.05.2016, час 09:47:02, координати 56.15°S 26.76°W, дълбочина 100 km, магнитуд Mw=7.2), регистрирано на станция VTS



Фиг. 3. Крос-корелация на сеизмичен шум на станции VTS и DIVS: *a* – вълновата форма на функцията на Грийн и съответната дисперсионна крива. Земетресение близо до станция DIVS, регистрирано на станция VTS; *b* – вълнова форма на земетресението и съответната дисперсионна крива.

различни фази на едно от анализирания събития е дадено на фигура 2.

Друга научна задача при анализа на сеизмичните данни от ВСМСУ е определяне на различните магнитуди на регионални земетресения от района на Балканския полуостров. Разработен е програмнен код за определянето на магнитуд по продължителност M_d , локален магнитуд M_l , магнитуд по повърхностни вълни M_s , магнитуд по обемни вълни M_b . Измерените магнитуди са използвани за определянето на специфични статистически зависимости за Балканския полуостров за определяне на съответния магнитуд в зависимост от амплитудата на съответната вълна и/или епицентралното (хипоцентралното) разстояние и/или продължителността на земетресението. Измерванията на магнитудите е от съществено значение за извеждането на единни магнитудни скали за целия Балкански полуостров. Детайлно описание на измерванията и първите зависимости за Балкански полуостров са дадени в Raykova et al. (2016).

Последните (настоящи) научни изследвания са свързани с корелацията на сеизмичен шум на записите от ВСМСУ. Това е сравнително нова техника от последните 10 години (Campillo, Paul, 2003) за извличане на вълновата форма на функцията на Грийн за всяка двойка станции чрез крос-корелация на сеизмичен шум най-малко на едногодишни записи (Yao et al., 2006). От получената вълнова форма може да се определи дисперсионната крива на повърхностните вълни (Yao et al., 2005), а от там и евентуалната скоростна структура между всяка двойка станции. След определянето на дисперсионните криви между всяка двойка станции може да се приложи класически томографски метод за определяне на 3-мерната структура в изследвания район. Предимството на крос-корелацията пред класическите измервания (земетресение–станция) е, че не е нужно изследваният район да е земетръсен, разделителната способност зависи само от гъстотата на използваните станции. На фигура 3а е даден пример за дисперсионна крива, извлечена при крос-корелацията на сеизмичен шум на станциите DIVS и VTS, а на фигура 3б – дисперсионната крива, определена от запис на станция VTS на земетресение близо до станция DIVS. Вижда се ясно аналогията между дисперсионните криви.

Съществуването на ВСМСУ е от съществено значение за обучението на студентите, като дава възможност за работа с реални данни и съвременни методи на анализ. Има възможност за разработване на дипломни работи с конкретна научна стойност, както и дисертационни трудове. При досегашното почти тригодишно функциониране на мрежата вече има няколко участия на студенти и докторанти на научни конференции и в публикуването на научни статии.

Литература References

- Campillo, M., A. Paul. 2003. Long-range correlations in the diffuse seismic coda. – *Science*, 299, 547–549.
- Raykova, R., M. Tsekov, V. Protopopova, M. Filipova, L. Dimitrova, L. Dimova. 2016. Magnitude determinations from records of the VSNSU seismic stations. – *In: Proceedings of the 3rd Bulgarian National Congress on Physical Sciences, Sofia, Bulgaria*. Sep. 29 – Oct. 02, 2016, S06.23-1-10. Sofia, Heron Press (DVD: ISBN 978-954-580-364-2).
- Yao, H., G. Xu, L. Zhu, X. Xiao. 2005. Mantle structure from inter-station Rayleigh wave dispersion and its tectonic implication in Western China and neighboring regions. – *Phys. Earth Planet. Int.*, 148, 1, 39–54.
- Yao, H., R. D. van der Hilst, V. Maarten. 2006. Surface-wave array tomography in SE Tibet from ambient seismic noise and two-station analysis – I. Phase velocity maps. – *Geophys. J. Int.*, 166, 2, 732–744.