

## СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ СЕЙСМОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ В КАРПАТСЬКОМУ РЕГІОНІ УКРАЇНИ

Наведено коротку історію проведення сейсмологічних спостережень в Карпатському регіоні, обґрунтовано необхідність вдосконалення сейсмічної апаратури та автоматизації обробки отриманих даних. Приведено перелік діючих сейсмічних станцій, їх обладнання та основні параметри, схему розташування. Дано перелік задач, які вирішуються за допомогою отриманих матеріалів сейсмологічних спостережень. Вказано основні напрямки модернізації апаратних засобів отримання сейсмічної інформації, зв'язку, програмного забезпечення.

**Ключові слова:** сейсмологія; землетрус; сейсмологічна мережа; комп'ютерні технології; цифрові дані; база даних.

Сейсмологічні дослідження в Карпатському регіоні мають більш ніж столітню історію, яка розпочалася в 1899 році з організації у Львові сейсмічної станції. В наступному столітті в регіоні було організовано ще декілька сейсмостанцій, оснащених аналоговою апаратурою для реєстрації, в основному, далеких сильних землетрусів, зокрема в Чернівцях (1907), Ужгороді (1934), Рахові (1956), Міжгір'ї та Косові (1961).

В кінці ХХ-го століття, з розвитком промисловості та будівництва, перед сейсмо-логією постала нова, актуальна задача – вивчення сейсмічної небезпеки від близьких і місцевих землетрусів. Існуюча, на той час, система спостережень не могла забезпечити сейсмічну науку необхідним емпіричним матеріалом, який відповідав би вимогам часу.

Початок модернізації Карпатської сейсмологічної мережі припав на кінець минулого століття, коли стало ясно, що дані, отримані за допомогою аналогової апаратури не дозволяють ефективно розв'язувати задачі з вивчення місцевої сейсмічності. Модернізація розпочалась з організації ряду нових сейсмічних і геофізичних станцій та створення цифрової апаратури для сейсмічних спостережень. А в кінці 90-х років постала задача створити автоматизовану сейсмологічну мережу, яка могла б стати складовою частиною національної системи сейсмологічних спостережень України і максимально наближалася до світових стандартів одержання та обробки сейсмологічних даних.

В результаті робіт, проведених у 1990-2009 р.р. було розроблено та виготовлено експериментальні зразки ряду цифрових апаратних комплексів серії DAS [Вербицький С.Т. та ін., 2006], найновішими з якої – DAS-05, в даний час оснащено практично усі сейсмічні станції Карпатського регіону. Цифрова апаратура та програмне забезпечення, спеціально розроблені у Відділі сейсмічності, стали основою сучасної Карпатської регіональної сейсмологічної мережі (КРСМ).

Суттєво збільшено кількість станцій та географію їх розташування, наразі КРСМ складається з 20 сейсмічних станцій і охоплює територію п'яти областей України: Львівську, Закарпатську,

Івано-Франківську, Чернівецьку та Хмельницьку. Обладнання та основні параметри сейсмічних станцій наведені в табл. 1, схема розміщення станцій КРСМ представлена на рис.1.

Таблиця 1  
Обладнання та основні параметри сейсмічних станцій КРСМ

Код станції	Широта (N)	Довгота (E)	Висота (m)	Сейсмо-метр	Реєстратор
LVV	49,820	24,031	320	CD-1 CMG-40T	DAS-05 Guralp
UZH	48,629	22,291	160	CKD	DAS-05
RAK	48,036	24,173	460	CKD	DAS-05
MEZ	48,543	23,498	420	CKD	DAS-05
CHR	48,298	25,922	300	CKD	DAS-05
NSL	48,198	23,457	250	CM-3KB	DAS-05
MUKU	48,454	22,687	125	CM-3KB	DAS-05
TRSU	48,095	22,957	120	CM-3KB	DAS-05
ONO	48,664	22,333	168	CKM-3	DAS-03
MORS	49,124	23,876	260	CM-3KB	DAS-05
KSV	48,314	25,065	450	CKD	DAS-05
HORU	49,214	26,426	340	CM-3KB	DAS-05
KMPU	48,563	26,460	121	CKD	DAS-05
NDNU	48,595	27,366	242	CM-3KB	DAS-05
KORU	48,157	23,134	160	CM-3KB	DAS-05
SHIU	49,225	23,359	600	CM-3KB	DAS-05
STAU	48,710	24,502	391	CM-3KB	DAS-05
STZU	49,016	22,623	385	CM-3KB	DAS-05
BERU	48,234	22,646	160	CM-3KB	DAS-05
BRIU	48,338	23,020	180	CM-3KB	DAS-05

Кілька років тому для отримання записаної станціями сейсмічної інформації була необхідність періодично відряджати персонал і зчитувати дані, однак розвиток та здешевлення сучасних систем зв'язку дали нові можливості для вдосконалення КРСМ. Застосування віддаленого доступу до сейсмологічної апаратури засобами INTERNET дозволило отримувати дані сейсмологічних спостережень в реальному часі та проводити їх оперативну обробку.

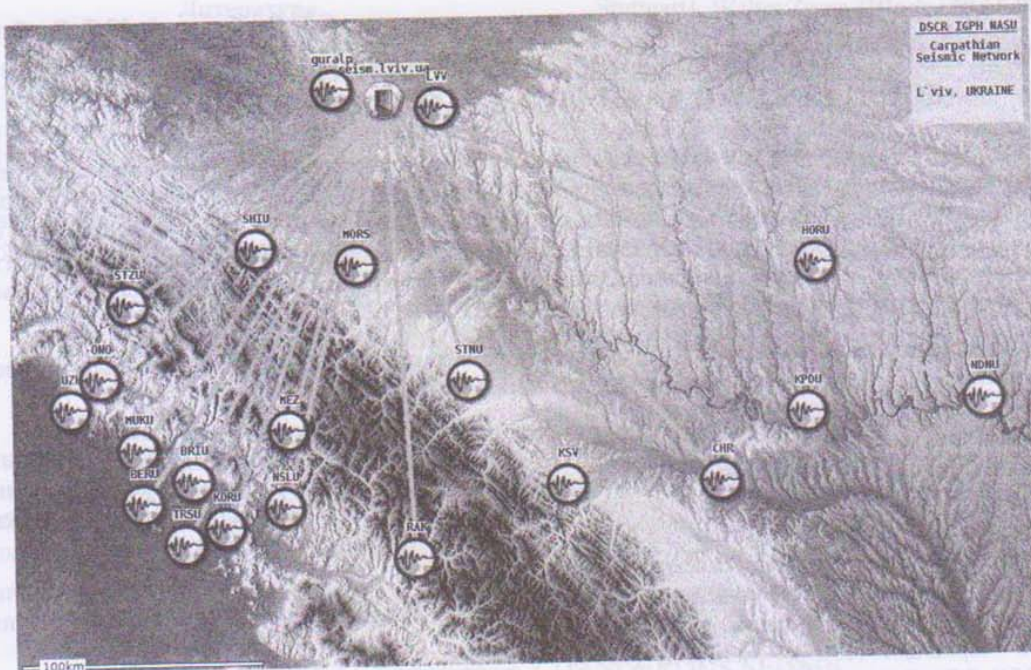


Рис.1. Схема розміщення сейсмостанцій КРСМ

На базі сейсмостанції “Львів” організовано Регіональний сейсмологічний центр (РСЦ). Тут відбувається управління потоками інформації у всіх ланках системи, а також документування і збереження всієї інформації, яка надходить. РСЦ забезпечується програмними засобами для обробки, систематизації та архівування одержаної сейсмологічної інформації. Функціональна схема інформаційних потоків КРСМ представлена на рис.2 [Вербицький С.Т. та ін., 2004].

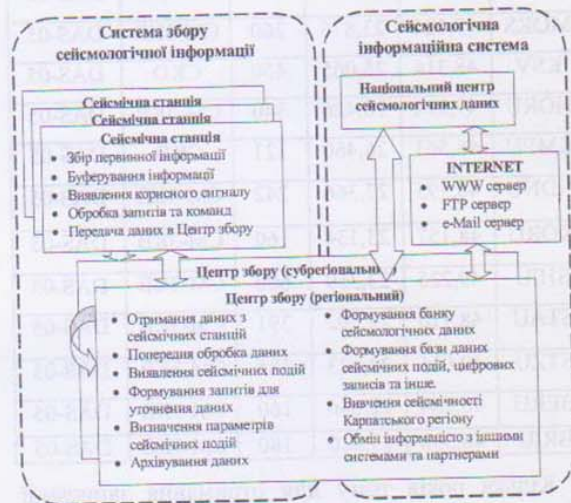


Рис. 2. Функціональна схема інформаційних потоків КРСМ

При створенні системи неперервного сейсмологічного моніторингу важливим є вибір програмного забезпечення для автоматизації процесу збору даних та їх аналізу. Із існуючих у світі програмних продуктів було вибрано пакет *Earthworm*, який забезпечує збір та автоматичну

обробку сейсмологічної інформації у режимі реального часу.

Система *Earthworm* складається з набору модулів, що взаємодіють між собою за допомогою повідомлень. Кожна функція системи виконується окремим модулем, що може працювати незалежно від інших як в апаратному, так і в програмному відношенні. Таким чином забезпечується виконання важливих системних процесів незалежно від роботи інших модулів, що забезпечує живучість системи в цілому [Вербицький С.Т. та ін., 2009]. Спеціально розроблене програмне забезпечення дозволяє оператору РСЦ спостерігати за процесом отримання сейсмологічних даних та контролювати процес обробки даних в інтер-активному режимі.

Отримані матеріали сейсмологічних спостережень забезпечують розв'язання наступних важливих задач:

- визначення координат та динамічних параметрів вогнищ землетрусів;
- вивчення параметрів сейсмічності, сейсмічного режиму та просторово-часових варіацій геофізичних полів;
- визначення найбільш ймовірних місць розташування вогнищевих зон очікуваних землетрусів;
- вивчення кінематичних і динамічних параметрів сейсмічних коливань та їх розподілу в часі і просторі;
- вивчення регіональних кореляційних зв'язків між параметрами вогнищ землетрусів, сейсмічною струшваністю і динамічними параметрами спостережуваних коливань;
- вивчення глибинної будови земної кори і верхньої мантії сейсмологічними методами.

Перспективи подальшого розвитку КРСМ та вдосконалення сейсмологічних досліджень в Карпатському регіоні можна розглядати у кількох

напрямах. Розвиток топології мережі, хоч і незначний, враховуючи кількість діючих станцій, заплановано організацією двох станцій – в р-ні Бучача на Тернопільщині та поблизу Мостиськ Львівської обл. Вдосконалення зв'язку – під'єднання ще двох станцій в режим передачі даних on-line, наразі працює 18. Численні сучасні технічні розробки буде впроваджено в апаратну частину та програмне забезпечення сейсмостанцій серії DAS.

Досвід організації КРСМ може бути використаний при створенні в Україні Національної системи сейсмологічних спостережень, а також спеціальних систем сейсмічного моніторингу для АЕС та інших важливих об'єктів.

#### Література

Вербицький С.Т., Сапужак І.Я., Стасюк А.Ф., Вербицький Ю.Т. Апаратно-програмний комп-

лекс DAS-04 для моніторингу небезпечних геодинамічних процесів та природних явищ // Матеріали Всеукраїнської наукової конференції „Моніторинг небезпечних геологічних процесів та екологічного стану середовища”. – Київ: Київський НУ, 2006. – С. 159-161.

Вербицький С.Т., Кендзера О.В., Вербицький Ю.Т., Стасюк А.Ф., Олещук Є.І. Удосконалення та розвиток системи збору сейсмологічної інформації в Карпатському регіоні // Міжвідомчий науково-технічний збірник наукових праць (будівництво). НДІБК. – Київ. – 2004. - Вип.60. – С.83-88.

Вербицький С.Т., Стецьків О.Т., Вербицький Ю.Т., Рожок Н.І., Пронишин Р.С. Система збору, обробки та аналізу сейсмологічних даних Карпатського регіону // Геофиз. журн. – Київ. – 2009. – 31, №1.

### СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СЕЙСМОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В КАРПАТСКОМ РЕГИОНЕ УКРАИНЫ

С.Т. Вербицкий, Ю.Т. Вербицкий

Приведена краткая история проведения сейсмологических наблюдений в Карпатском регионе, обоснована необходимость совершенствования сейсмической аппаратуры и автоматизации обработки полученных данных. Приведен перечень действующих сейсмических станций, их оборудования и основные параметры, схему расположения. Дан перечень задач, решаемых с помощью полученных материалов сейсмологических наблюдений. Указана основные направления модернизации аппаратных средств, программного обеспечения, средств связи.

**Ключевые слова:** сейсмология; землетрясение; сейсмологическая сеть; компьютерные технологии; цифровые данные; база данных.

### CURRENT STATE AND PROSPECTS OF DEVELOPMENT STUDIES SEISMOLOGICAL IN THE CARPATHIAN REGION OF UKRAINE

S. Verbytskyj, G. Verbytskyj

Shows the short history of seismological observations in the Carpathian region, the necessity of improving the seismic equipment and automation of processing the data. Is the list of existing seismic stations, their equipment and basic parameters layout. Given a list of problems to be solved by using materials obtained seismological observations. Shows the main directions of modernization of the hardware receive seismic information, communications and software.

**Key words:** seismology; earthquake; seismological network; computer technology; digital data; database.

*Відділ сейсмічності Карпатського регіону ІГФ НАН України, м. Львів*