

**ДОСЛІДЖЕННЯ ГЛИБИННОЇ БУДОВИ  
ЗЕМНОЇ КОРИ ТА ВЕРХНЬОЇ МАНТІЇ ЗА ПРОФІЛЕМ ГСЗ  
ДЕБРЕЦЕН–МУКАЧЕВЕ–РІВНЕ (ПРОЕКТ PANCAKE-08)**

**© В.І. Старостенко, В.Д. Омельченко, Д.В. Лисинчук,  
О.В. Легостаєва, Д.М. Гринь, К.В. Коломієць, 2009**

*Інститут геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України, Київ, Україна*

The Debrecen-Mukacheve-Rivne DSS profile investigation is a considerable step in the study of the deep structure of the lithosphere in the West of Ukraine in the coarticulation area of the East-European and the West-European platforms. According to the project the most expensive works were executed, namely there were provided borehole and explosive works, seismic stations deployment and data acquisition.

Наука про надра України є частиною глобальної проблеми вивчення земної кулі. Ці дослідження координуються та проводяться у рамках низки міжнародних програм. Їх результати є дуже важливими для пошуків у надрах Землі мінеральних та енергетичних ресурсів.

За підтримки Уряду України у 1999–2001 рр. було виконано роботи методами глибинного сейсмічного зондування (ГСЗ) та спільної глибинної точки (СГТ) у Донбасі (проект DOBRE) силами українських геофізичних організацій (Інститут геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України та ДГП “Укргеофізика”) разом з фахівцями Європи (Нідерланди, Данія, Німеччина, Польща) та США. Сейсмічні спостереження було проведено на двох паралельних профілях: основний–Маріуполь–Біловодськ, інший – Білопіль–Червоноармійське, які перетинають Воронежський кристалічний масив і Приазовський масив Українського щита, а також Донбас. У 2007 р. профіль DOBRE-1 було продовжено на південний захід України. Дослідження здійснювали методами ГСЗ та СГТ уздовж профілю Маріуполь–Феодосія–Чорне море (проект DOBRE-2). За допомогою сучасних цифрових сейсмостанцій (зокрема донні станції OBS та ОВН) виконано дослідження глибинної будови Донбасу та отримано принципово нові дані, які високо оцінені світовою науковою спільнотою.

Проведення сейсмічних досліджень методом ГСЗ уздовж профілю Дебрецен–Мукачеве–Рівне (проект PANCAKE-08) є продовженням вивчення глибинної будови літосфери півдня та південного заходу України. Метою роботи було вивчення глибинної будови південного заходу України й на її основі дослідження еволюції та геодинаміки літосфери Причорномор’я, Добруджі та Складчастих Карпат, узагальнення наявної геофізичної інформації про будову земної кори та

верхньої мантії в зоні зчленування Східноєвропейської та Західноєвропейської платформ.

У 2008 р. за проектом PANCAKE-08 було виконано найбільш витратні роботи – експериментальні сейсмічні дослідження, а саме: встановлення автономних сейсмічних станцій та проведення буропідривних робіт у Карпатах. Польові роботи проводили разом з провідними науковими геофізичними центрами Європи (Вільний університет, Амстердам, Нідерланди; Геологічний інститут Копенгагенського університету, Копенгаген, Данія; Інститут геофізики Польської АН, Варшава, Польща; Технологічний університет, Відень, Австрія; Гельсінський університет, Гельсінкі, Фінляндія; Геофізичний інститут Eötvös Lorand, Будапешт, Угорщина).

Профіль розташований в західній частині України, проходить у південно-західному напрямку по території Рівненської, Львівської, Закарпатської областей, де перетинає з північного сходу на південний захід південну частину Поліської низовини, Волино-Подільське і Прикарпатське підняття, Карпатські гори і Закарпатську низовину (рис. 1).

У геотектонічному відношенні профіль перетинає південно-західну окраїну Східноєвропейської платформи (Український щит, Волино-Подільська плита, Львівський палеозойський прогин) і альпійську складчасту споруду Карпат, в якій виділено геоструктурні елементи: Прикарпатський прогин, Складчасті Карпати, Закарпатський прогин [1].

Роботи проводили за системою профілювання за допомогою автономних цифрових сейсмічних станцій “TEXAN”. Усього було задіяно 261 одиниць: з України – 29; Данії – 144; Польщі – 43; Австрії – 42; Угорщини – 3. Ініціювання сейсмічних хвиль здійснювали з 14 пунктів вибухів: 3 – на території Угорщини, 11 – України (рис. 2).

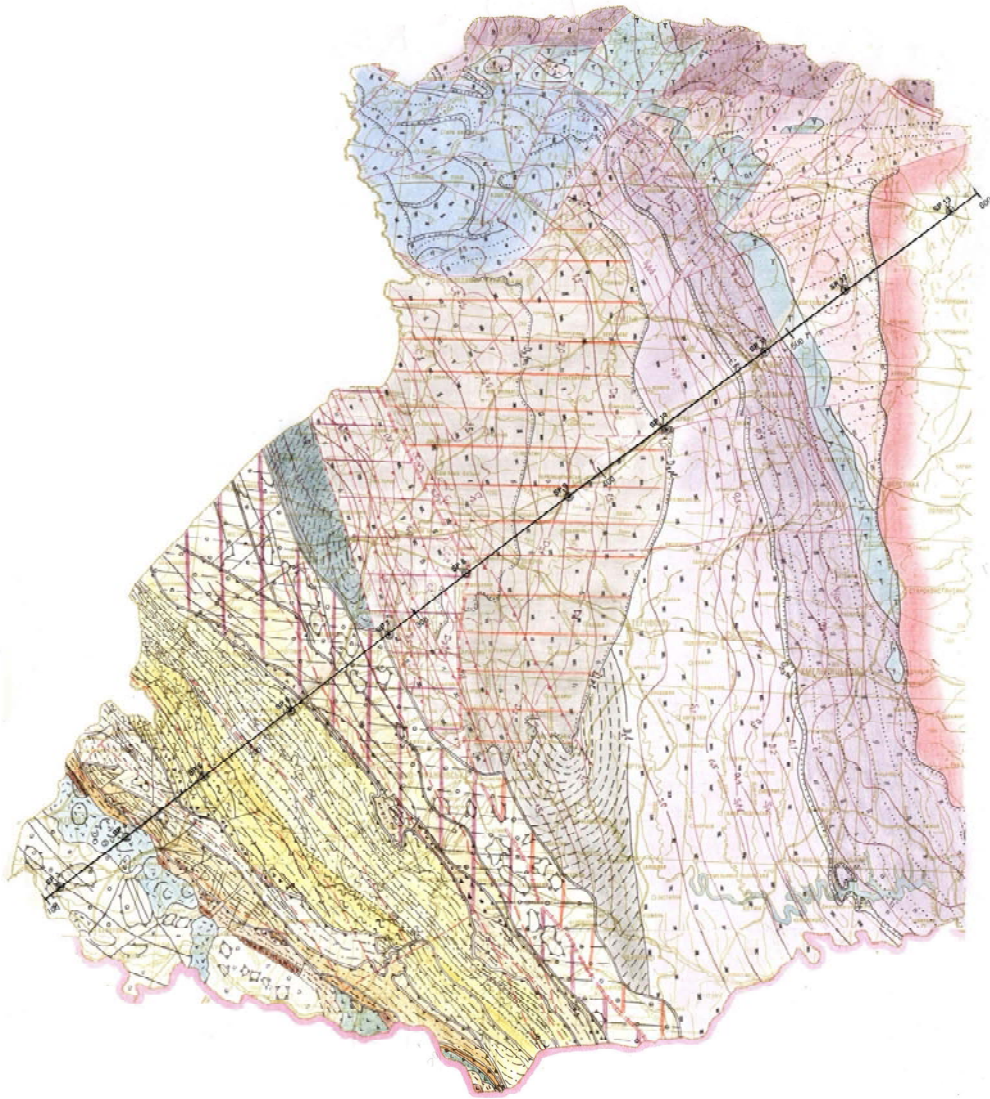


Рис. 1. Схема розташування профілю Дебрецен–Мукачеве–Рівне (проект PANCAKE-08) на тектонічній карті західної частини України

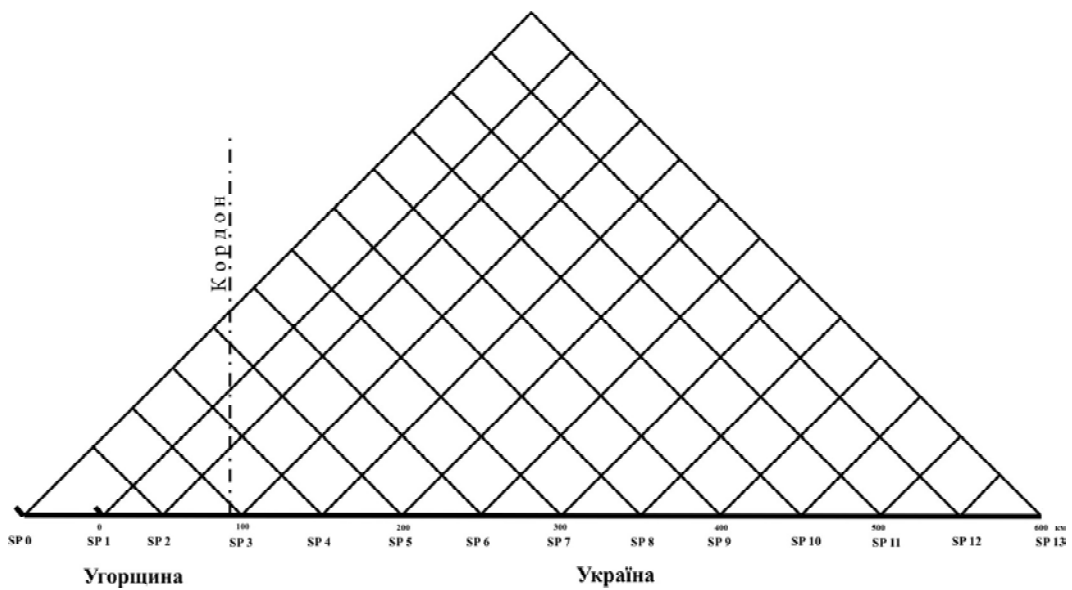


Рис. 2. Схема спостережень за профілем Дебрецен–Мукачеве–Рівне

Відстань між пунктами вибухів 35–50 км, відстань між сейсмічними станціями 2,5–3,0 км. На кожному пункті вибуху встановлювали 2–3 сейсмічні станції для визначення часу вибуху. На угорській ділянці профілю було задіяно 18 свердловин завглибшки 40–70 м та 1400 кг вибухівки, на українській – 244 свердловини завглибшки від 6 до 25 м і загальним зарядом у 7337 кг. Буріння свердловин для вибухів здійснювало підприємство “Укргеофізика” на договірній підставі.

Перед початком робіт на ділянці профілю була проведена геодезична рекогносцировка за допомогою геодезичних карт М 1 : 50 000 та приборів GPS. Таким чином, на профілі були визначені та зафіксовані координати і висоти пунктів вибухів та прийому.

Вивчення закономірностей глибинної будови та геодинамічного розвитку літосфери за профілем PANCAKE-08 забезпечує пояснення впливу геодинамічної зональності на формування структур консолидованої кори та осадового чохла, що необхідно для оцінки перспектив нафтогазоносності вказаних регіонів [3].

**Первинна обробка польових сейсмічних записів.** У результаті польового експерименту на сейсмічних наземних станціях TEXAN були записані вимушені коливання, спричинені вибухами. Інформація з кожної станції TEXAN у цифровому вигляді була переписана у комп’ютерний файл у спеціальному форматі. Особливість отриманих даних полягає в тому, що ведеться безперервний запис протягом кількох годин або періодів з кількох годин за частоти відліків 100 за 1 с. Розмір результативного файлу може сягати кількох гібайтів. Для збереження записів, зроблених станціями TEXAN, застосовували програмне забезпечення, що постачалось у комплекті зі станціями. Саме зберігання проводили ще в польових умовах.

Таким чином, загальний польовий матеріал наземних спостережень склали: 1) записи станцій TEXAN; 2) записи за системою GPS усіх координат станцій TEXAN; 3) координати та час проведення наземних вибухів.

Першим кроком для отримання зведених сейсмограм за профілем Дебрецен–Мукачеве–Рівне була підготовка даних з координатами розміщення станцій TEXAN та вибухів у табличному вигляді. Ці таблиці використовували під час внесення параметрів у паспорти сейсмічних трас, що записані в SEG-Y форматі.

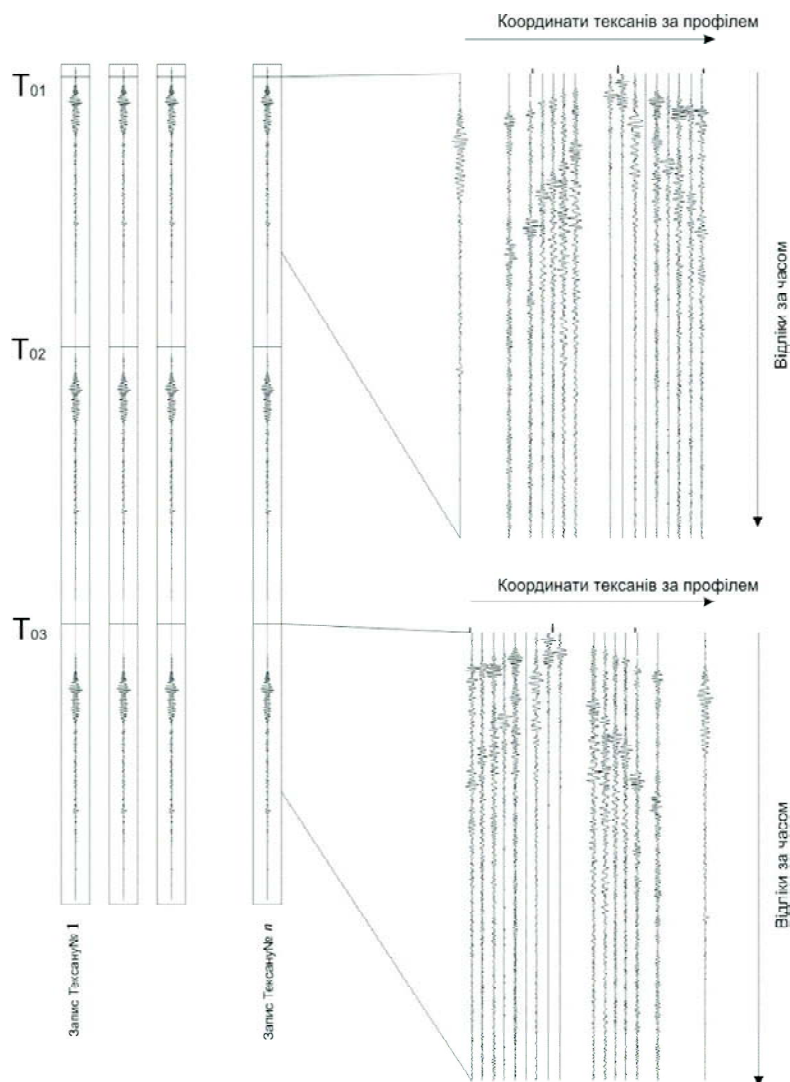


Рис. 3. Схема формування сейсмограм спільної точки вибуху

Надалі дані, що записані в полі, необхідно було розділити на записи окремих станцій TEXAN, щоб прив’язати спостережені коливання до визначених точок на профілі.

За записами, рознесеними вздовж профілю, можна отримати зведені сейсмограми. У записах кожної станції TEXAN необхідно вибрати відповідні за часом проміжки, на яких зафіксовані коливання від вибухів. Для цього використовували табличні дані стосовно точного часу проведення вибухів і геометрії розташування точок спостереження.

На рис. 3 показано, як із запису сейсмічної станції за часом вибрані корисні проміжки, що містять хвилі, зумовлені вибухами. Ми використовували часовий проміжок у 300 с. Вибравши такий інтервал запису від моменту вибуху з даних від кожної станції TEXAN і розмістивши їх на профілі відповідно до знятої за допомогою GPS координатою, отримали зведені сейсмограми спільної точки вибуху.

Одержання зведених сейсмограм на комп’ютері реалізовано за допомогою програми



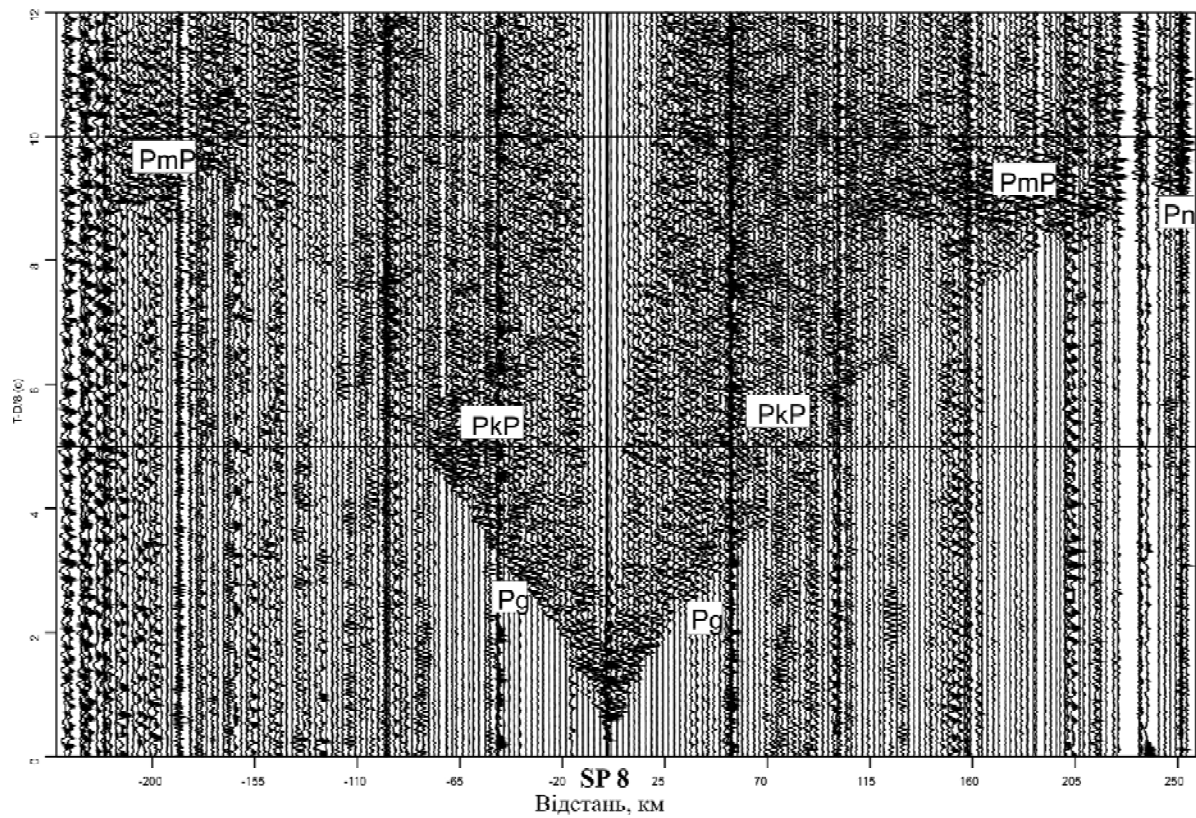


Рис.4. Записи від наземного вибуху станції TEXAN № 8, розташованій майже у центрі профілю

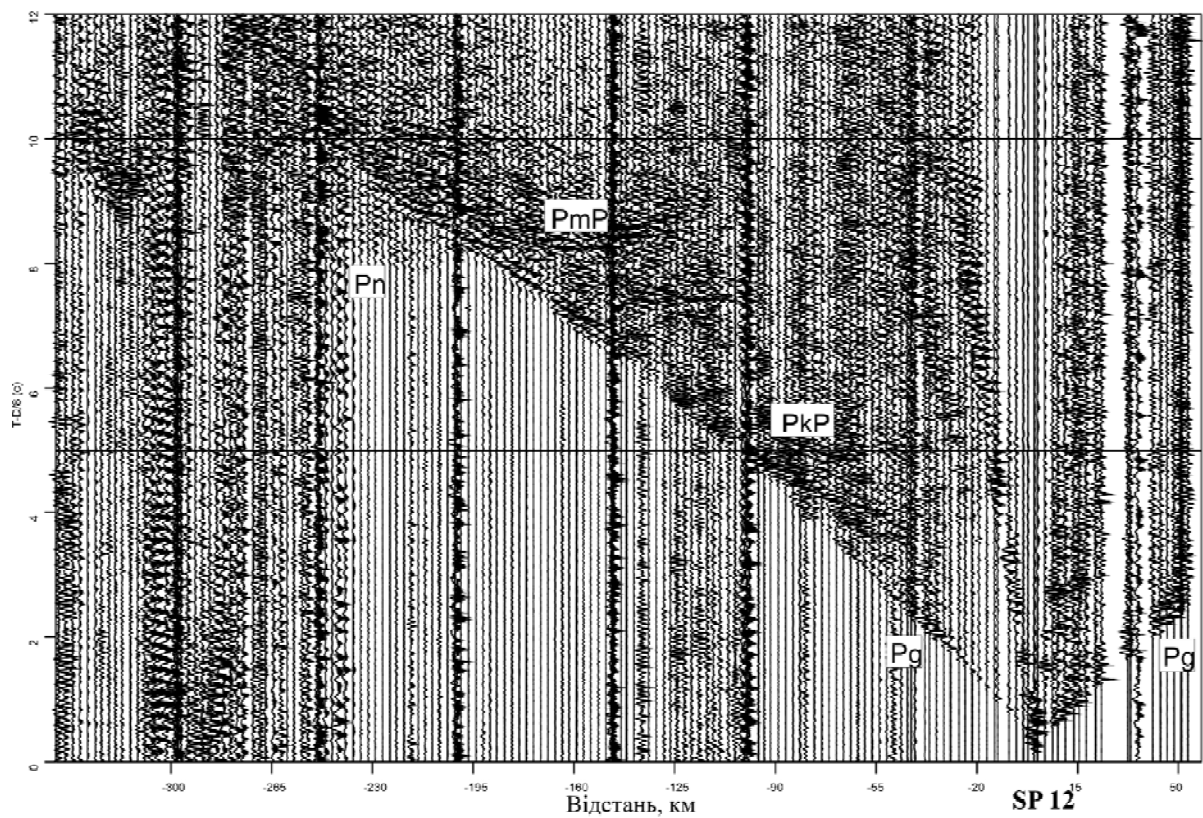


Рис.5. Записи від наземного вибуху станції TEXAN № 12, розташованій у межах західного схилу Українського щита

Segygather, яка дає змогу переформатувати записи станцій TEXAN з REFTEK у SEGҀ. Результативні траси мають однакову довжину (в нашому випадку 300 с). Загублені траси заповнені нульовими відліками. Номери трас та вибухів і координати станції записані в заголовки трас (як вони подані у вхідних даних).

**Хвильове поле, зареєстроване за допомогою наземних сейсмічних станцій TEXAN.** На цей час зведено сейсмограми для всіх наземних станцій TEXAN. Візуалізація таких матеріалів зроблена із урахування відстані між точкою збудження та прийому вздовж профілю. Така форма сейсмічного виводу дає змогу оцінити наявність сигналу та визначити часи перших вступів сейсмічних хвиль і навіть провести кореляцію відбитих і заломлених хвиль. Вона також дає можливість визначити позірні швидкості як прямих, так і рефрагованих коливань. Визначення типів зареєстрованих сейсмічних хвиль та умов їх утворення можливі з деякими похибками.

На рис. 4, 5 показано записи від наземних вибухів станцій TEXAN № 8 (розташована майже в центрі профілю) та № 12 (у межах західного схилу Українського щита). Наявний сейсмічний матеріал показує, що записи мають досить високу якість, що дає змогу виділити прямі та рефраговані хвилі у верхній корі (Pg), перші вступу рефрагованих хвиль у нижній корі, відбиті хвилі, які утворились у межах земної кори (PkP), та відбиття від поділу Мохо (PmP). На ряді записів чітко слідкується рефрагована хвиля у верхній мантиї (Pn).

**Висновки.** Проведення сейсмічних досліджень методом ГСЗ уздовж профілю Дебрецен–Мукачеве–Рівне (проект PANCAKE-08) є вагомим кроком у вивченні глибинної будови літосфери захо-

ду України в зоні зчленування Східноєвропейської та Західноєвропейської платформ.

За проектом PANCAKE-08 у 2008 р. виконано найбільш витратні роботи – експериментальні сейсмічні дослідження, а саме встановлення автономних сейсмічних станцій та проведення буропідричних робіт на території Рівненської, Львівської та Закарпатської областей.

Проведено форматування вихідних записів сейсмічних станцій для збереження у вигляді зведених сейсмограм спільної точки вибуху у стандартному SEGҀ, для чого підготовлено відповідне програмне забезпечення. Таким чином, в Інституті геофізики НАН України з'явилась можливість незалежно від закордонних партнерів проводити повний комплекс робіт ГСЗ сучасними станціями – від програмування станцій TEXAN до побудови швидкісної моделі.

Отримані сейсмічні записи придатні для побудови швидкісної моделі земної кори та верхньої мантиї вздовж профілю Дебрецен–Мукачеве–Рівне і суміжних ділянок, перспективних для пошуків родовищ корисних копалин на заході України.

1. *Геологическая* карта кристаллического основания Украинского щита м-ба 1 : 500 000. Объясн. зап. – Киев, 1983. – 101 с.
2. *Тектоническая* карта Украины м-ба 1 : 1 000 000 / Под ред. С.С. Круглова, Д.С. Гурского. – Киев: Госгеолслужба, 2007.
3. *Багрій І.Д., Гладун В.В., Го́жик П.Ф. та ін.* Нафтогазоперспективні об'єкти України. Прогнозування нафтогазоперспективних об'єктів Дніпровсько-Донецької газонафтоносної області із застосуванням комплексу нетрадиційних приповерхневих методів досліджень. – К., 2007. – 535 с.

*Надійшла до редакції 02.03.2009 р.*

*В.І. Старостенко, В.Д. Омельченко, Д.В. Лисинчук, О.В. Легостаєва, Д.М. Гринь, К.В. Коломієць*

#### ДОСЛІДЖЕННЯ ГЛИБИННОЇ БУДОВИ ЗЕМНОЇ КОРИ ТА ВЕРХНЬОЇ МАНТИЇ ЗА ПРОФІЛЕМ ГСЗ ДЕБРЕЦЕН–МУКАЧЕВЕ–РІВНЕ (ПРОЕКТ PANCAKE-08)

Проведення сейсмічних досліджень методом ГСЗ уздовж профілю Дебрецен–Мукачеве–Рівне є вагомим кроком у вивченні глибинної будови літосфери заходу України в зоні зчленування Східноєвропейської та Західноєвропейської платформ. За проектом виконано найбільш витратні роботи – експериментальні сейсмічні дослідження, а саме встановлення автономних сейсмічних станцій та проведення буропідричних робіт.

*В.И. Старостенко, В.Д. Омельченко, Д.В. Лысинчук, О.В. Легостаева, Д.М. Гринь, К.В. Коломиец*

#### ИССЛЕДОВАНИЕ ГЛУБИННОГО СТРОЕНИЯ ЗЕМНОЙ КОРЫ И ВЕРХНЕЙ МАНТИИ ПО ПРОФИЛЮ ГСЗ ДЕБРЕЦЕН–МУКАЧЕВО–РИВНО (ПРОЕКТ PANCAKE-08)

Проведение исследований методом ГСЗ вдоль профиля Дебрецен–Мукачеве–Ривно является весомым шагом в изучении глубинного строения литосферы запада Украины в зоне сочленения Восточно-Европейской и Западно-Европейской платформ. По проекту выполнены наиболее расходные работы – экспериментальные сейсмические исследования, а именно установка автономных сейсмических станций и проведение буровзрывных работ.