

Василь ЧЕБАН, Дмитро ЛЯЩУК

ІСТОРІЯ РОЗВИТКУ ГЕОФІЗИЧНИХ МЕТОДІВ РОЗВІДКИ КОРИСНИХ КОПАЛИН У ЗАХІДНОМУ РЕГІОНІ УКРАЇНИ

В історії розвитку геофізичних методів розвідки корисних копалин у західному регіоні України виділено три етапи: перший — з 1892 р. до 1941 р. — зародження геофізичних методів; другий — з 1945 р. до 1985 р. — бурхливий розвиток і широке застосування різних геофізичних методів для пошуків і розвідки корисних копалин, насамперед нафти і газу; третій — з 1986 р. до 2003 р. — зменшення обсягів геофізичних досліджень унаслідок економічної кризи і неналежного ставлення керівництва держави і галузі до розвитку мінерально-сировинної бази України. Охарактеризований розвиток методів польової геофізики: сейморозвідки, гравірознавства, електромагнітних методів, а також машинного опрацювання геофізичної інформації. Показана перспектива розвитку геофізичних досліджень в Україні взагалі і в західному регіоні зокрема.

Передкарпаття і Карпати відомі як один із найстаріших регіонів світу, де був започаткований промисловий видобуток нафти. На старовинному нафтопромислі Слобода Рунгурська, що в Івано-Франківській області, її добували вже з 1771 р. У 1854 р. почалася розробка Бориславського нафтогазового родовища, що у Львівській області. Видобуток нафти тут невинно наростає, і 1909 р. у Бориславі було видобуто майже 2 млн. тонн (5% світового видобутку).

Газова промисловість України також бере початок у Прикарпатті. Перший газопровід для подачі нафтового газу з Борислава до Дрогобича завдовжки 12 км побудований у 1912 р. Початком розвитку газової промисловості України прийнято вважати 1924 рік, коли почалася промислова експлуатація Дашавського газового родовища і був прокладений газопровід до Стрия, продовжений пізніше до Дрогобича і Трускавця. У грудні 1929 р. дашавський газ трубопроводом надійшов до Львова. В 1948 р. був введений в дію газопровід Дашава-Київ, продовжений у 1951 р. до Москви, а згодом споруджений газопровід Дашава-Мінськ-Вільнюс-Рига-Ленінград.

Нарощування нафтовидобутку на початку ХХ століття сприяло розширенню пошукових та розвідувальних робіт на нафту, а після відкриття Дашавського газового родовища — і на газ. Наявність у цьому регіоні великої кількості свердловин давала можливість робити детальні геологічні моделі родовищ, що розроблялись.

Саме ця обставина і слугувала тут основою для застосування методів нової галузі геологічної науки, що тільки народжувалась, — геофізики. Використовуючи принцип аналогії, перші геофізики вимірювали фізичні параметри нафтових родовищ і шукали ділянки, де дані гравіметрії, магнітометрії, електрометрії, термометрії та сейсмометрії вказували на наявність умов, подібних до відомих родовищ. Застосування геофізичних методів досліджень було зумовлене їхньою невеликою вартістю порівняно з бурінням свердловин і давало змогу за короткий час обстежувати значні території.

Найперші геофізичні роботи в Галичині проведені 1892 року гравіметричним методом. Доктор Штернк з Австрійського географічного інституту виконав маятникові спостереження на 15 пунктах по профілю Львів — Стрий — Сколе — Лавочне — Мукачів. Хоч їхня точність більш як у 20 разів нижча, ніж у сучасних знімів, але результати цих спостережень використовувались з геологічною метою навіть у 30-ті роки, позаяк це був єдиний профіль, що перетинав Східні Карпати і давав загальне уявлення про характер гравітаційного поля Складчастої зони. Результати спостережень Штернка поряд з вимірюваннями на 8 пунктах, виконаними в 1914 році на Волині, 41 спостереженням, проведеним з 1926 по 1930 рік кафедрою астрономії Краківського університету на території Польщі та вимірюваннями на 90 пунктах Прикарпаття, виконаними Польською палатою мір і ваг для акціонерного товариства „Піонер“ із геологічною метою, використані в 1933 році професором Я. Новаком для складання карти регіональних аномалій сили тяжіння з перетином ізонамал через 10 мілігал.

Основними виконавцями гравіметричних робіт, що проводилися наприкінці 20-х і в 30-ті роки для геологічного вивчення Прикарпаття, Волині та Поділля, були польські геофізики А. Квятковський і Е. Янчевський. Вони зуміли забезпечити досить високу точність спостережень і дали геологічне тлумачення гравітаційних аномалій різних ділянок, оцінили глибину залягання фундаменту, маючи у своєму розпорядженні не так уже й багато фактичного матеріалу, оскільки продуктивність гравіметричних знімів була в той час невисока (кілька десятків спостережень за польовий сезон).

У 1939—1941 роках, після приєднання західноукраїнських земель до Радянського Союзу, Українським відділенням Державного союзного геофізичного тресту тут були розгорнуті геофізичні роботи, що мали маршрутно-рекогносцирувальний характер. За цей період виконано понад 2000 спостережень. Висвітлюючи загалом повно характер гравітаційного поля уздовж профілів, ці роботи не повністю розкривали особливості поля на значній площі, охопленій зніманням, через рідку мережу пунктів спостережень. Виконавцями були В. Завистовський, І. Балабушевич та С. Субботін, ім'ям якого названо Інститут геофізики Національної Академії наук України.

Магнітометричні дослідження — вимірювання вертикальної складової магнітного поля — для вивчення геологічної будови Передкарпаття від річки Бистриця-Надвірнянська до річки Сян проводились з 1929 по 1935 рік кафедрою геофізики і метеорології Львівського університету та акціонерним товариством „Піонер“. Вимірювання виконувалися за допомогою т. зв. ваг Шмідта, або локаль-варіометра Шмідта, що їх виготовляв у Німеччині завод „Askania Werke“. Разом було зроблено близько 5000 спостережень. Крім того, інженерами Красовським та Янчевським виконано незначний обсяг спостережень на Волині. Всі матеріали польових зні-

мань доктор Г. Оркиш використав для складання карти аномалій вертикальної складової магнітного поля масштабу 1:200000 з перетином ізодинам через 10 гам. Унаслідок проведеної роботи Г. Оркиш опрацював схему глибинної геологічної будови Передкарпаття, кількісно оцінив глибини залягання магнітоактивних мас фундаменту та локальних інтрузій, що, на його думку, вклинились у товщі осадових порід, які залягають вище.

Електрометричні дослідження польських геофізиків мали переважно дослідний характер і масово практично не застосовувались. Так, відомо, що було зроблено спробу використати для розвідки нафтових родовищ метод інтенсивності (метод Зунберга) із застосуванням змінного електричного струму. Але цей метод позитивних результатів не дав.

Силами двох електророзвідувальних партій Українського відділення Державного союзного геофізичного тресту в 1940 році проводились також дослідні роботи для оцінення можливості застосування методу вертикальних електричних зондувань у межах Львівсько-Волинського кам'яновугільного басейну та Передкарпаття. На цих площах було виконано відповідно 125 та 47 зондувань. Виконавці робіт — Е. Курсакова, Ф. Заболотний і Г. Булатов, Г. Гандзюк та Е. Істомін отримали позитивні результати щодо можливості вирішення задач структурної геології методами електророзвідки і намітили об'єкти для проведення подальших деталізаційних робіт, реалізувати які не дала змоги війна.

Сейсмічний метод розвідки, або сейсмометрія, як було прийнято називати його на початку ХХ століття, коштовніший за інші геофізичні методи, але, на відміну від них, давав можливість не тільки якісної, а й кількісної інтерпретації з детальним визначенням елементів геологічних структур. Завдяки тому сейсморозвідка була застосована в Галичині ще в перші роки свого існування.

У 1929 році фірмою „Сейсмос“ тут уперше був випробуваний метод заломлених сейсмічних хвиль (перших вступів). Район робіт простягався п'ятнадцятикілометровою смугою від Отині до Жидачева. Роботи виконувалися з механічними сейсмографами. Первинні матеріали цих робіт не збереглися, тому з позицій сьогодні важко оцінити їхню якість, методикою польових робіт та методи інтерпретації.

Треба відзначити, що коли геофізичні роботи в цей період проводили здебільшого чужоземні фірми на замовлення приватних польських компаній, то на початку тридцятих років їх стали проводити польські державні установи. Так, польський Державний геологічний інститут 1939 року в районі Трускавець — Держів — Ходорів — Журавно провів сейсмічні роботи методом перших вступів у 50 точках спостережень із збудженням пружних коливань вибухами (183 пункти). Виконавцем цих робіт та автором звіту був Е. Янчевський.

На 1934 — 1937 роки припадає період найінтенсивнішого проведення геофізичних робіт у Галичині. Найактивніше ці роботи вела фірма „Піонер“. За цей незначний проміжок часу роботами методом відбитих хвиль було покрито площу в 20 тис. кв. км з 1928 пунктами збудження коливань, кількість вибухів в яких досягла 19852 [1]. Сейсмічна розвідка в Передкарпатті та Карпатах у цей період мала рекогносцирувальний та пошуковий характер і проводилася на площі від Косова на сході до Тарнова на заході у смузі завдовжки близько 400 км та завширшки від 35 до 75 км. Унаслідок цих робіт була опрацьована структурна карта опорного маркуючого гіпсо-ангідритового горизонту (баденій), яка, на жаль, не збереглася.

На найцікавіших площах проводилися деталізаційні роботи, до яких можна віднести сейсмічні дослідження у районі Дашави та Косова, виконані інженерами З. Мітерою, А. Кисловим та С. Виробеком. У 1937 р. С. Виробек виконав польові роботи та здійснив інтерпретацію сейсмічного профілю Стрий — Більче — Волиця — Розділ (рис. 1). Для порівняння на рис. 2 наведений фрагмент сучасного сейсмічного розрізу на ділянці Стрий — Більче — Волиця.

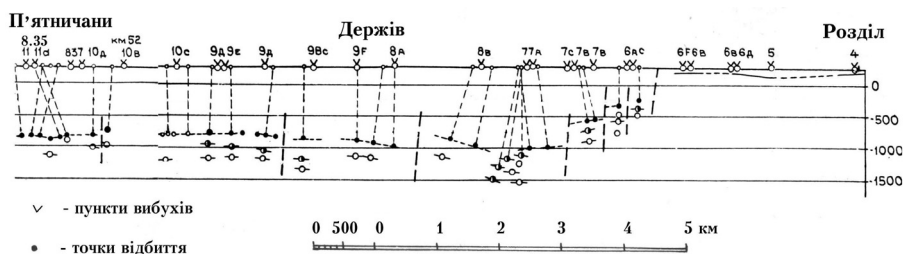


Рис. 1. Сейсмічний профіль Пятничани-Держів-Розділ (за даними фірми „Піонер“, 1937 р.).

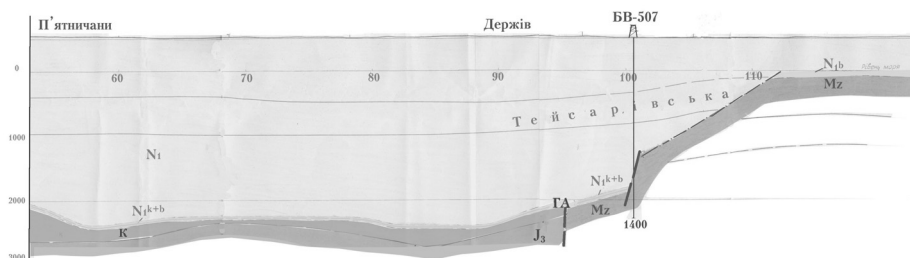


Рис. 2. Сесмогеологічний профіль 13 на ділянці Пятничани — Держів (за даними ЗУГРЕ, 1977 р.).

У 1938—1939 рр. фірма „Піонер“ значно скоротила питому вагу геофізичних методів у розвідувальних роботах. Причиною могли бути фінансові труднощі. Розвідувальна компанія „Геотехніка“, що розгорнула значні за обсягами проекти сейсморозвідувальних робіт у Галичині, змогла використати тут нову американську дванадцятисканальну сейсмостанцію, обладнану пристроєм для змішування каналів при комбінованому групуванні сейсмоприймачів, тоді як фірма „Піонер“ експлуатувала застаріле обладнання. Компанія „Геотехніка“ проводила переважно деталізаційні розвідувальні роботи методами відбитих і заломлених хвиль на замовлення різних нафтових та солевидобувних компаній. Результати цих робіт були власністю компаній, що їх замовляли, становили комерційну таємницю і тому переважно до нас не дійшли.

Після приєднання західних областей України до Радянського союзу тут у довоєнні роки було розгорнуто дослідно-методичні сейсморозвідувальні роботи методом відбитих хвиль силами дослідників з Інституту геологічних наук АН УРСР та партій Українського відділення Державного Союзного геофізичного тресту, на базі якого згодом був створений трест „Укрнафтогеофізика“. Подальша історія роз-

витку сейсморозвідувальних та інших геофізичних робіт у західному регіоні України пов'язана з роботами окремих партій цього тресту та створенням на їх основі в 1948 році Західноукраїнської геофізичної контори (ЗУГК) з місцем базування у м. Львові, а згодом, у 1961 р. — Західноукраїнської геофізичної розвідувальної експедиції (ЗУГРЕ) Державного геофізичного підприємства „Укргеофізика“.

Сейсмічні дослідження

Територія робіт Західноукраїнської геофізичної розвідувальної експедиції охоплювала сім областей Західної України, а сфера її діяльності обмежувалася здебільшого пошуково-розвідувальними геофізичними роботами на нафту і газ. Тому сейсморозвідка в ЗУГРЕ завжди займала провідне місце серед інших геофізичних методів, і вдосконаленню сейсмічного методу тут постійно приділялася особлива увага. Розвиток методики і техніки сейсморозвідки обумовлювався необхідністю вирішення нових, складніших геологічних задач. Це змушувало постійно шукати нові, досконаліші техніко-методичні засоби їх вирішення: удосконалювати існуючі і розробляти нові методики й апаратуру для сейсмічних досліджень. Так, для проведення сейсморозвідки у Внутрішній зоні Передкарпатського прогину працівниками експедиції В. Зав'яловим і О. Столяровою в 1954 році розроблена методика масових просторових зондувань (МПЗ) [2]. Методика МПЗ передбачає масове застосування сейсмозондувань на відносно невеликій площі для нагромадження даних про просторове положення відбиваючих елементів у товщі порід. Виявлена при тому закономірність у розміщенні відбивальних елементів визначає характер глибинної будови. Отримані дані — глибина, кут нахилу, азимут падіння відбивальних границь — узагальнювалися складанням на їх основі розрізів і структурних схем. Ціле десятиліття, з 1954 р. до 1964 р., методика МПЗ була основною методикою сейсмічної розвідки перспективних на нафту і газ ділянок Бориславсько-Покутської зони, де через складні сейсмогеологічні й орогідрографічні умови проведення сейсмічних досліджень методикою неперервного профілювання було дуже утруднене.

З 1959 р. у Бориславсько-Покутській зоні почали застосовувати метод регульованого спрямованого прийому — (РСП) [3] (П. Кейван, В. Бендерський, О. Самойлюк), який почав поступово витісняти методику МПЗ завдяки більшій достовірності розвідувальних результатів. У 1962 р. метод РСП був успішно застосований в умовах платформи (Львівський палеозойський прогин), де вперше отримали крутонахилені відбивальні границі в палеозої (П. Кейван, Д. Лящук).

У 1958 р. геофізики ЗУГРЕ В. Зав'ялов, Е. Анкудинов, В. Бойко, Ю. Васильєв, Л. Райхер, І. Хараз запропонували новий спосіб сейсморозвідки — спосіб плоского фронту — СПФ [4]. Суть його полягає у збудженні пружних коливань на великій базі, значно більшій за довжину сейсмічної хвилі, і прийомі коливань на цій же базі. Унаслідок одночасного збудження коливань у різних точках на великій базі на певній глибині формується „плоский“ фронт падаючої хвилі, яка, відбиваючись на акустичних границях, створює „плоскі“ фронти відбитих хвиль, що реєструються на поверхні землі. Спосіб плоского фронту — ефективний методичний прийом сейсморозвідки в умовах пологого залягання відбивальних границь. Він знайшов широке застосування у Більче-Волицькій зоні Передкарпатського прогину і Воли-

но-Подільському закінченні Східноєвропейської платформи. В 1959—1962 роках відпрацьовано тисячі погонних кілометрів сейсмічних профілів, досягнута найвища, порівняно з іншими методиками, продуктивність праці (до 80—100 пог. км за місяць однією 26-канальною сейсмостанцією і до 600 пог. км — за літній польовий сезон). СПФ набув широкого поширення і в інших регіонах колишнього Союзу, зокрема в Поволжі, Середній Азії [5, 6].

Ареал застосування СПФ обмежений районами з пологим заляганням порід. Для удосконалення цього способу, розширення області його застосування В. Зав'ялов і Л. Райхер в 1959 р. запропонували спосіб керованого плоского фронту, який передбачає формування плоского фронту хвилі із заданими нахилами, що реалізується послідовним збудженням пружних коливань з однаковими часовими інтервалами між сусідніми точками. Завдяки такому способу збудження пружних коливань можна змінювати орієнтацію фронту сумарної хвилі у просторі і посилювати збуджену сейсмічну енергію у потрібному напрямі [7, 8].

Подальшим розвитком інтерференційних систем на збудженні коливань був запропонований в 1962 р. Л. Райхером, Ю. Васильєвим та І. Харазом метод регульованого керування фронтами сейсмічних хвиль. Цей метод передбачає збудження коливань елементарних джерел, розміщених по лінії чи площі на різних віддальх один від одного з неоднаковими часовими інтервалами, що дає можливість формувати фронти довільно заданої форми сумарних хвиль, які падають [9, 10].

У 1966 р. В. Зав'яловим і Д. Лящуком запропонований спосіб інтегрального прийому (ІІ) сейсмічних хвиль — гостро скеровану інтерференційну систему на прийомі [11]. Дослідні роботи, виконані цим способом у 1966—1968 роках, підтвердили високу ефективність способу ІІ для ослаблення нерегулярних та окремих видів регулярних хвиль-завад [12].

1966 року започатковане впровадження у ЗУГРЕ нового ефективного методичного прийому сейсмозвідки — спільної глибинної точки (СГТ), який передбачає проведення польових робіт системами багатократних спостережень. (Maupé W. Нагу 1956) [13]. Спочатку спосіб СГТ був випробований і впроваджений на платформі (Львівський палеозойський прогин), а потім в усіх структурно-тектонічних зонах Карпатського регіону, і ось уже понад 35 років є основним методом сейсмічної розвідки в усіх нафтогазоносних регіонах України, ефективним способом боротьби з кратновідбитими хвилями.

В 70—80-х роках минулого століття у ЗУГРЕ були поширені різні модифікації багатократних систем спостереження, такі як поздовжньо-непоздовжнє профілювання, широкий профіль, криволінійний профіль, методика контурної сейсмозвідки, 3-вимірної сейсмозвідки (методика ЗД), які остаточно реалізувалися через обробку способами спільної глибинної точки і різночасового підсумовування сейсмічних сигналів. Ці методичні прийоми сприяли підвищенню ефективності сейсмозвідки і відкриттю нових нафтових і газових родовищ у карпатському регіоні і на Волино-Подільському перикратоні.

З 80-х років минулого століття геологи і геофізики України інтенсивно працюють над проблемою прогнозування геологічного розрізу і пошуків пасток вуглеводнів неантиклінального типу. Для розв'язання цієї складної проблеми в ЗУГРЕ випробовувались різні методики, вивчались амплітудні, частотні, фазові характеристики сейсмічного поля, обмінні й поперечні хвилі, використовувався комплекс сейсмозвідки, електророзвідки і геохімії. Виконані значні обсяги польових ро-

біт та обробки матеріалів за спеціальними програмами, але однозначних результатів не отримано. Достовірність прогнозу залежить від багатьох факторів, урахування які на тому рівні розвитку геофізичних досліджень було неможливо.

Можливо, розв'язання цієї проблеми треба шукати на шляху реалізації методів взаємодії геофізичних полів, наприклад, стимулюванні сейсмічного поля електричним [14] і природного електричного поля сейсмічним [15]. Суть ефектів, які виникають при взаємодії геофізичних полів, полягає у тому, що вплив поля певної фізичної природи (пружного або електричного) на середовище спричиняє відхилення системи від рівноважного стану, причому виникає відклик середовища в іншому фізичному полі. Як самі ефекти, так і параметри, що їх характеризують, тісно пов'язані із структурою породи, складом, напруженим станом, властивостями флюїду, що її насичує. Встановлені чіткі зміни аномалій природного поля над нафтогазовими покладами при вібраційній дії на середовище. На цій основі Д. Ляшук і С. Лизуном 1997 року після багаторазових випробувань на різних нафтових і газових родовищах Прикарпаття запропонований спосіб прогнозування нафтогазових покладів [16].

Окремо треба згадати регіональні сейсмозвідувальні роботи, розпочаті ЗУГРЕ в 1960 р. на Волино-Подільському закінченні Східноєвропейської платформи кореляційним методом заломлених хвиль (КМЗХ) по профілю РП-1 (З. Герцик, М. Яриш).

У 1965—68 рр. прокладені три регіональні транскарпатські профілі кореляційним методом заломлених хвиль — глибинним сейсмічним зондуванням (КМЗХ-ГСЗ): Чоп — Горохів (ЗУГРЕ тресту „Укргеофізрозвідка“ — М. Яриш, Х. Заяць, 1965 р.), Берегове — Долина (Інститут геофізики АН УРСР — В. Соллогуб, А. Чекунов, 1966—68 рр.), Рахів — Тлумач (трест „Спецгеофізика“, — Л. Кибалов, І. Гольдберг, 1967 р.). Одержані границі земної кори дослідники пов'язують із поверхнею мезо-палеозойської основи, дорифейського кристалічного фундаменту та межею Мохоровичича. Виділені глибинні розломи в земній корі.

У 1966—75 роках ЗУГРЕ (М. Яриш, Х. Заяць) продовжувались дослідження КМЗХ-ГСЗ на регіональних профілях, прокладених як навхрест, так і по простяганню Карпат: Сергії — Хотин, Яблуниця — Заліщики, Ворохта — Озеряни, Бистриця — Чортків, Луги — Монастирська, Сколе — Підгайці, Доброміль — Красноільськ.

На основі інтерпретації та узагальнення сейсмічних матеріалів КМЗХ-ГСЗ у межах карпатського регіону і платформи Х. Заяць у 1978 р. опрацювала схему поверхні кристалічного фундаменту й доальпійської основи, виділила головні зони розломів, розвиток яких пов'язаний з насувною тектонікою осадового комплексу. Передкарпатський глибинний розлом обмежує поширення флішевих складок на північний схід, а Краковецько-Верховинський — мезозойських платформових відкладів на південний захід.

Унаслідок узагальнення геолого-геофізичної інформації, інтерпретації сейсмічних матеріалів, отриманих методом відбитих хвиль, Х. Заяць у 1983 р. побудована схема поверхні доальпійського фундаменту Передкарпатського прогину. Підшва насунутого комплексу Бориславсько-Покутського і Скибового покривів узгоджена з поверхнею автоhtonу. Пачка простежених відбитих хвиль пов'язується з неоген-палеогеновими відкладами, які залягають на протерозойській чи мезо-палеозойській основі, розділеній Краковецько-Верховинським розломом. Максимальні абсо-

лютні позначки залягання доальпійського фундаменту до — 12 км фіксуються у межах с. Шевченкового, мінімальні — 7 км — у районі Делятина-Ясині.

Пошуково-розвідувальні сейсмічні роботи, що проводились ЗУГРЕ методом СГТ на окремих площах, які збігалися з регіональними профілями КМЗХ-ГСЗ, а також матеріали гравіметричного знімання масштабу 1:50000 давали трохи відмінні результати щодо глибини залягання автохтону в різних зонах порівняно з даними КМЗХ-ГСЗ. Ураховуючи це і керуючись перспективою визначення напрямів пошуково-розвідувальних робіт, ЗУГРЕ в 1984—1993 роках були прокладені три транскарпатські регіональні профілі способом СГТ: РП-1 (Ужок-Піжбуж-Великі Мости), завдовжки 186 км, РП-2 (Берегове-Перемишляни) — 233 км та РП-5 (Гринява-Чернівці) — 120 км. Ці профілі відпрацьовані в межах Кросненської і Скибової зон Центральних Карпат, Бориславсько-Покутської (Внутрішньої) і Більче-Волицької (Зовнішньої) зон Передкарпатського прогину, у Львівському палеозойському прогині та частково на Подільсько-Буковинському піднятті Східноєвропейської платформи (рис. 3).

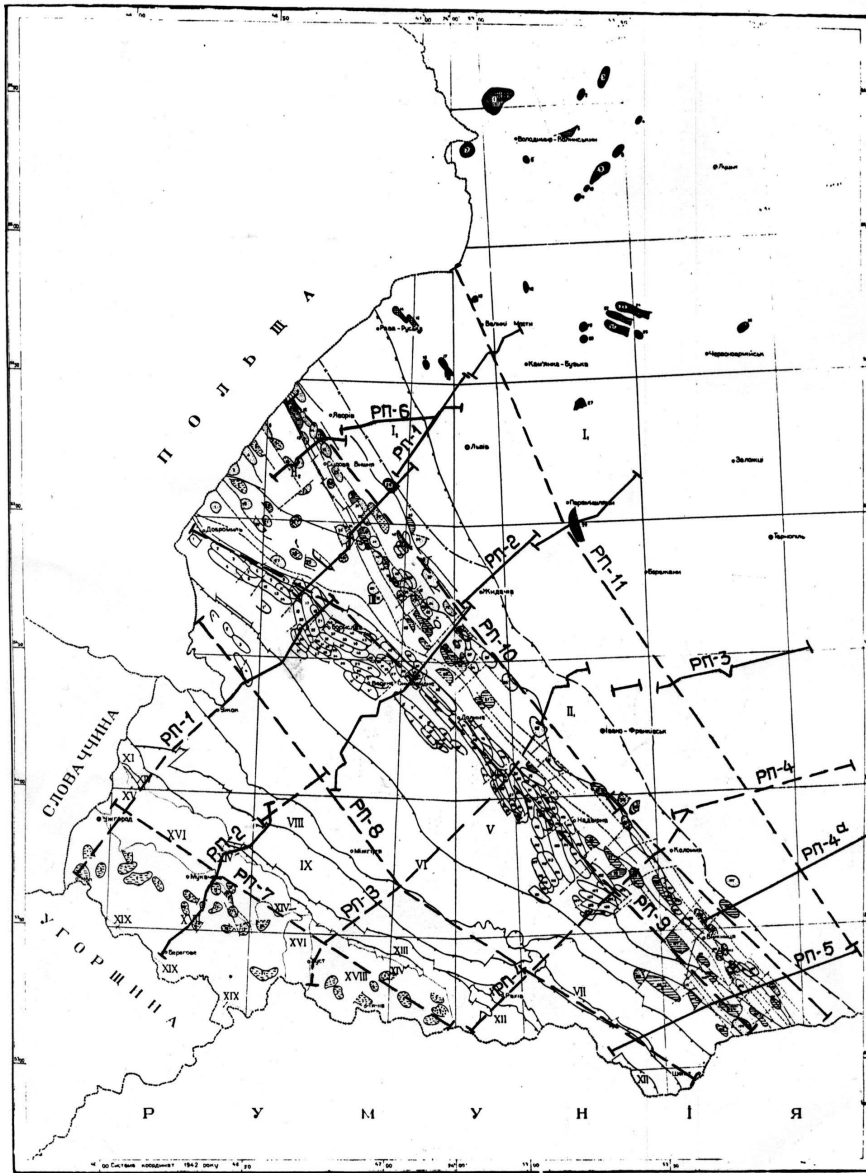
На вказаних профілях здебільшого отриманий інформативний сейсмічний матеріал, який висвітлює геологічну будову Складчастих Карпат і Передкарпатського прогину до глибини 12—18 км. На нашу думку, ці глибини контролюють потужність осадової товщі крейдово-палеогенових утворень Карпат. Уточнена північно-східна межа поширення складчастих утворень алохтону Бориславсько-Покутської зони — Передкарпатський глибинний розлом з амплітудою скиду близько 3000 м. У Покутсько-Буковинських Карпатах підтверджена їхня покривно-складчаста будова до глибин 3800—4200 м. Піднасувному мезозойському комплексу властивий платформовий стиль тектоніки: флексури, вали, брахіантиклінали (рис. 4).

В 1994 році геофізики ЗУГРЕ склали „Програму регіональних сейсмозвідувальних робіт МСГТ у Західноукраїнському нафтогазоносному регіоні на період 1994—2000 рр. і на перспективу до 2010 року“, затверджену в ДГП „Укргеофізика“ Держкомгеології України. На першому етапі (1994—2000 рр.) передбачалося завершити відпрацювання п'ятьох транскарпатських профілів протяжністю 516 км, на другому (2001—2010 рр.) — реалізувати запроєктовані сполучні профілі по простяганню Карпат (1160 км).

На жаль, програма регіональних робіт не виконується через обмежене фінансування. До 2000 року відпрацьований лише профіль РП-4^а Косів-Мельниця Подільська завдовжки 65 км у південно-східній частині Передкарпатського прогину і платформи (рис. 3).

Гравіметричні дослідження

У 1948—50-х роках трест „Укргеофізрозвідка“ провів гравіметричне знімання західної частини Східноєвропейської платформи в масштабі 1:200000 і склав карту ізоаномал сили тяжіння з перетином ізоліній через 2 мгл (І. Бородатий, В. Каплун). Цими роботами встановлено загальне зменшення сили тяжіння від Українського кристалічного щита в напрямі Внутрішньої зони Передкарпатського прогину, що пов'язано з опусканням на південь захід кристалічного фундаменту.



————— Відрацьовані профілі

- - - - - Проектні профілі

Рис. 3. Схема розміщення регіональних сейсмічних профілів СГТ у західному регіоні України.

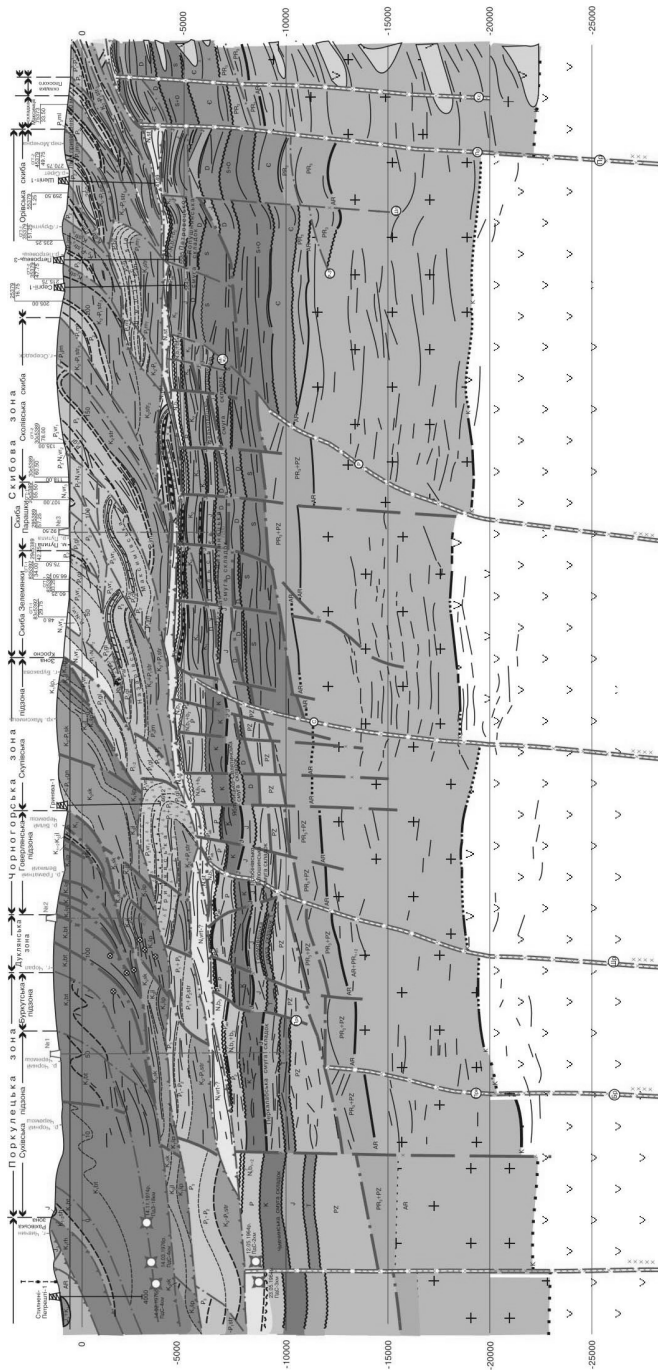


Рис. 4 Фрагмент сейсмогеологічного розрізу профіля РП-5 (за даними П. Шеремети).

У цей же час проводив також гравіметричні роботи і трест „Геофізвуглерозвідка“ разом з Українським відділенням Державного союзного геофізичного тресту. Ними в 1948 р. відпрацьовано три гравіметричні профілі через Карпати: Ужгород--Самбір, Мукачів-Стрий, Солотвине-Делятин і знімання у півмільйонному масштабі території Передкарпаття, Скибової зони, Покуття та південно-західної частини платформи.

В 50-х роках виконано узагальнення результатів гравіметричних і магнітометричних знімачь у західних областях України (С. Шерешевська, Р. Андрєєва, трест „Укргеофізрозвідка“, 1951 р.), унаслідок якого зроблені якісні висновки про зв'язок гравітаційних і магнітних аномалій з тектонікою палеозойських відкладів і кристалічного фундаменту.

Важливе значення має узагальнення матеріалів із глибинної будови Карпат, виконане у Львівській філії Інституту геофізики АН України С. Субботіним у 1955 році на основі аналізу і переінтерпретації усіх раніше проведених гравіметричних та магнітних знімачь, урахувуючи матеріали варіометричних знімачь Закарпаття (1939—1943 роки, Угорський геофізичний інститут) та гравіметричних досліджень ділянки завширшки 60 км від Перемишля до Калуша (1942—1943 роки, німецьке знімання гравіметром Асканія-Верке). Унаслідок цього дослідження складена узагальнююча тектонічна схема глибинної будови Карпат та Передкарпаття і декілька глибинних геолого-геофізичних розрізів через Волино-Поділля і Складчасті Карпати.

З 1959 року ЗУГРЕ (І. Бородатий, Л. Фільштинський) почала проводити гравіметричне знімання Складчастих Карпат у масштабі 1:200000 (пункти спостереження 2 км × 2 км) з використанням нових портативних, пристосованих до роботи в горах, кварцевих гравіметрів ГАК-3М, ГАК-4М. За даними цих спостережень у 1963 складена гравіметрична карта з перетином ізоаномал через 2 мгл. У процесі інтерпретації побудовані карти локальних аномалій та схема глибинної будови з основними елементами тектоніки. Виділені підняття мезопалеозою і рекомендовані для проведення сейсмічних робіт МВХ, намічено кільканадцять карпатських перетинів для глибинного сейсмічного зондування (ГСЗ).

З 1963 року ЗУГРЕ ведуться детальні гравіметричні дослідження у масштабі 1:50000 (пункти спостереження 500 м × 500 м) з використанням гравіметрів підвищеної точності ГНУ-КА-2, Дельта-2. Ці роботи спочатку проводилися на платформі, у Львівському палеозойському і Закарпатському неогеновому прогинах (І. Бородатий, Л. Фільштинський), а з 1972 р. по 1987 р. (В. Біліченко, М. Вульчин) — у Передкарпатському прогині та Карпатах із досягненням середньоквадратичної похибки аномалій Буге $\pm 0,25$ мгл в горах. Складена карта аномалій сили тяжіння з перетином ізоліній через 0,5 мгл. В. Біліченко розробив спеціальну методику польових спостережень, яка забезпечила кондиційність знімання у гірських умовах. Ця методика передбачала технологічне використання гелікоптера для транспортування гравіметричних бригад на точки спостереження.

Опрацювання інформації виконано на ПЕОМ. Використовувалися програми, розроблені В. Біліченко, а також пакет програм рішення обернених задач гравіметрії АСИГМ-КАРПАТИ, створений в Івано-Франківському інституті нафти і газу на замовлення ЗУГРЕ. Унаслідок обробки і кількісної інтерпретації усіх гравіметричних та геологічних даних В. Біліченко в 1983 р. побудував структурно-тектоні-

чну карту доальпійської основи Карпат та прилеглих прогинів у масштабі 1:200000.

У гравітаційному полі Карпати вирізняються наявністю регіонального мінімуму сили тяжіння, вісь якого простягається з північного заходу на південний схід від Добромилля до Верховини. Залишкові аномалії гравітаційного поля відтворюють будову мезозойської (доальпійської) основи Карпат. Під покривами Складчастих Карпат вона має форму глибокого рифта, обмеженого Передкарпатським та Розлуч-Чорногірськими розломами. В природних зонах виділяються грабене-подібні занурення основи — до -9 км в абсолютних відмітках.

В центральній частині рифта є ланцюг горстоподібних піднять, які досягають абсолютних відміток 7 км. На південний захід від Розлуч-Чорногірського розлому доальпійська основа піднімається і на цьому тлі спостерігається мозаїка локальних піднять з абсолютними відмітками від $-6,5$ км до $-4,5$ км.

У Львівському палеозойському прогині і на південно-західному схилі Українського щита гравірозвідкою виявлено понад двадцять локальних аномалій, які за результатами інтерпретації відображають антиклінальні структури в палеозойському комплексі, що облягають підняті блоки кристалічного фундаменту або на піднятих бортах виявлених розломів.

У Закарпатському прогині, Солотвинській западині, по лінії Данилове — Теребля — Солотвине простежена зона мінімуму сили тяжіння, з якою пов'язані максимальні потужності солі, виявлені вулканічні центри та зони інтрузивного вторгнення, простежена система тектонічних порушень, виявлено декілька антиклінальних структур на піднятих блоках фундаменту. В Чоп — Мукачівській западині спостерігається центральна зона мінімуму сили тяжіння, яка є продовженням Солотвинської зони, тільки у два рази ширша. В гравітаційному полі чітко відображається ланцюг вулканічних кальдер, які на денній поверхні знівельовані ерозією.

З 1987 по 1991 рік гравіметричні роботи виконувалися на окремих ділянках у масштабі 1:10000 (мережа точок 100×100 м, точність аномалій Буге $\pm 0,1$ мгл) у комплексі з електророзвідувальними (ЗСБ) та геохімічними дослідженнями для пошуків рифогенних тіл у силурі Волино-Поділля.

З 1991 року гравіметрична група у складі тематичної партії ЗУГРЕ виконує переінтерпретацію гравіметричних матеріалів. На основі високоточного гравіметричного профілювання та геогустинного моделювання геологічного розрізу на ПЕ-ОМ виконуються договірні роботи для вирішення завдань нафтогазової геології.

Електромагнітні дослідження

Переходячи до огляду електромагнітних досліджень на заданій території, зазначимо насамперед, що охоплена вона ними нерівномірно. Детальніше досліджені південно-західний край Східноєвропейської платформи, Передкарпатський і Закарпатський прогини, глибинну будову яких вивчали у зв'язку з пошуками нафтогазових покладів. Значно менше вивчені Складчасті Карпати, у межах яких проводилися тільки великомасштабні електророзвідувальні дослідження на окремих ділянках для пошуків рудних покладів або мінеральних вод.

У межах Волино-Подільського краю платформи перші післявоєнні, маршрутні (1946—1947 рр., О. Баланаї, С. Субботін, І. Лебедь, Г. Круглякова) і площинні (1949 р., В. Каненкова) електророзвідувальні роботи методом вертикальних елект-

ричних зондувань (ВЕЗ) проводились трестом „Геофізвуглерозвідка“ на території Львівського прогину для дослідження вугленосних палеозойських відкладів.

З 1949 до 1960 рр. Західноукраїнська геофізична розвідувальна експедиція планомірно покриває територію Львівського прогину площинними зніманнями методом ВЕЗ у зв'язку з пошуками структур, перспективних на пошуки нафти і газу (О. Пушкін, І. Гапак, Г. Курсон, Л. Пахольчук, Я. Сапужак). У наслідку цих робіт висвітлені загальні риси геологічної будови дослідженої території та виявлена ціла низка піднять опорного електричного горизонту високого опору, частина яких стала об'єктом подальших сейсмічних і бурових робіт.

У 1951—1956 роках відділ геофізики Інституту геології корисних копалин (В. Клушин та ін.) виконав обширні геоелектричні дослідження методами ВЕЗ та електропрофілювання на території Волині і Поділля та провів комплексну їх інтерпретацію з даними граві- та магніторозвідки.

Новий етап у розвитку електромагнітних досліджень починається у 70—80-х роках у зв'язку з випробуванням та впровадженням у практику розвідувальних робіт методу зондувань становленням електромагнітного поля у ближній зоні (ЗСБЗ), які розпочаті геофізиками Львівського філіалу Інституту геофізики (ЛФІГФ) АН УРСР (Я. Сапужак, В. Шамотко, А. Кравченко) та продовжені працівниками

ЗУГРЕ у східній частині Львівського палеозойського прогину (Л. Пахольчук, М. Зубашевська) та на Волині (М. Фреїк, П. Зубашевський та інші). Водночас цей період відзначився застосуванням сучасної цифрової техніки як для виконання польових робіт (станції ЦЕС-2 та модернізовані сейсмічні станції „Прогрес“), так і опрацювання та інтерпретації отриманих матеріалів (ЕОМ типу ІВМ-РС/АТ). Цими роботами встановлена придатність методу ЗСБЗ у межах Львівського прогину як для вивчення структури осадової товщі, так і для дослідження перспективних у розумінні нафтогазоносності рифогенних силурійських відкладів. Тому не випадково метод ЗСБЗ, доповнений методами викликаного поляризації і природного поля, покладено в основу раціонального комплексу електрометричних нафтогазопшукових робіт і співробітниками УкрДГРІ (Р. Сейфуллін, І. Хавензон, М. Портягін та інші) в останні роки.

До приповерхневих електрометричних досліджень, які тепер проводяться для охорони довкілля слід віднести дослідження карстових процесів і явищ, які найяскравіше і катастрофічно проявилися на території яворівського виробничого об'єднання „Сірка“ навкруги кар'єру видобування сірки відкритим способом (Карпатське відділення ІГФ НАН України, Я. Сапужак, А. Петровський, В. Шамотко).

Трохи інакше, ураховуючи специфіку геологічної будови та корисних копалин, розвивали електрометричні дослідження у Передкарпатському прогині. В післявоєнні 1946—1953 роки працівники різних територіальних геофізичних організацій (Ф. Заболотний, З. Курсакова, О. Мухин, О. Пушкін, П. Слободяник, О. Ручко та ін.) тут виконували планомірні площинні дослідження у зв'язку з інтенсивним вивченням нафтогазоносності Прикарпаття.

Проте при вирішенні структурних задач електрометрія була витіснена іочнішою сейсморозвідкою, і методи ВЕЗ почали застосовуватися тут лише з 1955 р. у зв'язку з пошуками родовищ калійних солей (Б. Бородін, І. Гонтовий, Р. Ковалик). З 1962 р., електророзвідка диференціальними методами профілювання і зондувань завдяки працям співробітників ЛФ ІГФ АН УРСР (Я. Сапужак,

В. Шамотко) успішно застосовується для пошуків та розвідки калійних солей — сировини для Долинського, Болехівського і Дрогобицького солеварних заводів, а також родовищ самородної сірки на глибинах понад 100 м, пошуки яких бурінням виявились надто дорогими.

Паралельно у значно більших обсягах подібні роботи виконувала геофізична партія об'єднання „Північургеологія“ (І. Гапак, М. Гнилко, С. Вишинський, А. Британ та ін.).

Протягом 1967—1982 рр. методику пошуків та розвідки сірчанних родовищ у Передкарпатті успішно розвивала Комплексна експедиція ВГО „Північургеологія“ (Г. Поморцев, Т. Поморцева).

За останні роки у зв'язку із загальною кризою електророзвідувальні роботи припинилися, а виконувалися лише епізодичні інженерно-геофізичні дослідження стану і надійності земляних дамб „хвостосховища“ концерну „Оріана“ та Бурштинської ТЕС (В. Шамотко), зсувонебезпечних схилів у Закарпатській та Чернівецькій областях (В. Чебан, Д. Лящук, Е. Кузьменко, О. Вдовина).

На завершення слід також згадати дані регіональних досліджень варіацій електроманітного поля Землі та глибинних магнітотелуричних зондувань, які виконувались ЛФ ІГФ АН УРСР і дали змогу виявити Карпатську аномалію електропровідності та наявність надпровідного шару у верхній мантії (А. Бондаренко, А. Білінський, М. Бердичевський, М. Жданов, Ф. Сєдова та ін.).

Отже, у західному регіоні України електрометричні дослідження охоплюють широкий спектр геологічних проблем, починаючи від вирішення інженерно-геологічних та екологічних завдань до пошуків неоднорідностей і структур, пов'язаних з різними корисними копалинами, та глобальних аномалій провідностей у земній корі й верхній мантії.

Машинне опрацювання геофізичної інформації

Машинне опрацювання геофізичної інформації виділилося в окремий напрям геофізичного розвідувального процесу з часу переходу реєстрації первинних польових даних на магнітні носії. У ЗУГРЕ це сталося на початку 60-х років. З того часу весь процес геофізичної розвідки розділився на три ланки: реєстрація інформації у полі (збір геофізичних даних), машинне опрацювання інформації та інтерпретація геофізичних даних. Ці ланки тісно взаємопов'язані і впливають одна на одну. Оскільки сейсморозвідка становила і тепер становить понад 90% від загального обсягу геофізичних робіт Західноукраїнської геофізичної розвідувальної експедиції, то йтиметься переважно про опрацювання сейсмічної інформації.

Впровадження у практику сейсморозвідки магнітного способу запису польових даних стало справжньою революцією у методиці сейсморозвідки, яку щодо важливості можна образно порівняти із введенням друкування книг замість їх ручного переписування. Це дало імпульс бурхливому розвитку та вдосконаленню сейсморозвідки: почали широко застосовувати багатократні системи спостереження і різні способи машинного опрацювання інформації. Розвиток останнього стимулювали два основні фактори:

- кількість інформації зросла на порядок і опрацювати її „вручну“ стало нерально;

- реалізувати розроблені складні алгоритми опрацювання сейсмічних даних без використання машин було неможливо.

Основним завданням машинного опрацювання сейсмічної інформації є виділення у сейсмічному полі корисних сигналів на фоні завад (шумів). Суть проблеми полягає у тому, що корисні сейсмічні сигнали відбитих хвиль, які несуть інформацію про геологічну будову середовища, реєструються разом з різного роду хвилями-перешкодами (шумами). Сумуючись на вході сейсмічних каналів, вони створюють інтерференційне сейсмічне поле, в якому рівень шуму часто переважає рівень корисних сигналів. Щоб упевнено простежити сейсмічний відбивальний горизонт на сейсмічному розрізі, треба домогтися 2—3-разової переваги корисного сигналу над шумом. Тому всі способи опрацювання спрямовані на досягнення цієї мети. Серед багатьох способів перетворення сейсмічного хвильового поля варто виділити три основні: фільтрацію, сумування і міграцію, причому кожен із них має багато різновидів алгоритмічної реалізації, застосування яких диктується характером хвильового поля і складністю геологічної будови досліджуваного району.

Тут слід зазначити, що машинне опрацювання сейсмічної інформації пройшло два етапи свого розвитку: перший етап — опрацювання на аналогових обчислювальних машинах (60-ті роки), другий етап — опрацювання на електронних цифрових обчислювальних машинах (з 70-х років).

На першому етапі використовувались:

перетворювачі сейсмічних записів ПСЗ-2М, ПСЗ-4, „Луч“ для побудови сейсмічних розрізів СГТ і магнітні суматори МС-2, „Поиск“-1-24-РНП-М — для різночасового сумування сейсмічних сигналів на заданій базі прийому за алгоритмом РСР.

Початком другого етапу розвитку машинного опрацювання геофізичної інформації у ЗУГРЕ можна вважати 1974 рік, коли була введена в експлуатацію ЕОМ „Мінськ-32“ і організований обчислювальний центр експедиції. За короткий час власними силами розроблене програмне забезпечення для опрацювання сейсмічної інформації способами СГТ і РСР. Вирішальну роль тут відіграла організація тандемів „геофізик (інтерпретатор) — математик (програміст)“, які спільними зусиллями, постійно взаємодіючи, скоро створили робочі пакети програм СГТ та РНП і ввели їх в експлуатацію. Тут слід відзначити авторів цих розробок: геофізика В. Мамонтова і програміста І. Дуткевича (пакет програм СГТ), геофізика Р. Бобівського і програміста Ю. Ірванця (пакет програм РСР). Паралельно польові дані опрацьовували в обчислювальному центрі об'єднання „Укргеофізика“ (м. Київ) на ЕОМ „Сірма-5“ та М4030. Із впровадженням в експлуатацію у ЗУГРЕ потужніших ЕОМ М4030 (1978 р.), ЄС-1035 (1983 р.), ЄС-1060 (1987 р.) були впроваджені нові системи опрацювання СОСМ-1, СОСМ-1М (розробка Київської дослідно-методичної експедиції), СЦС-3, СЦС-3 ВСП, СЦС-3 ПГР (розробки Центральної геофізичної експедиції МНП, м. Москва).

Це дало можливість опрацьовувати сейсмозаписи, отримані за довільними схемами спостереження, вести поглиблене опрацювання сейсмічної інформації, вивчаючи, крім кінематичних, і динамічні параметри хвиль.

З 1990 р. розпочався новий етап машинного опрацювання — поступовий перехід на персональні комп'ютери типу IBM PC/AT. Розроблена система опрацювання сейсмічних даних на ПЕОМ-SPS PC (автор — провідний геофізик ЗУГРЕ,

к. ф.-м. н. М. Голярчук). У 1995 р. усе опрацювання геофізичної інформації переведене на ПЕОМ.

Упродовж більш як 30-річного періоду розвитку машинного опрацювання геофізичної інформації у ЗУГРЕ опрацьовано десятки тисяч кілометрів сейсмічних профілів, сотні тисяч сейсмічних записів, виявлено, вивчено і передано в буріння понад 150 нафтогазоперспективних об'єктів, на 80-ти з них відкриті нафтові і газові родовища в карпатському регіоні і південно-західній частині Східноєвропейської платформи.

Сучасний стан і перспективи розвитку геофізичних досліджень у західному регіоні України

За останні 15 років (1987—2002 рр.) обсяги польових геофізичних досліджень у західному регіоні України постійно зменшувались, що пов'язано з негативним впливом економічної кризи, реструктуризацією нафтогазовидобувних та гірничовидобувних галузей. Так, обсяги сейсморозвідувальних робіт, які становлять понад 90 відсотків усіх геофізичних досліджень у регіоні, скоротилися з 2925 погонних км профілів, або 48400 фізичних точок у 1987 році до 200 погонних км, або 10100 фізичних точок у 2002 році (рис. 5). Значніше падіння обсягів у погонних км, порівняно з обсягами у фіз. точках, пояснюється тим, що в цей період для кращого і достовірнішого вирішення геологічних задач були застосовані менший крок і більша кратність спостережень. Наприклад, роботи, що їх виконували в 1997—1998 роках на замовлення спільного українсько-канадського підприємства Коломийська нафтогазова компанія „Дельта“, проводилися з кроком 3,0—7,5 м при кратності спостережень 30—60.

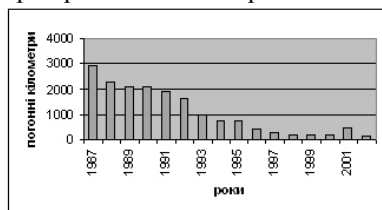
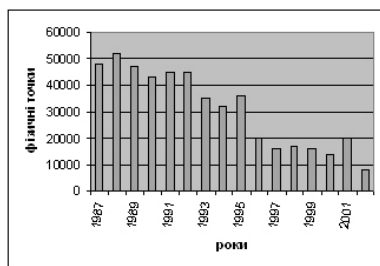


Рис. 5. Обсяги сейсморозвідувальних робіт у західному регіоні України за період 1987—2002 років.



В останні роки польові геофізичні дослідження геологи виконували переважно на замовлення Держкомгеології України та ДК „Укргазвидобування“ у Більче-Волицькій зоні Передкарпатського прогину та на Волино-Подільському закінченні Східноєвропейської платформи.

Незадовільне фінансування геофізичних робіт стало головною причиною скорочення кількості сейсморозвідувальних партій в ЗУГРЕ з 10 до 3 і відповідно сейсмореєструвальних каналів з 864 до 288. З тієї ж причини з 1989 р. не оновлювався парк геофізичного і бурового обладнання, апаратури, віброустановок для збудження пружних коливань, сейсмомприймачів та вимірювальної апаратури. Тому ЗУГРЕ змушена була піти по шляху модернізації сейсмостанцій типу „Прогрес“ із застосуванням персональних комп'ютерів типу „Notebook“ і програмного вдосконалення технології реєстрації

сейсмічної інформації, що дало змогу продовжити термін експлуатації сейсмостанцій [17].

Останніми роками в Україні інтенсивно впроваджується технологія тривимірних (3D) сейсмічних досліджень із застосуванням багатоканальних телеметричних сейсмореєструвальних систем. У західному регіоні такі роботи наразі не ведуться, хоч перше в Україні 3D-знімання здійснене в 1987 році саме в західному регіоні — на Летнянській площі [18]. Тут за допомогою шести 48-канальних сейсмостанцій „Прогрес“, що запускались одночасно від імпульсу відмітки моменту вибуху, було відпрацьовано ділянку площею 36 кв. км. Пізніше такі роботи не проводили через відсутність у ЗУГРЕ швидкодіючої системи опрацювання та організаційно-технічні проблеми при застосуванні одночасно кількох сейсмостанцій.

Нинішній стан геофізичних робіт у західному регіоні України визначає головні завдання, які треба вирішувати вже.

Насамперед варто здійснити структурну перебудову геофізичного виробництва, аби значно зменшити кількість підрозділів невиробничої сфери та привести кількість виробничих підрозділів у відповідність до потреб ринку в обсягах геофізичних робіт.

По-друге, здійснити в найкоротші терміни технічне переоснащення польових геофізичних партій. Для сейсморозвідувальних партій шлях переоснащення уже визначився. Досвід, набутий фахівцями ЗУГРЕ та НВФ „Інтелект“ при розробленні та впровадженні у виробництво модернізованих, комп’ютеризованих сейсмостанцій „Прогрес-2/3М“, а також досвід використання у ДГП „Укргеофізика“ станцій виробництва США DFS-10, BISON, Input/Output стали основою для створення концепції розроблення та виготовлення в Україні вітчизняної багатоканальної сейсмореєструвальної системи на рівні світових зразків. Така система за фінансової підтримки нафтогазовидобувних підприємств — основних замовників сейсморозвідувальних досліджень — може бути виготовлена протягом одного-двох років, що значно здешевило б для них вартість робіт як при 2D, так і при 3D-сейсмічних зніманнях, порівняно з використанням систем зарубіжного виробництва.

Розроблені і виготовлені у Львівському центрі Інституту космічних досліджень (ЛЦ ІКД) НАН України електророзвідувальні станції ЛЕМАД-404 і ЛЕМАД-404М для магнітотелуричних зондувань уже використовуються в Україні (УкрДГРІ, ЗУГРЕ), неодноразово використовувалися у міжнародних проєктах і отримали високу оцінку фахівців. Крім того, ЛЦ ІКД розробив і виготовив дослідний зразок універсальної електророзвідувальної станції ЛЕМАД-410 для роботи методами МТЗ, ЗСБ і ВП. Отже, є можливість забезпечити геофізичні експедиції електророзвідувальною апаратурою і обладнанням вітчизняного виробництва.

Складнішою є ситуація з оновленням приладів для потенційних геофізичних методів, позаяк в Україні їх ніхто не розробляє і не виготовляє. Тому, напевне, ця проблема буде розв’язуватися через придбання приладів та обладнання зарубіжного виробництва.

По-третє, опрацювання польових даних на сучасному рівні потребує оновлення та збільшення парку потужних персональних комп’ютерів, робочих станцій, пристроїв для візуалізації результатів опрацювання, розширення можливостей існуючих систем опрацювання та інтерпретації геолого-геофізичних даних.

По-четверте, зменшення обсягів пошуково-розвідувального буріння на нафту і газ спричиняє надзвичайно вимогливе ставлення замовника до якості підготовле-

них геофізичними методами об'єктів для глибокого буріння. Тому зростає необхідність ширшого комплексування польових і свердловинних геофізичних методів та методів нафтогазопромислової геології. На порядок денний знову постає завдання проведення тривимірної сейсморозвідки на окремих площах.

Отже, хоч геофізичні дослідження у західному регіоні України нині переживають спад, проте існує перспектива їх розвитку за умови економічної підтримки державою нафтогазовидобувної і гірничовидобувної галузей.

ЛІТЕРАТУРА

1. Wize C. M. Geophysical prospecting in Poland. „Geophysics“. — 1944. — № 2. — Vol. IX.
2. Завьялов В. Д., Столярова Е. А. Сейсморозведочные работы методикой массовых пространственных зондирований (МПЗ) // Прикладная геофизика. Вып. 17. — Л.: 1957. — С. 33—66.
3. Рябинкин Л. А. и др. Теория и практика сейсмического метода РНП / Тр. МИНХ и ГП, вып. 39. — М.: Гостоптехиздат, 1962. — 283 с.
4. Завьялов В. Д. и др. Способ группирования взрывов при сейсморозведке. Авт. свид. № 126274. // Бюлл. изобретений. — 1960. — № 4.
5. Васильев Ю. А. и др. Способ плоского фронта в методе отраженных волн // Прикладная геофизика. — Вып. 38. — М.: Гостоптехиздат, 1964. — С. 25—44.
6. Бойко В. Н. и др. Опыт применения способа плоского фронта во Внешней зоне Предкарпатского прогиба и на юго-западной окраине Русской платформы // Сейсморозведка с применением группирования взрывов на длинных базах и способа центровых лучей. — М.: Недра, 1965. — С. 23—27.
7. Завьялов В. Д., Райхер Л. Д. Способ группирования взрывов при сейсморозведке. Авт. свид. № 127431 // Бюллетень изобретений. — 1960. — № 7.
8. Райхер Л. Д. и др. Способ управляемого плоского фронта при сейсморозведке МОВ // Прикладная геофизика, вып. 45. — М.: Недра, 1965. — С. 60—76.
9. Райхер Л. Д. и др. Способ регулируемого управления фронтами сейсмических волн (РУФ). Авт. свид. № 166502 / Бюллетень изобретений.— 1964.— № 22.
10. Бендерский В. Я. и др. Метод управления фронтами волн в сейсморозведке. — М.: Недра, 1973. — 200 с.
11. Завьялов В. Д., Лящук Д. Н. Способ сейсморозведки методом отраженных волн. Авт. свид. № 253393, кл. 42-с, 42 // Бюллетень изобретений. — 1969. — № 30.
12. Лящук Д. Н. и др. Некоторые результаты применения способа интегрального приема сейсмических волн в условиях Львовского палеозойского прогиба // Геофизические исследования на Украине.— К.: Техника, 1973. — С. 32—38.
13. Maune W. Harry. Сейсмическая разведка. Патент США № 2732906, кл. 181—5, 31.01.1956. Реферативный журнал. — 1957. — № 7.
14. Лящук Д. Н. и др. Способ геофизической разведки. Авт. свид. № 1045190, кл. 42-с. Бюллетень изобретений.— 1983.—№ 36,
15. Лящук Д. Н., Лизун С. О. Спосіб прогнозування нафтогазових покладів. Патент України на винахід № 28728А // Бюллетень изобретений. — 1999. — № 8.
16. Лящук Д. Н., Лизун С. О. Спосіб прогнозування нафтогазових покладів. // Розвідка і розробка нафтових і газових родовищ. № 36 (т. 1). — Івано-Франківськ, 1999. —

С. 288—296.

17. *Коляденко В. В. та ін.* Перші результати і перспективи модернізації цифрової сейсмозвідувальної станції „Прогрес“ // Розвідка і розробка нафтових і газових родовищ, № 36 (Том 1). — Івано-Франківськ, 1999. — С. 269—272.

18. Широкоапертурное объемное сопряженное профилирование / Тимошин Ю. В., Золотаренко В. Я. и др. // Бюллетень ассоциации „Нефтегазгеофизика“. — М.: 1991.— Вып. 1.

SUMMARY

Vasyl CHEBAN, Dmytro LIASCHUK

THE HISTORY OF THE GEOPHYSICAL METHODS OF THE PROSPECTING OF USEFUL MINERALS IN THE WESTERN REGION OF UKRAINE

There is distinguished three stages in the history of the geophysical methods for the useful minerals prospecting in the western region of Ukraine: first — from 1892 to 1941 — origin of the geophysical methods; second — from 1945 to 1985 — rapid development and widely using of the different geophysical methods for the prospecting of the useful minerals first of all oil and gas; third — from 1986 to present — decreasing of the scope of geophysical investigations as a result of economic abatement and non attention of the authorities of the state and appropriate Ministry to the problems of the development of the mineral resources of Ukraine. The history of the methods of the field geophysical surveys: seismic, gravity, electromagnetic and also the methods of the processing of information is characterized. It is shown the perspectives of the development of the geophysical investigations in Ukraine as a whole and in western Ukraine as a part.