

ПЕТРОФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ГІРСЬКИХ ПОРІД ЛЕСЬКІВСЬКО-КОРОТИЦЬКОЇ СТРУКТУРНО-ТЕКТОНІЧНОЇ ПІДЗОНИ ПІВНІЧНОГО БОРТУ ДДЗ

О.П. Петровський, Т.О. Федченко, І.В. Рига

ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел. (03422) 727125,
e-mail: p n g g @ n u n g . e d u . u a

Доцільність використання того чи іншого геофізичного методу для прогнозування властивостей геологічного розрізу обумовлена повною мірою чутливістю фізичного параметру до змін властивостей геологічного середовища, а також контрастністю «цільових» аномалій відносно «фонових» варіацій в конкретних геологічних умовах. Параметр густини є ключовим в технології інтегральної інтерпретації комплексу геолого-геофізичних даних для пошуків та розвідки родовищ нафти і газу та залучається на етапі створення 3D апріорної просторової геогустинної моделі середовища.

З метою дослідження ефективності застосування методів інтегрального геолого-геофізичного моделювання в умовах Леськівсько-Коротницької підзони Північного борту детально проаналізовано петрофізичні властивості гірських порід, виконано оцінку величин очікуваних аномалій густини, обумовлених покращенням колекторських властивостей та нафтогазонасиченням розрізу як для порід осадового комплексу, так і для утворень фундаменту.

Ключові слова: нафтогазоносність, густина, петрофізичні дослідження керну, ВСП.

Целесообразность использования того или иного геофизического метода для прогнозирования свойств геологического разреза обусловлена в полной мере чувствительностью физического параметра к изменениям свойств геологической среды, а также контрастностью «целевых» аномалий относительно «фоновых» вариаций в конкретных геологических условиях. Параметр плотности является ключевым в технологии интегральной интерпретации комплекса геолого-геофизических данных для поисков и разведки месторождений нефти и газа и применяется на этапе создания 3D априорной пространственной геогустинной модели среды.

С целью исследования эффективности применения методов интегрального геолого - геофизического моделирования в условиях Лескивско-Коротницкой подзоны Северного борта, выполнен детальный анализ петрофизических свойств горных пород и оценка величин ожидаемых аномалий плотности, обусловленных улучшением коллекторских свойств и нафтогазонасиченням разреза как для пород осадочного комплекса, так и для образований фундамента.

Ключевые слова: нефтегазоносность, плотность, петрофизические исследования керна, ВСП.

The geophysical method practicability with the aim of prediction the geological section properties is fully due to the sensitivity of physical parameter to changes of geological environment properties and contrast ratio of "target" anomalies relative to "background" variations in the specific geological conditions. Density is the main parameter in technology of integral interpretation of geological and geophysical data for oil and gas exploration. Density is attracted on the stage of priory spatial geodensity model creation.

To investigate the application efficiency of integrated geological and geophysical modeling methods in order in conditions of Leskivsko Korotytska subzone of the Northern edge, was performed the detailed analysis of petrophysical properties of rocks and estimated the expected values of density anomalies due to improving of the reservoir properties and oil-and-gas-saturation of the section for both sedimentary complex and basement formations.

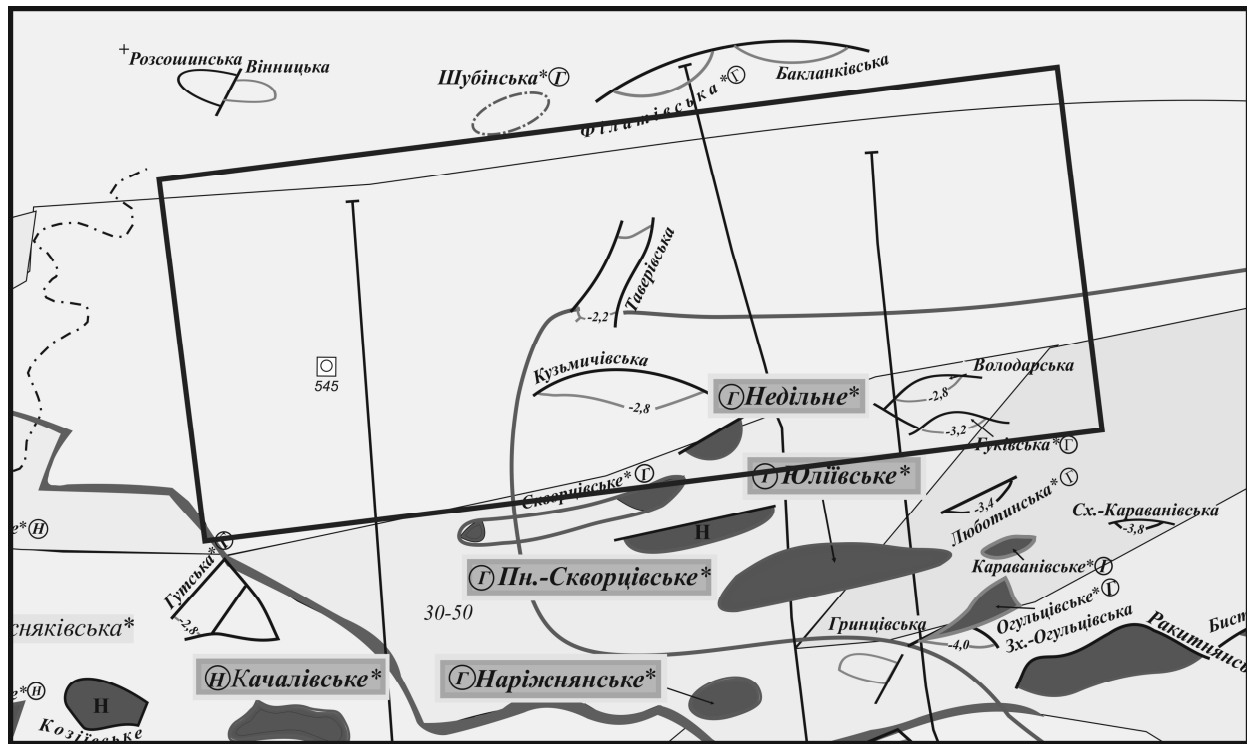
Keywords: oil and gas bearing, density, petrophysical studies kern, GSP.

Вступ

Вагомим фактором економічної незалежності та успішного розвитку України є постійне нарощування паливно-енергетичної бази. Важливу роль у вирішенні цього питання відіграє власний видобуток вуглеводнів у Дніпровсько-Донецькій западині (ДДЗ), яка була й залишається основним нафтогазоносним регіоном України.

На сучасному етапі розвитку геологорозвідувальних робіт ДДЗ відноситься до регіонів з високим ступенем вивченості. Відомості про геологічну будову ДДЗ викладені у великій кількості звітів, статей та монографій, авторами яких є М.В. Чірвінська, В.Б. Сологуб, В.К. Гавриш, Б.П. Кабишев, Є.М. Довжок, Г.І. Вакар-

чук, О.Ю. Лукін, Г.Я. Лазарук, Т.М. Пригаріна, Ю.О. Арсірій, Л.В. Курилюк, І.В. Височанський, В.А. Колосовська, М.М. Здоровенко, А.А. Лагутін, З.Я. Войцицький, О.В. Гиндюк, В.М. Тесленко-Пономаренко та інші. Однак, прибортові зони ДДЗ, які є найбільш пріоритетними при проведенні пошуково-розвідувальних робіт на нафту і газ, у зв'язку з невеликими глибинами залягання перспективних кам'яновугільних комплексів потребують додаткового вивчення [1]. На сьогоднішній день тут сконцентровано значні об'єми пошуково-розвідувальних робіт. Нафтогазоперспективність даної частини регіону підтверджена відкриттям понад двадцяти родовищ вуглеводнів у стратиграфічному інтервалі – від утворення кристалічного фундаменту (Юліївське, Скворцівське, Хухринське і



Умовні позначення:

- | | | | | | |
|------------------------------|---------|---|----------------------|---------------|---|
| Родовища і продуктивні площі | | | | | |
| Н | нафтові | ● | газоконденсатні | □ | ділянка досліджень в межах Леськівсько-Коротичької структурно-тектонічної підзони |
| Г | газові | ● | нафтогазоконденсатні | — | крайові розломи |
| | | | | Козьмичівська | структури |

Рисунок 1 – Фрагмент карти напрямків нафтогазопошукових і розвідувальних робіт на об'єктах НАК «Нафтогаз України» в Східному регіоні

Гашинівське родовища) до відкладів верхнього карбону (Борисівське родовище) [2].

Однією з найбільш перспективних зон, з точки зору нафтогазоносності, є Черемхівсько-Шустівська зона, яка обмежена з півдня територією поширення родовищ вуглеводнів, а з півночі – умовною границею перспективності Північного борту, пов'язаною з положенням ізогіпси поверхні фундаменту – 1 км. В межах зони за геолого-структурним принципом виділена [3] Леськівсько-Коротичька підзона (рис. 1). Звідси очевидно є актуальність проведення досліджень, спрямованих на пошуки всіх, в тому числі і нетрадиційних, пасткових умов у межах центральної частини ДДз, де можуть бути відкриті поклади вуглеводнів, у тому числі і значні за запасами.

Даний факт свідчить про те, що для нарощення ресурсної бази необхідним є продовження практики геолого-геофізичних досліджень по всій території із залученням нових прогресивних методів, які дозволять на новому якісному рівні проінтерпретувати та узгодити всю накопичену за багато десятиліть інформацію щодо досить складної глибинної будови регіону.

Сучасна практика інтерпретації комплексу геолого-геофізичних даних передбачає створення на основі детерміністичних або статистичних методів інверсії просторових інтеграль-

них геолого-геофізичних моделей глибинної будови, узгоджених з усім наявним комплексом геолого-геофізичних відомостей.

У «Технології інтегральної інтерпретації комплексу інших геолого-геофізичних даних» [4], яка довела свою ефективність у різних геологічних умовах під час вирішенні задач прогнозування нафтогазоносності, створення 3D геогустинної моделі території виконується на основі адаптивної гравісейсмічної детерміністичної інверсії. При такому підході основним інформативним параметром слугує густина гірських порід, яка для успішної реалізації даної технології потребує дослідження її зв'язку з фільтраційно-ємнісними властивостями відкладів, оцінки впливу на неї літологічних варіацій, визначення величин очікуваних аномальних густинних ефектів та зв'язку їх з параметрами продуктивних товщ [5, 6].

Мета досліджень

Мета роботи – вивчення літолого-петрофізичних властивостей порід Леськівсько-Коротичької структурно-тектонічної підзони ДДз, зокрема аналіз густини різновікових відкладів з метою визначення порід-колекторів.

Об'єкт досліджень – гірські породи Леськівсько-Коротичької підзони з позиції перспектив їх нафтогазоносності.

Об'єкт досліджень – літолого-петрофізичні властивості порід Леськівсько-Коротичької структурно-тектонічної підзони ДДз.

Методи досліджень: петрофізичні дослідження керну, промислово-геофізичні дослідження свердловин, узагальнення і аналіз геолого-геофізичної інформації та формування вихідної бази даних, виявлення взаємозв'язків та побудова кореляційних залежностей між фізичними властивостями і геофізичними параметрами порід, що вивчаються.

Геологічна будова території досліджень

У тектонічному відношенні досліджувана площа розташована на Північному борту ДДз. Її геологічна будова визначається наявністю двох структурних поверхів – кристалічного фундаменту і осадового чохла, які відокремлюють значні неузгодженості – кутова і стратиграфічна [7]. У будові території досліджень приймають участь породи докембрію, нижнього, середнього і верхнього карбону; мезозою у складі тріасу, юри і крейди; кайнозою у складі палеогену і неогену; антропогену (рис. 2).

За результатами багаторічних досліджень Північного борту ДДз та згідно з висновками провідних фахівців нафтогазової геології [8, 9], основні перспективи нафтогазоносності Леськівсько-Коротичької підзони слід зв'язувати із відкладами середнього і нижнього карбону, корами вивітрювання і тріщинуватими зонами фундаменту. Очікується, що на рівні відкладів карбону основні пастки представлятимуть позитивні структурні форми; також можливий розвиток неантиклінальних пасток (літологічного або комбінованого типів), які приурочені до палеорічкових систем.

Згідно з сучасними уявленнями Леськівсько-Коротичька підзона знаходиться в межах Белгородсько-Сумського мегаблоку фундаменту, що є аналогом Середньопридніпровського мегаблоку Українського щита. Для цього мегаблоку, який є т. з. гранітно-зеленокам'яною областю, характерною є асоціація двох основних типів структур [9, 10]: позитивні структури (антиформи), складені гранітоїдами мезоархею і гнейсо-мігматитовими товщами обоянської серії палеоархею. Синклінорні зеленокам'яні структури (ЗКС) складені породами михайлівської серії мезоархею.

Характеристика матеріалів петрофізичних досліджень продуктивної частини розрізу

З метою детального вивчення густинних властивостей геологічного розрізу, необхідних для створення 3D геогустинної моделі території досліджень, залучено результати аналізу керну та сейсмокаротажних (СК) досліджень [11]. Визначення густини і пористості кам'яновугільних відкладів за зразками порід із керну свердловин Кузьмичівська-1, 10, 13, 14, Недільна-1-5, Щеглівська-1, Гуківська-1, Коротичька-2, Воскресенівська-3, Північно-Щеглівська-545, Шубинська-675 були виконані у відділі досліджень

гірських порід та підрахунку запасів газу (сектор літофізичних досліджень) УкрНДІГазу. Загалом розріз карбону охарактеризований 700 зразками керну, відібраними в інтервалі від 1795 до 3183 м.

На основі обробки даних СК по свердловинах Кузьмичівська-1, 10, 13, 14, Гуківська-1, Коротичька-2, Недільна-2 отримано розподіл густин у межах відкладів середнього карбону.

Результати аналізу геогустинних властивостей продуктивної частини розрізу

На основі вказаних матеріалів проведено аналіз особливостей:

- просторового розподілу густин продуктивної частини розрізу,
- оцінку геогустинних властивостей різних літологічних різновидів у межах кожного стратиграфічного комплексу (рис. 3),
- оцінку геогустинні та фільтраційно-емкісні властивості порід-колекторів карбону (рис. 4, 5).

Додатково побудований зведений геогустинний розріз Леськівсько-Коротичької підзони (рис. 6).

Отримані дані дозволили зробити наступні висновки:

- відмічається закономірне збільшення густини більшості стратиграфічних підрозділів зі збільшенням віку і глибини залягання порід;
- середньозважена густина всіх стратиграфічних підрозділів осадового чохла закономірно зменшується у північно-східному напрямку в міру зменшення глибини їх залягання і товщини;
- густина різних літолого-стратиграфічних різновидів карбону змінюється у широкому діапазоні – від 1.8 до $3 \cdot 10^3$ кг/м³;
- найнижчими значеннями густини (в середньому $2.08 \cdot 10^3$ кг/м³) характеризуються пісковики;
- максимальними значеннями густини характеризуються карбонатні (до $2.83 \cdot 10^3$ кг/м³) відклади та породи, які мають у своєму складі сидерит (до $3.0 \cdot 10^3$ кг/м³);
- відмічається лінійний зв'язок між густиною порід-колекторів (представлених теригенними піщаними породами) та коефіцієнтом пористості для всіх продуктивних товщ карбону;
- густина порід з найкращими колекторськими властивостями ($K_L \geq 30\%$) досягає $1.8 \cdot 10^3$ кг/м³ проти $2.7 \cdot 10^3$ кг/м³ для їх ущільнених різновидів.

Результати аналізу геогустинних властивостей фундаменту

Густина порід фундаменту залежить, головним чином, від їх мінералогічного складу та фізичного стану. З глибиною, як правило, густина порід збільшується для всіх літолого-петрографічних комплексів.

В межах Леськівсько-Коротичької підзони та в безпосередній близькості від неї фундамент розкритий значною кількістю свердловин

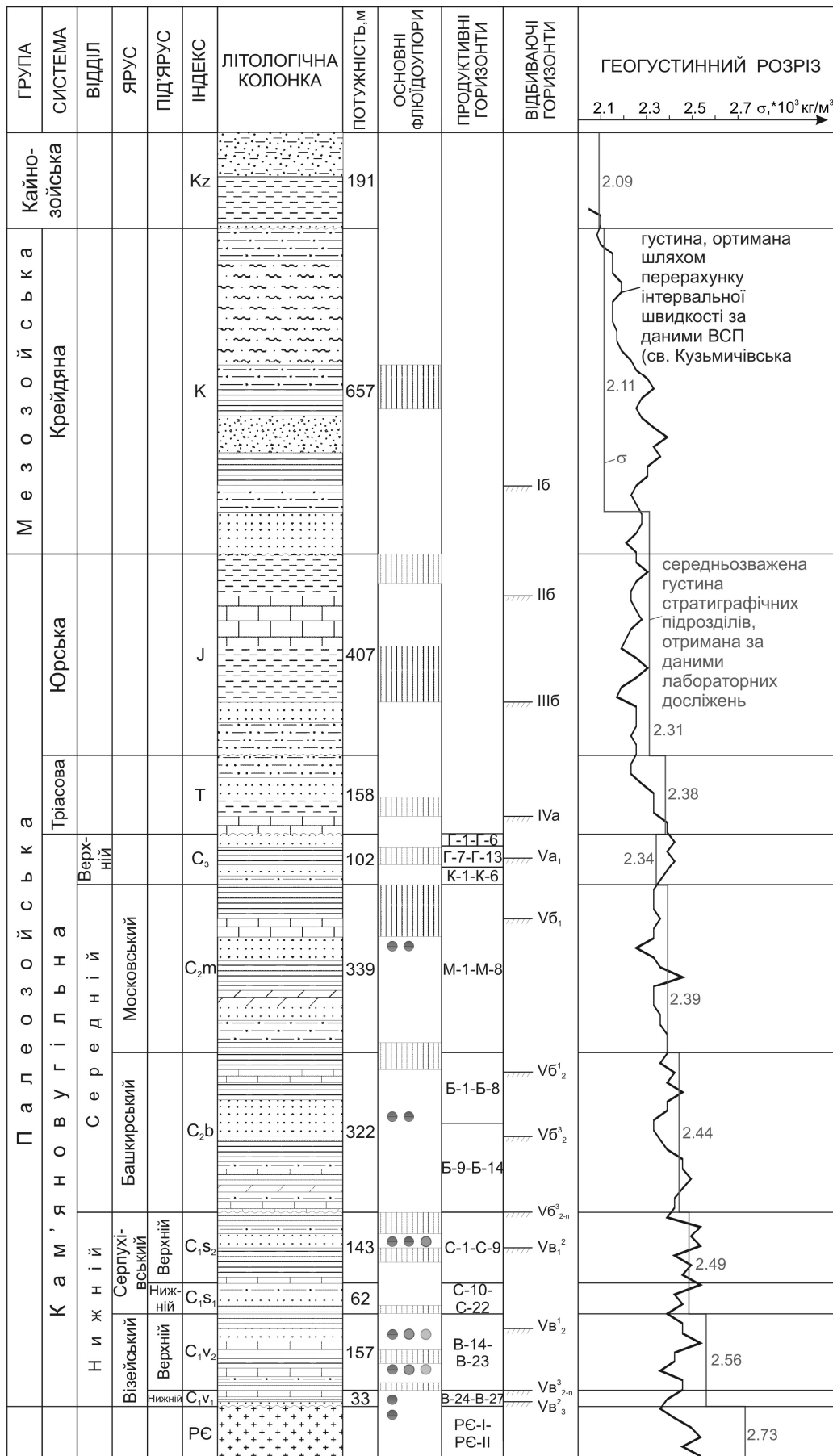
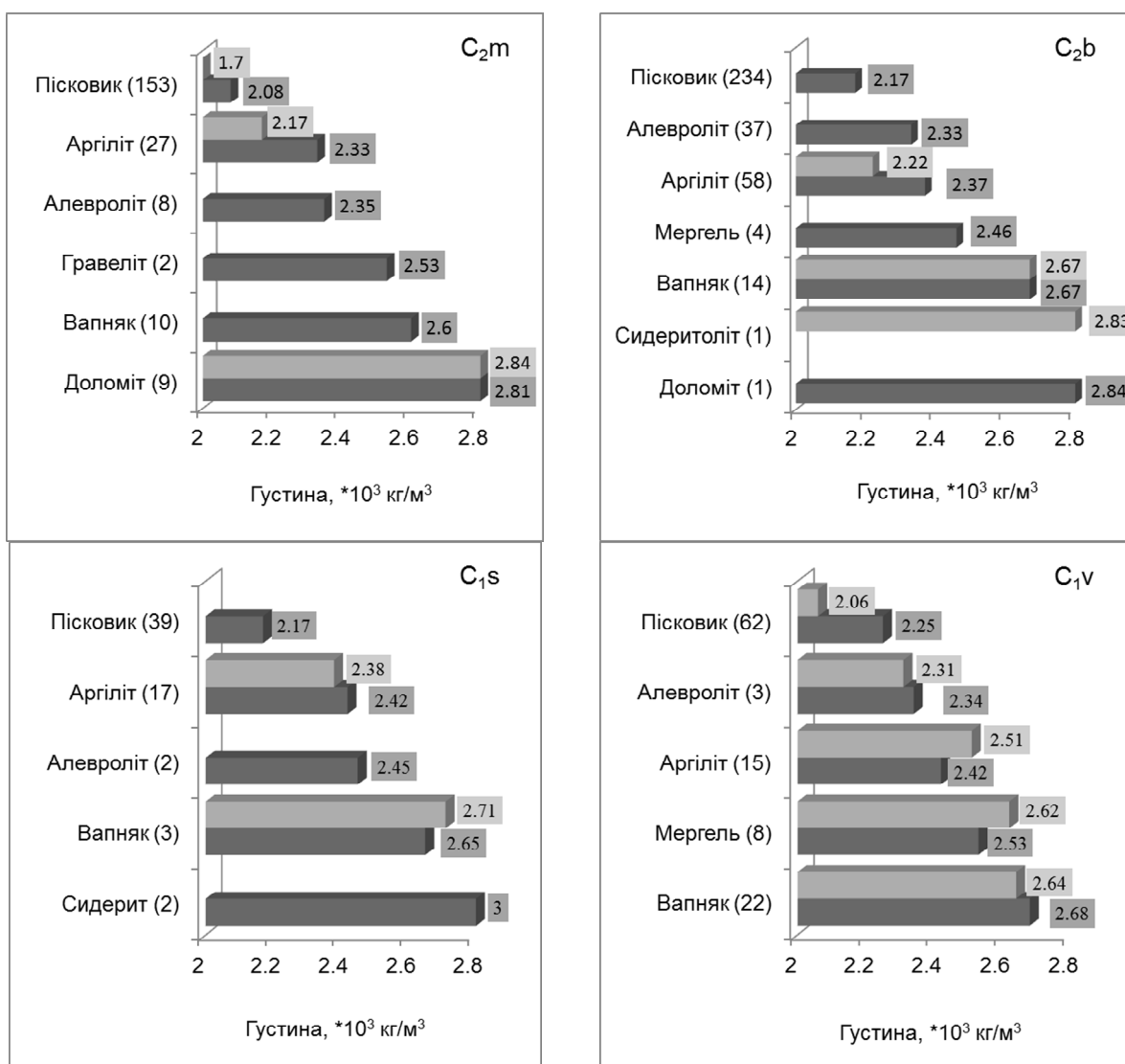


Рисунок 2 – Зведений стратиграфічний розріз Леськівсько-Коротицької структурно-тектонічної підзони



Умовні: Аргіліт (27) - назва породи та кількість зразків; ■ - Північна частина; ■ - Південна частина

Рисунок 3 – Густинна характеристика літологічних різновидів карбону південної та північної частин Леськівсько-Коротницької структурно-тектонічної підзони

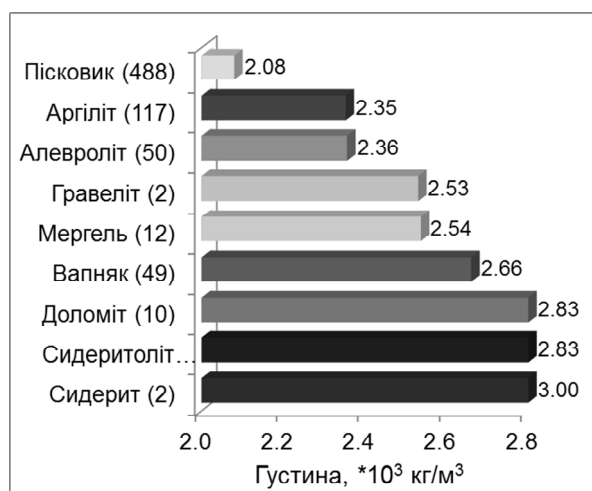


Рисунок 4 – Зведена густинна характеристика основних вміщуючих порід карбону

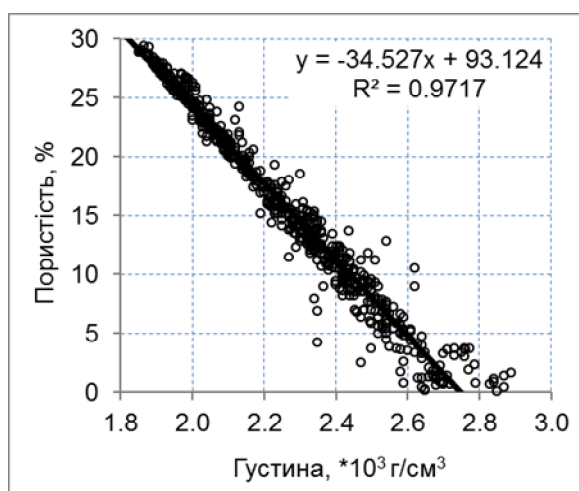


Рисунок 5 – Залежність між густиною та пористістю порід-колекторів карбону за даними петрофізичних досліджень керну свердловин Кузьмичівського та Недільного родовищ

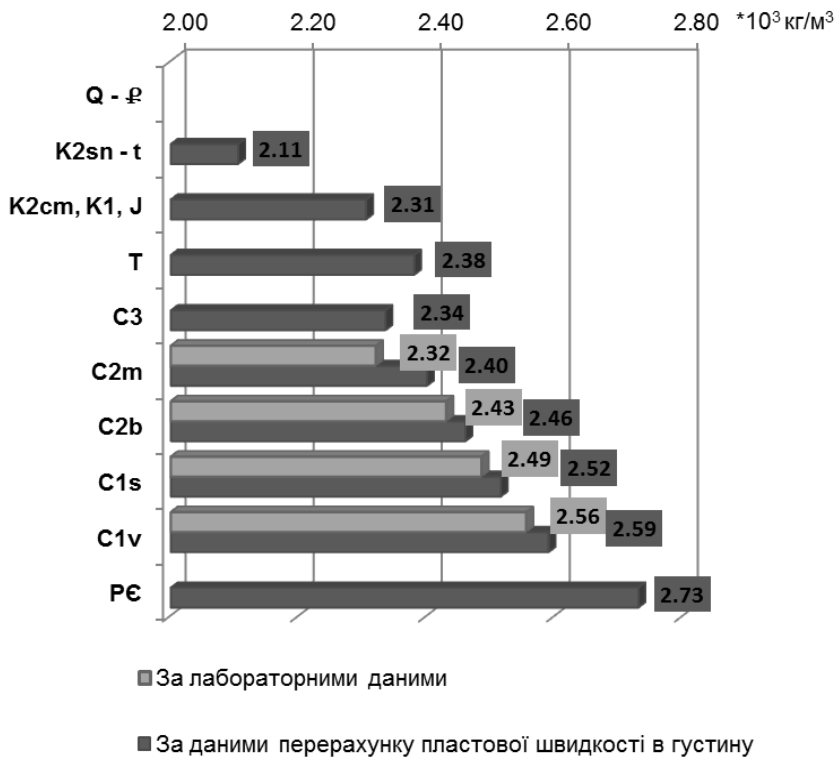


Рисунок 6 – Зведений геогустинний розріз Леськівсько-Коротитської підзони

(Кузьмичівська-1, 10, Недільна-1, 2, 2-біс, Щеглівська-1, Північно-Щеглівська-545 та ін.) на глибину переважно до 200 м. Але фізичні властивості порід вивчалися тільки за частиною з них, і то не повною мірою. Аналіз наявних даних в межах території досліджень дозволив провести петрофізичну класифікацію вміщуючих порід фундаменту за густинними та магнітними властивостями, яка в майбутньому буде використана для літологічного розчленування утворень фундаменту (рис. 7, 8, 9).

За наявними на цей час даними встановлено, що в районі Леськівсько-Коротитської підзони за параметром густини виділяються такі групи порід:

- амфіболіти, метабазити, метасульфиди та їх змінні різновиди, середня густина яких складає $2.82-2.94 \cdot 10^3$ кг/м³;
- діорити (гранітизовані до діоритового складу амфіболіти та інші зеленокам'яні породи) – $2.74-2.83 \cdot 10^3$ кг/м³;
- плагіограніти і плагіомігматити з вклюдженнями (останцями) змінених зеленокам'яних порід – $2.70-2.75 \cdot 10^3$ кг/м³;
- плагіограніти біотитові – $2.67-2.70 \cdot 10^3$ кг/м³;
- граніти біотитові (мікроклінізовані плагіограніти) – $2.62-2.67 \cdot 10^3$ кг/м³;
- катаклазовані, мілонітизовані, метасоматично змінні в зоні розривного порушення плагіограніти і граніти – $2.60-2.64 \cdot 10^3$ кг/м³;
- вивітрені різновиди плагіогранітів і гранітів – $2.55-2.60 \cdot 10^3$ кг/м³.

Висновки

Наведені густинні характеристики розрізу Леськівсько-Коротитської підзони Північного борту ДДз свідчать про наявність значної густинної диференціації різних літотипів порід як в межах осадового комплексу, так і в межах порід фундаменту. Зокрема знижені геогустинні властивості піщаних різновидів нафтогазоперспективного розрізу карбону, чітка залежність густини від коефіцієнту пористості порід є надійним підґрунтям для відображення в геогустинній моделі середовища як зон розвитку порід з покращеними фільтраційно-ємнісними властивостями, так і ділянок спіщання розрізу, пов'язаних з потенційними літологічними пастками.

Розглядаючи можливості картування потенційних зон нафто-газонакопичення в межах фундаменту, слід зауважити, що зменшення густинних характеристик порід в межах перспективних ділянок, пов'язаних з зонами тектонічних порушень, корама вивітрування, є основою для картування перспективних розуцільнених зон, в тому числі і потенційно нафтогазонасичених у вигляді зон розуцільнення в межах фундаменту.

Отримані результати будуть використані в майбутньому для створення просторової геогустинної моделі нафтогазоперспективної Леськівсько-Коротитської підзони Північного борту ДДз на основі застосування “Технологія інтегральної інтерпретації комплексу геолого-геофізичних даних для пошуків та розвідки родовищ нафти і газу”.

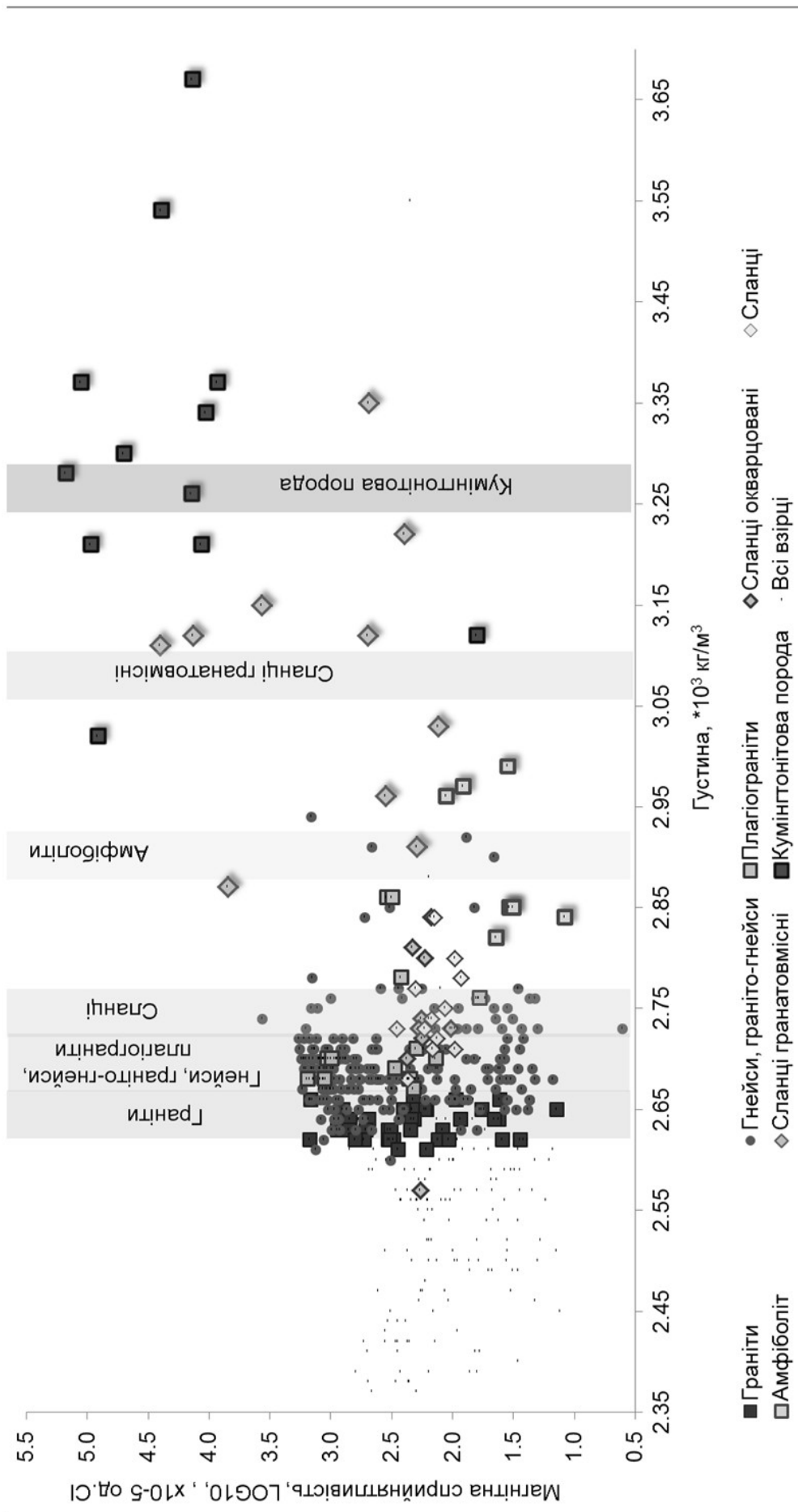


Рисунок 7 – Класифікація порід фундаменту за густинами та магнітними властивостями Леськівсько-Корогицької підзони

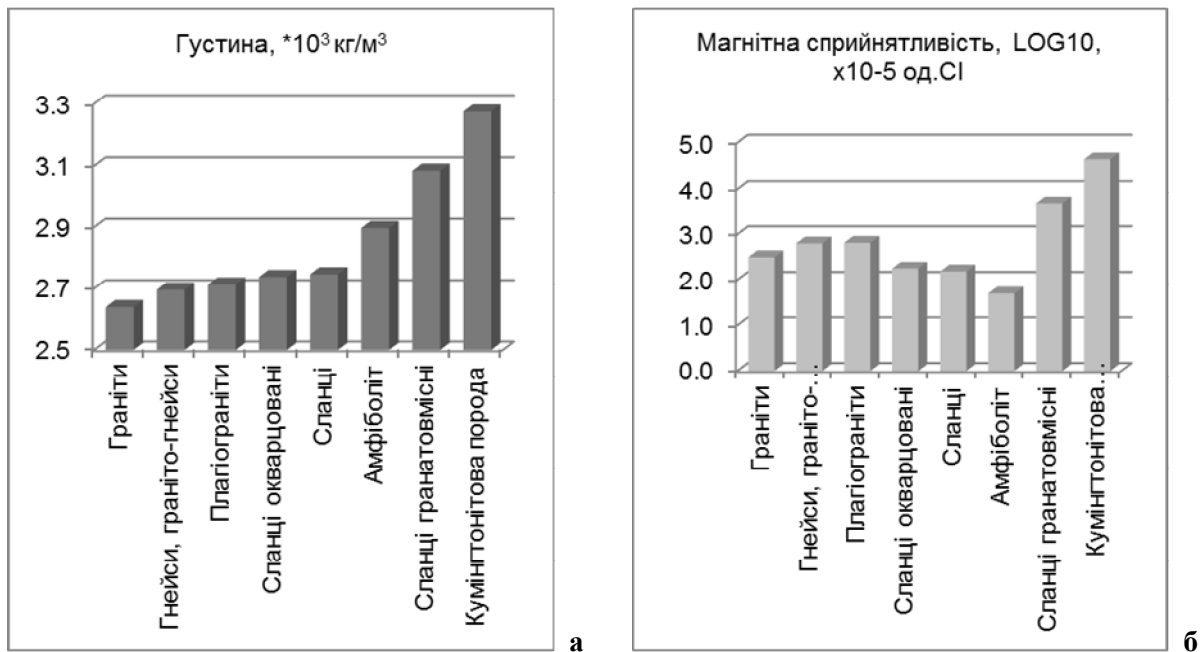


Рисунок 8 – Середні значення щільності (а) та магнітної сприйнятливості (б) порід фундаменту Леськівсько-Коротичської підзони

Література

1 Гладун В.В. Нафтогазоперспективні об'єкти України. Дніпровсько-Донецький авлакоген / В.В. Гладун. – К.: Наук. думка, 2001. – 323 с.

2 Кабышев Б.П. Зональный прогноз нефтегазоносности верхневизейских отложений в северной прибортовой зоне Днепровско-Донецкой впадины / Б.П. Кабышев, Е.К. Гончаров, В.Е. Гончаров, И.С. Рослый и др. // Геол. журн. – 1989. – № 3. – С. 3-12.

3 Височанський І.В. Нафтогазогеологічне районування Північного борту ДДз – основа для реалізації подальших напрямків ГРП / І.В. Височанський, Є.Є. Волосник // Питання розв. газової пром-сті України: 36. наук. праць – Х.: УкрНДІгаз, 2011. – Вип. XXXIX. – С. 20-21.

4 Петровский А.П. Автоматизированная система GSIC-количественной комплексной интерпретации данных сейсмогравиметрии для персональных компьютеров / А.П. Петровский, Кобрунов А.И., Суятинов В.Н. // Вопросы теории и практики геологической интерпретации гравитационных, магнитных и электрических полей: Международный семинар им. Д.Г.Успенского, Москва, 31 января – 4 февраля 2000 г. : материалы 27-й сессии. – Москва, 2000. – С.133-135.

5 Петровский А.П. Математические модели и информационные технологии интегральной интерпретации комплекса геолого-геофизических данных (на примере нефтегазопоисковых задач): дис. доктора физ.-мат. наук: 04.00.22 / Петровский Александр Павлович. – Ивано-Франковск, 2004. – 367 с.

6 Федченко Т.А. Принципы создания геолого-геофизически согласованных пространственных моделей начального приближения /

Т.А. Федченко // Геофизический журнал. – 2009. – № 3, Т.31. – С. 77–86.

7 Ингеров А.И. Результаты комплексных геофизических исследований, выполненных на Северо-Скворцовской площади северного борта ДДв (отчёт по титулу 235/91), – Днепропетровск, 1992.

8 Рябовский А.М. Отчёт о результатах гравимагнитной съёмки масштаба 1:10 000 в пределах северной прибортовой части ДДв (Радянско-Прокопенковская площадь) за 1982-85 гг. – Бортничі, 1985.

9 Каршенбаум М.А. Результаты комплексных геофизических исследований, выполненных на Гуковско-Люботинской площади ДДв (отчёт по титулу 235/90). – Днепропетровск, 1991.

10 Омельченко В.В. Прогнозування нафтогазоперспективних ділянок фундаменту за даними граві-магніто-електророзвідки в межах Скворцівсько-Юлівської площі північного борту ДДз / В.В. Омельченко, Т.В. Герасименко, В.К. Свистун // Тези доповідей міжнародної науково-практичної конференції „Нафтогазова геофізика – інноваційні технології”, 25-29 квітня 2011 р. – Івано-Франківськ, 2011. – С. 155-160.

11 Спиваковский А.Н. Отчет по изучению плотностных свойств пород Днепровско-Донецкой впадины в 1982-85 гг. (титул 232/86), – Днепропетровск, 1986.

Стаття надійшла до редакційної колегії 03.11.14

Рекомендована до друку професором Федоришиним Д.Д. (ІФНТУНГ, м. Івано-Франківськ) професором Довбнічем М.М. (Національний гірничий університет, м. Дніпропетровськ)