

Наука — виробництву

УДК [550.834.05:533.98(061.4+0.61.7:2.231+1.)](477.85)

РОДОВИЩЕ НАФТИ І ГАЗУ ПІД КАРПАТСЬКИМ ОРОГЕНОМ УКРАЇНИ

¹П.М.Шеремета, ²Ю.П.Стародуб, ¹П.М.Бодлак

¹ Західно-Українська геофізична розвідувальна експедиція, 79040, Львів, вул. Данила Апостола, 9 а, тел. (0322) 672329, e-mail: PShermeta@ukr.net

² Інститут геофізики НАН України, 79011, Львів, вул. Ярославенка, 27, тел. (0322) 522982, e-mail: Starodub@in.lviv.ua

Освещается глубинное строение Лопушнянского нефтегазового месторождения в форланде Украинских Карпат. Отождествление отражающего горизонта (J), по которому построена структурная карта, осуществлено с помощью специально построенной синтетической сейсмограммы по данным акустического каротажа скважины Бискв-1. Отображена эволюция познания глубинного строения месторождения. Для него свойственно наличие трех коллекторских комплексов в поднадвиге Карпат, а именно: песчаники неоген/палеогена (N_1P_2), песчаники альб-сеномана (K_{al-s}), известняки верхней юры (J_{3nz}). Характеризуется модель ловушки и экранирующих покровов месторождения, которая является моделью нового типа в Карпатской нефтегазовой провинции и, пока, единственной продуктивной в Бильче-Волицкой зоне Предкарпатского прогиба. Указывается на высокую перспективность в нефтегазовом отношении автохтона Покутско-Буковинских Карпат.

In the paper the deep structure of the Lopushna oil-gas deposit in the foreland of Ukrainian Carpathians is presented. The identity of reflection horizon (J) according to which the structure map made is revealed with the help of the specially built synthetic seismogram according to data of well logging of the borehole Biskiv-1. The evolution of the knowledge of the deep structure of the deposit is offered. The inheritance of three collector complexes in the Carpathian foredeep is peculiar for it namely: sandstones of Neogene/Paleogene (N_1P_2), sandstones of Alb-Senoman (K_{al-s}), limestones of top Jurassic (J_{3nz}). The trap model of masking roofs is characterized, which is model of new type in the Carpathian oil-gas province and nowadays is unique productive in Bilche-Volycya zone in Fore-Carpathian foredeep. High perspective in the oil-gas connection of Pokuttya-Bukovyna Carpathians autochthon is pointed out.

Основною метою даної публікації є заохочення інвестицій у нафтогазовий сектор України, стимулювання геологічної розвідки, збільшення видобутку нафти і газу, щоб зменшити залежність від імпорту енергоносіїв з Росії.

Лопушнянське родовище розташоване у Карпатському регіоні Західної України, недалеко від кордону з Румунією на території Чернівецької області (рис. 1, а, б). У геологічному плані воно розміщене в Покутсько-Буковинських Карпатах у межах стику Скибової зони Складчастих Карпат та Бориславсько-Покутської зони Передкарпатського прогину. Нафтогазові поклади родовища приурочені до форланду під Карпатським орогеном. Воно є родовищем нового типу для Карпатської нафтогазової провінції, бо з класичних геосинклінальних позицій поширення мезозою не допускалось під насувом Покутсько-Буковинських Карпат [2].

Інтерпретуючи сейсмічні матеріали, одержані в 1968 році в районі Надвірної на ділянці Переросль-Назавизів-Майдан Передкарпатського прогину, ми прийшли до висновку, що мезозойські відклади поширюються і на південний захід від свердловини Назавизів-12. З 1969 року проводяться планомірні сейсмічні дослідження в Покутсько-Буковинських Карпатах, де також були зареєстровані хвилі, які, на наш погляд, відбиті від меж у товщі мезозою. У 1970 році була виявлена Лопушнянська антиклінальна структура в автохтоні Карпат. Це було основою для продовження в 1971-1973 роках сейсмічних досліджень і буріння свердловин Лопушна-1, 2 та Сергії-1. Однак іншими виконавцями хвилі від меж у палеозой ототожнювались з межами мезозою, і простягання структури відображалось неправильно. З 1977 року вперше у світовій практиці сейсмічних досліджень на території Покутсько-Буковинських

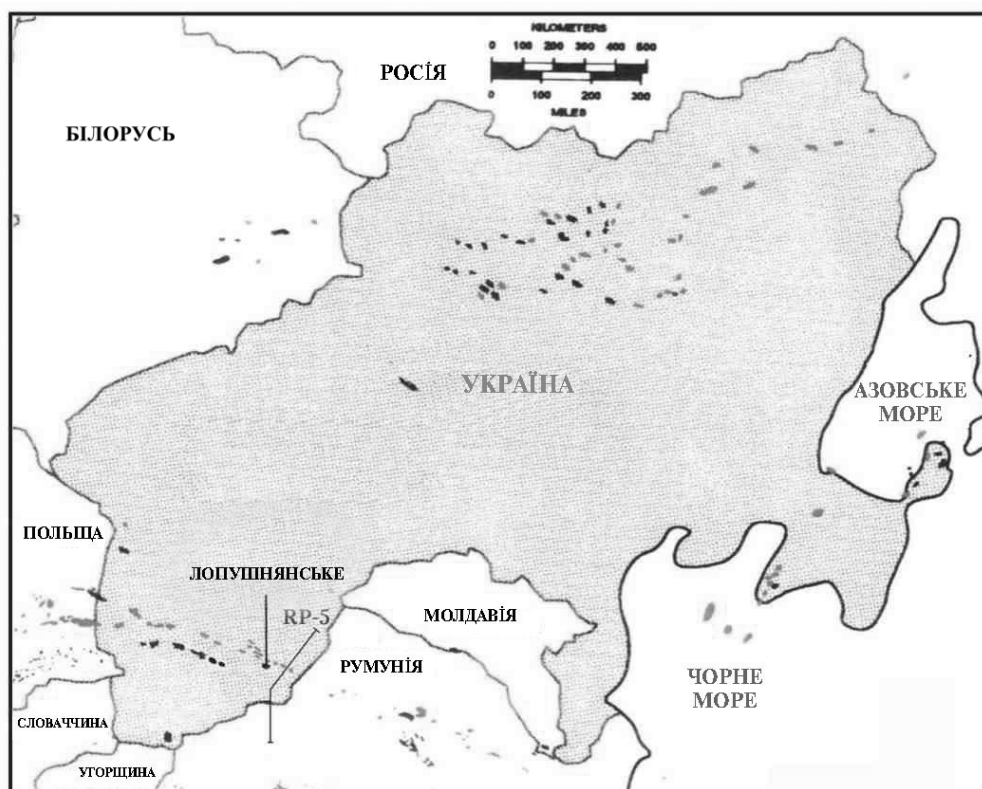


Рисунок 1а — Карта України з позначенням розташування Лопушніанського родовища

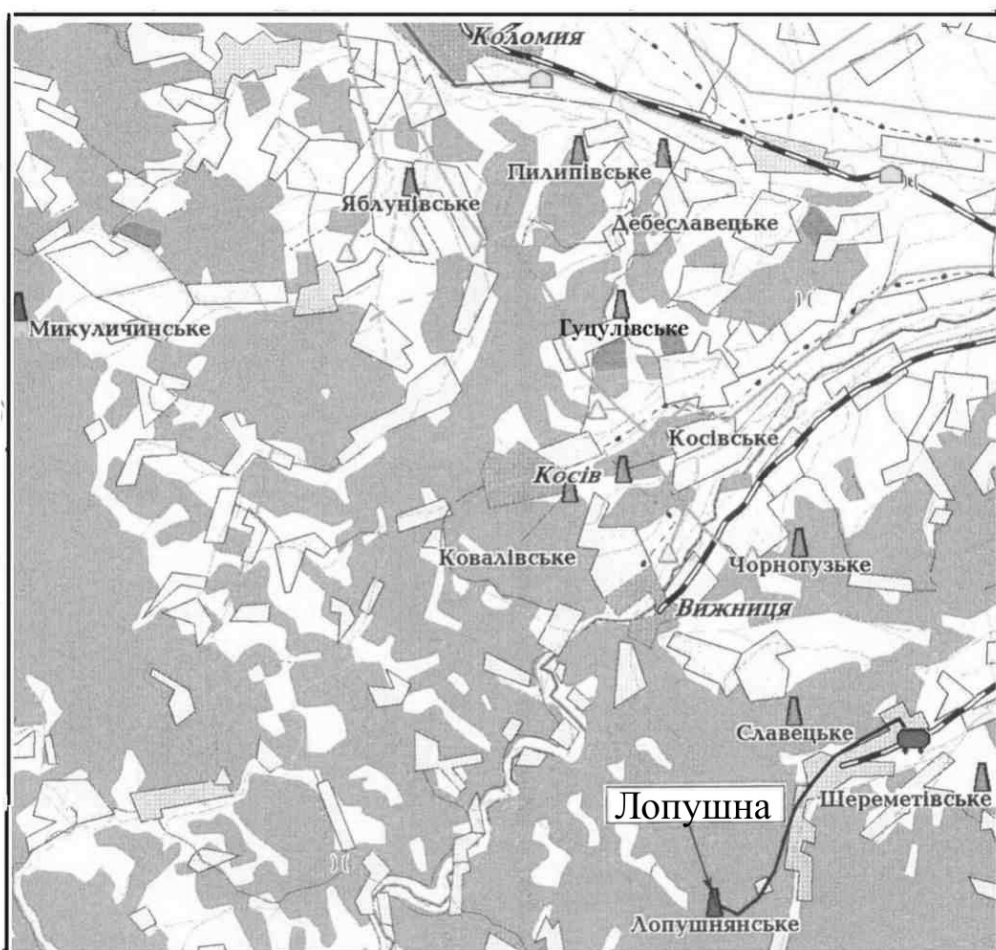


Рисунок 1б — Лопушніанське родовище на географічній карті

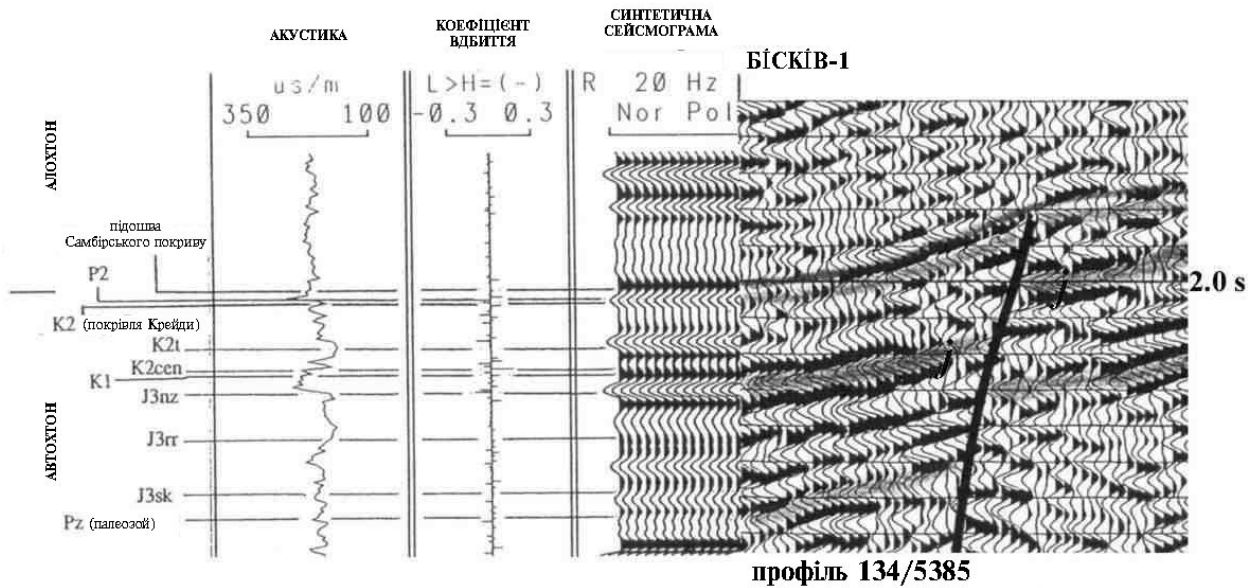


Рисунок 2 — Порівняння даних свердловини Бісків-1 і сейсмічного профілю 134/5385

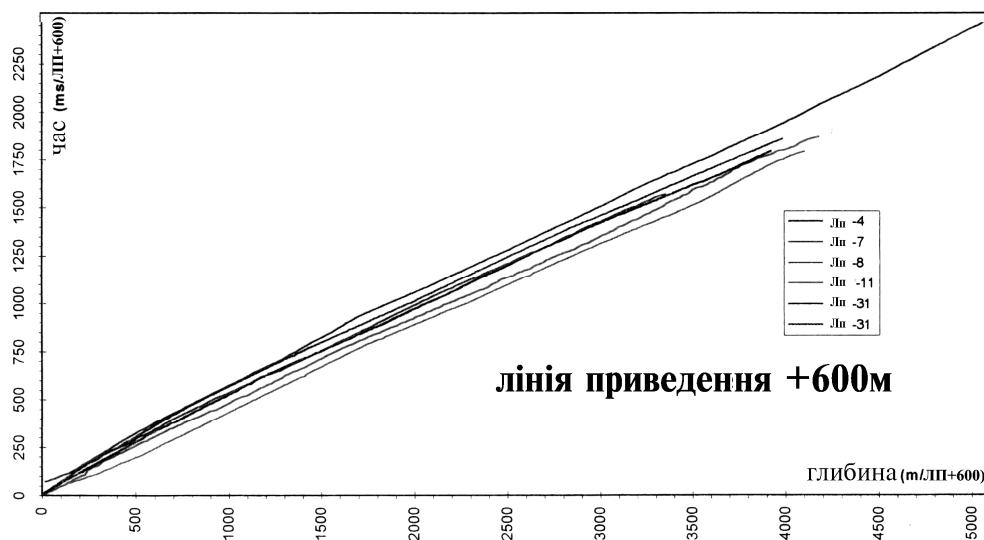


Рисунок 3 — Лопушнянське родовище. Криві час/глибина

Карпат розпочато сейсмічні роботи на основі рекомендації П.Шеремети методикою поздовжньо-непоздовжнього профілювання МСГТ (метод спільної глибинної точки) з одночасною відробкою трьох-чотирьох профілів, відстань між якими становила 1,5-2 км. У результаті цих робіт була побудована структурна карта по відбиваючому горизонту MZ, приуроченому до межі всередині мезозойської товщі. У процесі буріння рекомендованої нами свердловини Лопушна-3 у 1983 році з глибини 4303 м стався неконтрольований викид нафти і газу під час проходження автохтону (сенманські відклади крейди). Вивчивши параметри пружного середовища поширення сейсмічних хвиль та виконавши дослідження в склепінній частині підняття, були здійснені нові структурні побудови по відбиваючому горизонту J (покрівля юри).

З метою перевірки правильності ототожнення відбиваючого горизонту J з покрівлею юри в Технологічному центрі Державного геофізичного підприємства (ДГП) "Укргеофізика" (м. Київ) у 1997 році була розрахована репрезентативна синтетична сейсмограма для свердловини Бісків-1, оскільки в ній було виконано акустичний каротаж на досить великому інтервалі глибин. Теоретична сейсмограма була побудована з використанням несучої частоти 20 Гц та згортки перехідної функції середовища з імпульсом Ріккера. Її з нанесеними головними стратиграфічними і геологічними межами для ідентифікації основних сейсмічних горизонтів та їх зв'язку зі свердловинними даними було накладено на профіль 134/5385 у місці знаходження свердловини Бісків-1 (рис. 2). Кореляцію модельних, свердловинних і сейсмічних даних з урахуванням кривих час/глибина (рис. 3) вва-

жаємо задовільною. У автохтонному комплексі відбиваючий горизонт J (покрівля юри) є найбільш енергонасиченим. Літологічно верхня

горизонти автохтону від ускладненого хвилями-перешкодами сейсмічного запису.

В автохтонному комплексі покрівля крей-

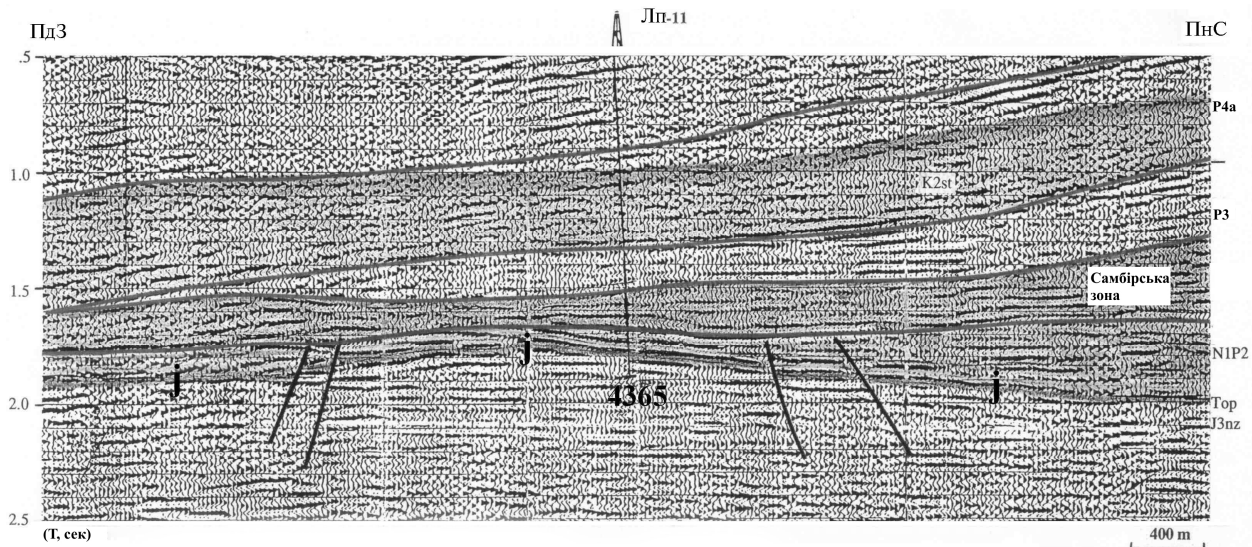


Рисунок 4 — Часовий розріз 13/5389 через Лопушнянське родовище (північно-західна частина)

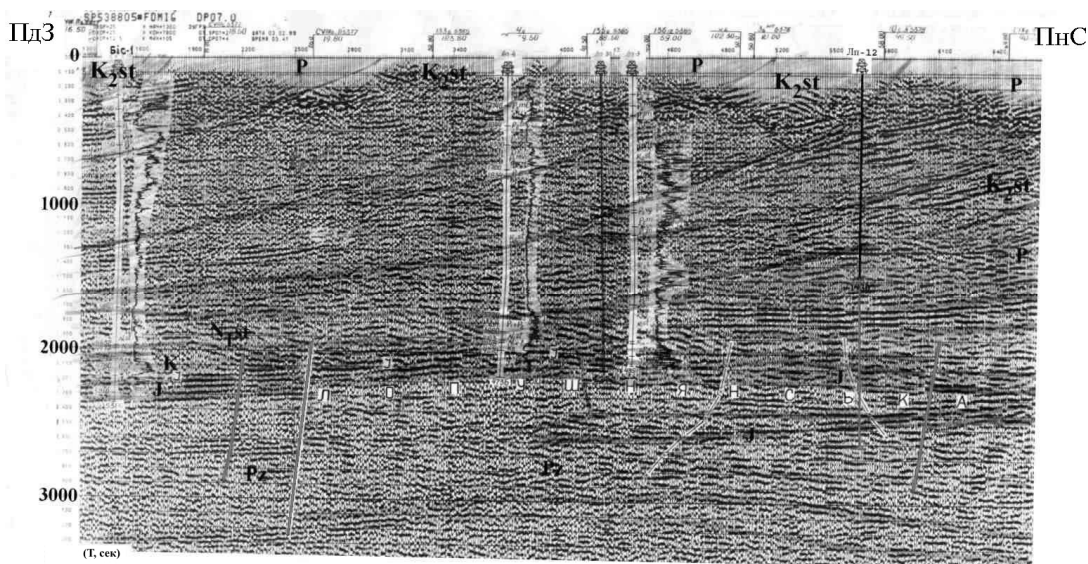


Рисунок 5 — Часовий розріз 5/5388 через Лопушнянське родовище (південно-східна частина)

юра представлена масивними вапняками, а на діаграмі акустичного каротажу покрівля характеризується збільшенням швидкості. Таким чином, покрівля юри (J) на сейсмограмах є чітко вираженою сейсмічною межею (рис. 4, 5).

В алохтонній зоні підосва скиб насуву на синтетичних сейсмограмах асоціюється із зменшенням швидкості, а на сейсмічних розрізах характеризується максимумами відбитих хвиль. Цей горизонт по площі має змінюваний ступінь виразності. Для нього характерне неузгоджене напластування, що відділяє недеформовані автохтонні формації мезозою або кайнозою від складчастих нижніх молас. Підосва алохтонного горизонту ідентифікується на сейсмічних розрізах межею, що відділяє чітко виражені

ди – чіткий горизонт з достатньою енергонасиченістю, але на сейсмічних профілях цей горизонт важко ідентифікувати по латералі і тому, на наш погляд, він не зовсім придатний для картування. Поведінка покрівлі крейди нестабільна, оскільки вона є палеорельєфом, з неузгодженим напластуванням, що ускладнюється інтенсивною ерозією. Враховуючи недостатню роздільну здатність по вертикалі, покрівля крейди іноді приймається за покрівлю юри. Найбільше це спостерігається у центральній частині антикліналі. Виходячи з цього, глибина будова Лопушнянського родовища найбільш повно та вірогідно відображена на структурній карті по відбиваючому горизонту J (покрівля юри).

При структурних побудовах використовувались розгорнуті графіки швидкостей по сейсмічних профілях. Для цього було побудовано карти залежності глибини від подвійного часу $H = f(2t)$ з інтервалом часу 0,2 секунди (0,2;

Селятинську, Голошинсько-Пробінівську, Громовецьку, Перкалабську, Чивчинську та інші (рис. 6). Характерним є і те, що потужність палеогенових, крейдових та юрських відкладів зростає в південно-західному напрямку. Якщо в

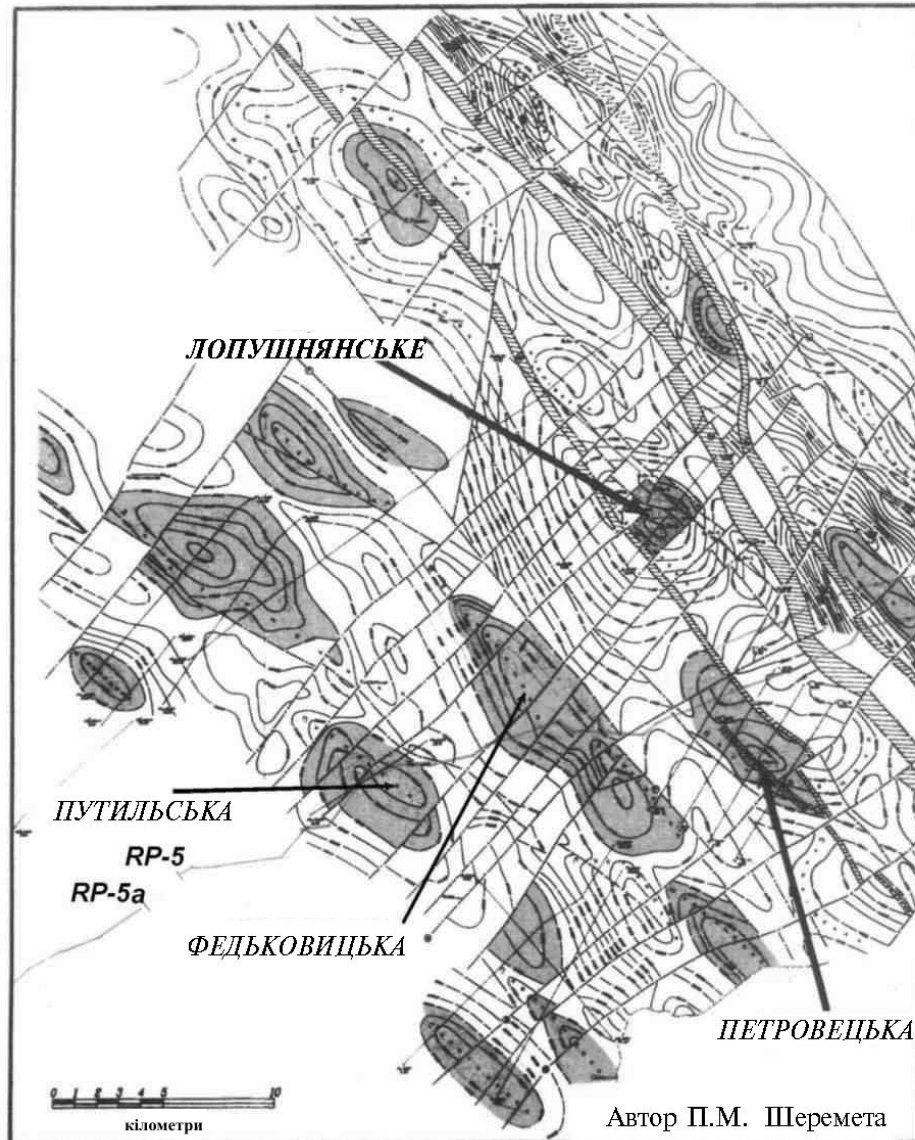


Рисунок 6 — Структурна карта Покутсько-Буковинських Карпат по відбиваючому горизонту J (покрівля юри)

0,4;...2,2) від лінії проведення плюс 600 м. Дані карти вказують, що площа Лопушніанського родовища характеризується складним градієнтом швидкостей $V = f(t)$, і закономірність зміни швидкостей поширення пружних коливань визначається літологією та потужністю насувних порід, а також структурною формою автохтону.

По відбиваючому горизонту J структурні побудови виконані для всієї площі Покутсько-Буковинських Карпат. На основі одержаних даних сейсмозвідки та гравіметрії виділено 10 (не виключена можливість існування 11) смуг антиклінальних структур в автохтоні в палеогенових та мезозойських відкладах опущеної частини Передкарпатського прогину: Лопушніансько-Петровецьку, Федьковицько-Загулівську, Путильсько-Плоскинську, Яблуницько-

першій смузі антиклінальних структур потужність палеогену автохтону становить близько 30 м, то в межах десятої смуги вона досягає кількох сотень метрів [6]. У межах першої смуги антиклінальних складок і відкрите Лопушніанське нафтогазове родовище. Згідно зі структурними побудовами, виконаними нами, Лопушніанська структура розташована в межах опущеного крила Передкарпатського скиду і обмежена з північного сходу прирозломним грабеном (рис. 7). Її південно-західне крило ускладнене Шепітським скидом з амплітудою 100-500 м, який розділяє підняття на два поздовжні блоки: власне Лопушніанський (центральна частина і північно-східне крило), в межах якого відкрите родовище, та Бісківський (південно-західне крило).



Рисунок 7а — Лопушнянське родовище.
 Структурна карта по відбиваючому горизонту J (покрівля юри)

Північно-східне крило раніше (до 1991 р.) на структурних картах зображалось як таке, що ускладнене горстом шириною 0,7-1,2 км (рис. 6). Амплітуда його здіймання відносно південно-західного блоку становила 50-200 м, а відносно північно-східного — 300-350 м. Після відробки профілів у 1991 році на більш високому методичному рівні та застосування міграційних перетворень при обробці сейсмічних

матеріалів на ЕОМ цей горст не підтверджено, а тому на структурній карті (рис. 7) Лопушнянське підняття зображено з північно-східним крилом, яке ускладнене тільки підкидом. Останні структурні побудови виконано з урахуванням даних багатократного простеження меж у свердловинах. По відбиваючому горизонту J спостерігається занурення мезозойських відкладів від позначок мінус 3350 м – мінус 3400 м в

склепінних частинах до мінус 3900 м – мінус 4200 м у переклінальних частинах. У межах південно-західного крила — до мінус 4500 м – мінус 5600 м. Лопушнянська структура усклад-

ли, зміщуючи їх. Як наслідок поперечні порушення вважаємо пізнішими. Вони утворились внаслідок можливої адаптації і активізувалися протягом неогену, але в більшості випадків до



Рисунок 76 — Структурна карта по відбиваючому горизонту J (покрівля юри) проект ЕУК 9503, Taxis. Умовні позначення на рисунку 7а

нена трьома склепіннями: північно-західна частина з одним склепінням з ізогіпсою мінус 3350 м, в якому розміщені свердловини Лопушна-11, 32; південно-східна з ізогіпсою мінус 3400 м – двома склепіннями, в яких розташовані відповідно свердловин Лопушна-4 і 3. Між ними проходить вузький синклінальний прогин мозаїчний в плані, який зумовлює відсутність покладів нафти і газу у свердловинах Лопушна-9, 31.

Порушення поздовжні з північного заходу на південний схід, імовірно, успадковані від старших насувів, що виникли внаслідок поля напружень, яке відповідає як мезозойським процесам, так і колишньому герцинському стишненню. Це явище зумовлено колізією Африканської і Європейської плит. Результат цього спостерігаємо по всій південно-східній Європі. Після насуву палеозойського циклу структури, що утворились, піддалися ерозії, тому більш молодші відклади відсутні.

Поперечними розломами з амплітудами 20-200 м структура розбита також на окремі блоки. Ці порушення в напрямку з північного сходу на південний захід деформують поздовжні розломи, розбиваючи їх на окремі інтерва-

утворення карпатських скиб, бо не порушують перекриваючий їх комплекс алохтону [5]. Як видно із структурної карти, дані порушення були і зсувами. Вони були і є шляхами міграції вуглеводнів. Процес наповнення пасток флюїдами продовжується на сучасному етапі.

Аналізуючи сейсмічні часові розрізи, приходимо до висновку, що можливо виділити насуви в мезозойських відкладах (див. рис. 5), які зумовлені як спредінгом океану Тетис, так і конвергентними і дивергентними процесами.

Структурні побудови на Лопушнянському родовищі виконані, зокрема, фірмою «Бейсіп Франлаб». Загалом вони підтверджують наші побудови. Є тільки окремі незначні розбіжності в трасуванні розломів, і в південно-східній частині підняття представлено одним склепінням. Американська фірма «Ексон», яка частково інтерпретувала сейсмічні матеріали, одержані в межах родовища, приймає наші побудови, але висловлює свої застереження про наявність Шепітського розлому.

Глибина будова Лопушнянської структури зображена на геологічному розрізі (рис. 8). Свердловина Лопушна-3 розкрила потужний

флішевий алохтон Бориславсько-Покутської (0-3700 м) і молас Самбірської (3700-4045 м) зон Передкарпатського прогину. В автохтоні свердловина пройшла породи палеогену і нижнього бадену (4045-4080 м), верхньої (4080-4205 м) і нижньої (4205-4245 м) крейди та юри (4245-

жній — пісковиками, аргілітами і алевролітами. Палеозойські відклади представлені щільними і середньої міцності аргілітами місцями тріщинуватими з локальними площинами ковзання.

При опробуванні свердловини Лопушна-3 у 1984 році із сеноманських пісковиків, що за-



Рисунок 8 — Сейсмологічний профіль 5/5388 (один із варіантів глибинної будови)

4391 м), а свердловини Бісків-1, Лопушна-2 і Лопушна-5, пройшовши повну потужність юрських відкладів, розкривають палеозойські породи (девон) відповідно на глибинах 5210-5369, 4535-4723, 4920-4928 м.

Нижньобаденські та палеогенові (платформові) відклади представлені у верхній частині (палеоген) пісковиками, в нижній — аргілітами і глинистими мергелями. Верхньо-крейдянні — вапняками і органогенно-уламковими вапнистими сеномансько-туронськими мергелями і нафтонасиченими сеноманськими пісковиками. Нижньокрейдянні — щільними аргілітами з тонкими прошарками алевролітів і дрібнозернистих пісковиків. Юрські у верхній частині — щільними сильнотріщинуватими і крихкими крейдоподібними вапняками; середній — доломітами; ни-

лягають на глибині 4180-4199 м, одержано приплив нафти дебітом 300 м³/добу на 8 мм штуцері, газовий фактор становив 200 м³/добу [4]. Цей факт засвідчив про відкриття Лопушнянського нафтогазового родовища — першого в піднасуві Карпат. Після цього пробурено свердловини Лопушна-5-9, 11, 30-32, Бісків-1 і продовжується буріння свердловин Лопушна-10, 12, 35. Поклади вуглеводнів розкриті свердловинами Лопушна-3, 4, 8, 11, 30, 32.

Французькою фірмою «Беісіп Франлаб» складено стратиграфічні розрізи (рис. 9) і карти загальних товщин з метою ілюстрації поширення колекторів, а також латеральних змін фацій та товщин. Для родовища характерним є наявність трьох колекторських комплексів, а саме: пісковики неогену/палеогену (N₁P₂), піс-

ковики альб-сеноману (K_{al-s}) та вапняки верхньої юри (J_3^{nz}). При підрахунку запасів вуглеводнів розглядаємо зазвичай дві моделі розташування колекторів. При першій моделі юрські та крейдяні колектори взаємопов'язані один з одним, і скиди, що виділяють ділянки колекторів, не є ізолюючими. При другій моделі є пачки окремих насичених вуглеводнями пісковиків крейдяних відкладів. Колектори крейдяних і юрських відкладів між собою розділені (рис. 10).

аналогічним другій моделі. Перевагу віддаємо другій моделі, бо водонафтовий контакт (ВНК) в тектонічному блоці родовища, де розташована свердловина Лопушна-4, знаходиться на абсолютній глибині мінус 3515 м, а в тектонічному блоці, де знаходиться свердловина Лопушна-11, ВНК — на абсолютній глибині мінус 3486 м [1].

Отже, найбільш ймовірною моделлю Лопушнянського родовища є тектонічно екрано-

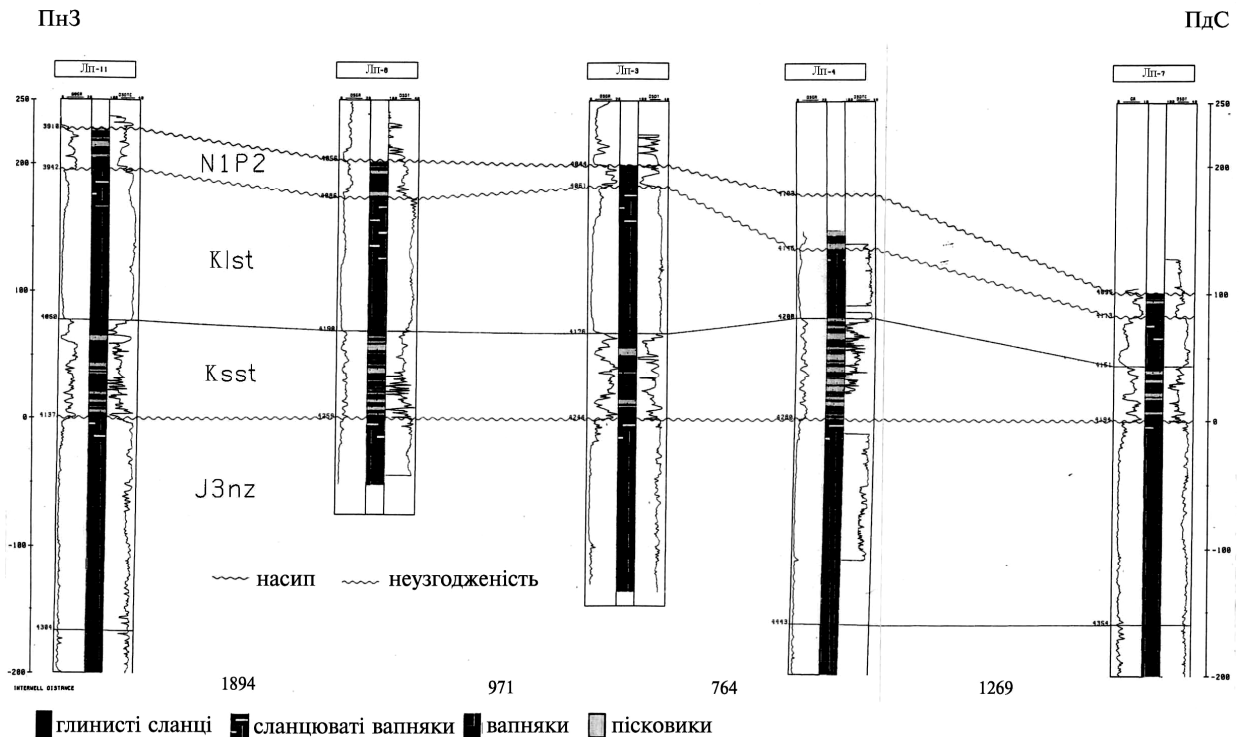


Рисунок 9 — Стратиграфічні розрізи

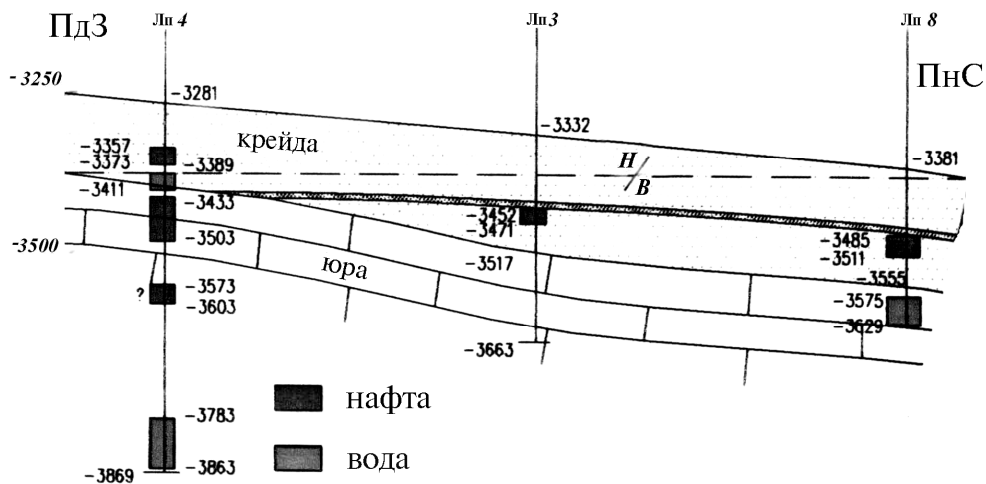


Рисунок 10 — Колектори крейдяних і юрських відкладів

Геологи американської фірми «Ексон» використовували при підрахунках запасів родовищ ще й третю модель, де приймалися параметри даних колекторів на підставі аналізу даних каротажу свердловин. Розділення колекторів було

вана пастка, бо, враховуючи головні поздовжні розломи, структуру можна представити горстом у мезозойських відкладах. Покришками для покладів є перш за все солоносні і глинисті породи молас Самбірської зони і аргілітисті мер-

гелі сенону [3]. Глинисті відклади верхньобаденського віку, потужність яких у межах грабена сягає до 900 м, також служать екрануючою покришкою. Така модель пастки, як на Лопушнянській структурі, встановлена вперше і є продуктивною єдиною в Більче-Волицькій зоні Передкарпатського прогину і, зокрема, в піднасуві Карпат.

Відкриття Лопушнянського нафтогазового родовища свідчить про високу перспективність автохтону Українських Карпат [7]. Тому першочерговими об'єктами для відкриття ще більш крупних родовищ, ніж Лопушнянське, є Федьковицька і Путильська структури, що розташовані в одному з ним поперечному тектонічному блоці, а потужність палеогенових відкладів автохтону в межах останньої за даними сейсмозвідки сягає 300 м.

Література

1. Атлас родовищ нафти і газу України в 6 томах. Т. 4. Західний нафтогазоносний регіон. — Львів, 1998. — С.312-320.

2. Геологическое строение и горючие ископаемые Украинских Карпат // Праці Українського науково-дослідного геологорозвідувального інституту (УкрНДГРІ). — М.: Недра, 1971. — Вип. 25.

3. Головацкий И.Н., Глуценко М.А. Лопушнянская структура – новый тип ловушки углеводородов // Нефтяная и газовая промышленность. — 1984. — № 2. — С.5-6.

4. Палий М.М., Демьянчук В.Г., Крупский Ю.З., Трушкевич Р.Т. Об открытии Лопушнянского нефтяного месторождения в Карпатском регионе // Геология нефти и газа. — 1986. — № 3. — С.18-21.

та ефективності обладнання для буріння свердловин.

На Прикарпатті ефективний видобуток енергоносіїв можливий при електробурінні, оскільки нафтогазоносні пласти залягають на глибині 3...5 км у твердих і міцних породах. Їх доцільно розробляти бурінням похило-спрямованих і горизонтально-розгалужених свердловин [1]. Перевагами буріння електробуром є нечутливість до витрати промивальної рідини; відсутність втрат потужності на обертання колони бурильних труб (КБТ) та її мале механічне зношування; неперервне отримання інформації про кривину і кут нахилу свердловини від телеметричної системи. Приводом електробура

5. Пилипчук А.С., Кмицикевич І.Є., Лящук Д.Н., Шеремета П.М. Перспективы нефтегазоносности мезозойских, палеогеновых отложений в юго-восточной части Бильче-Волицкой зоны Предкарпатского прогиба // Региональная геология УССР и направления поисков нефти и газа: Збірник наукових праць Українського науково-дослідного геологорозвідувального інституту. — Львів, 1985. — С.52-72.

6. P.Sheremeta, S.Hoshovskij, V.Cheban, P.Bodlak, A.Bubniak, I.Bubniak. The deep structure of the south-east part of the Ukrainian Carpathians and their foreland and oil and gas bearing. Abstracts Carpathian petroleum conference. Application of modern exploration methods in a complex petroleum system. — Wusowa, Poland, 2001, p.11-13.

7. Шпак П.Ф., Ризун Б.П., Шеремета П.М., Чиж Е.И., Бойчук М.В. Особенности автохтона Покутсько-Буковинських Карпат в связи с нефтегазоносностью // Геологический журнал. — 1979. — №5. — С. 3-9.

УДК 622.323

СИСТЕМА КОНТРОЛЮ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ЗАНУРЮВАНИХ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ

І.В.Гладь

*ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел. (03422) 48003,
e-mail: public@ifdtung.if.ua*

Показан способ обеспечения высокой надежности погружных электродвигателей. Приведено описание системы контроля их энергетических параметров. Предложено надежное средство регулирования напряжения питания электробура.

The mode of security of a high reliability of underwater electric motors is shown. The exposition of the monitoring system of their power parameters is reduced. The reliable means of power supply voltage of the electrodrill is offered.

З метою енергонезалежності України актуальним є завдання підвищення видобутку власних енергоносіїв та раціонального їх використання. Інтенсифікація видобутку нафти і газу неможлива без буріння нових та реконструкції діючих свердловин. Тому значну увагу потрібно звернути на забезпечення високої надійності

є занурюваний маслонаповнений високовольтний трифазний асинхронний електродвигун вертикального виконання з короткозамкненим ротором (ЗЕД). Електроенергія до ЗЕД надходить за схемою з ізолюваною нейтраллю від знижувального трансформатора з ручним ступінчастим регулюванням за системою підведен-