

ОСОБЛИВОСТІ БУДОВИ СОЛЯНИХ ШТОКІВ ЦЕНТРАЛЬНОЇ ЧАСТИНИ ДНІПРОВСЬКО-ДОНЕЦЬКОЇ ЗАПАДИНИ ЗА ДАНИМИ ПРОСТОРОВОГО ІНТЕГРАЛЬНОГО ГЕОЛОГО-ГЕОФІЗИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

¹О.П. Петровський, ¹Н.С. Ганженко, ²О.Ю. Зейкан

¹ ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел. (0342) 501041,
e-mail: geobir@optima.com.ua

² НАК «Нафтогаз України», 01001, м. Київ, вул. Б. Хмельницького, 6, тел. (0344) 5863537,
e-mail: ngu@naftogaz.com

Наведено результати вивчення регіональних особливостей будови соляних штоків центральної частини Дніпровсько-Донецької западини (ДДз) за даними просторового інтегрального геолого-геофізичного моделювання. Актуальність даної роботи зумовлена тим, що в геологічній будові центральної частини ДДз соляна тектоніка відіграє істотну роль при формуванні різного типу пасток для покладів нафти і газу. Їх пошуки в приштокових зонах соляних штоків є одним з реальних напрямків приросту запасів вуглеводневої сировини. Створення інтегральної геолого-геофізичної моделі глибинної будови центральної частини ДДз, яка кількісно і якісно узгоджена з усіма наявними геолого-геофізичними даними, забезпечило можливість вивчення за характером просторової зміни геогустинних властивостей регіональних особливостей будови соляних штоків. У статті проілюстровано процес відокремлення зон розуцільнення, пов'язаних безпосередньо з наявністю соляних об'єктів, від зон пониженої густини навколо штоку, які є потенційно перспективними у нафтогазовому відношенні. Наведено результати ранжування соляних об'єктів за характером зміни їх геогустинних властивостей з глибиною.

Ключові слова: соляний шток, Дніпровсько-Донецька западина, геолого-геофізична вивченість, густина породи, геолого-геофізична модель

Приведены результаты изучения региональных особенностей строения соляных штоков центральной части Днепровско-Донецкой впадины (ДДв) по данным пространственного интегрального геолого-геофизического моделирования. Актуальность данной работы обусловлена тем, что в геологическом строении центральной части ДДв соляная тектоника играет существенную роль при формировании различного типа ловушек для залежей нефти и газа. Их поиски в приштоковых зонах соляных штоков являются одним из реальных направлений прироста запасов углеводородного сырья. Создание интегральной геолого-геофизической модели глубинного строения центральной части ДДв, количественно и качественно согласованной со всеми имеющимися геолого-геофизическими данными, обеспечило возможность изучения, по характеру пространственного изменения геоплотностных свойств, региональных особенностей строения соляных штоков. В статье проиллюстрирован процесс отделения зон разуплотнения, связанных непосредственно с наличием соляных объектов, от зон пониженной плотности в окрестностях штока, являющихся потенциально перспективными в нефтегазовом отношении; приведены результаты ранжирования соляных объектов по характеру изменения их геоплотностных свойств

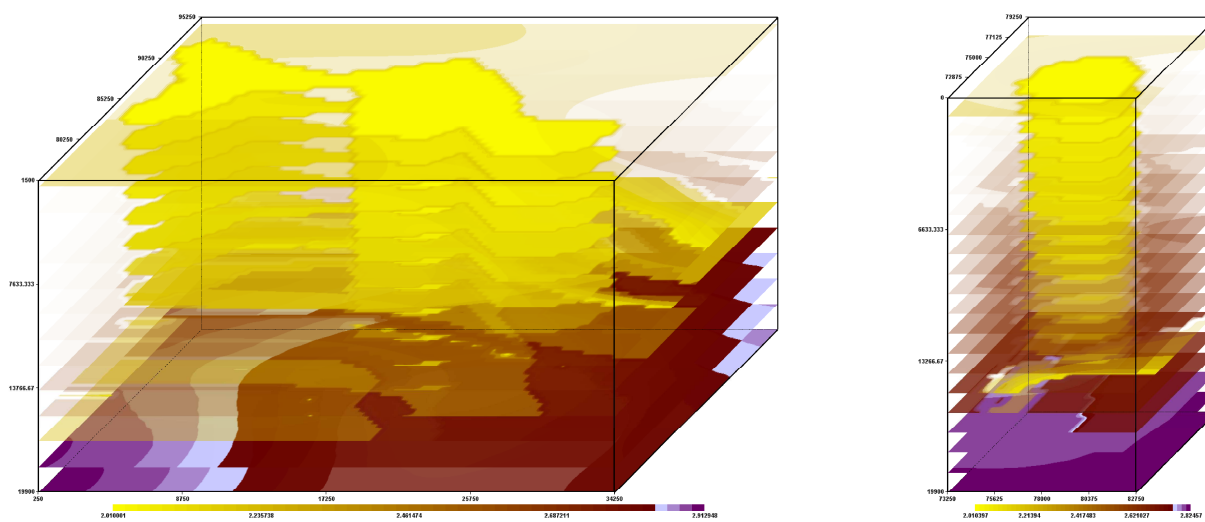
Ключевые слова: соляной шток, Днепровско-Донецкая впадина, геолого-геофизическая изученность, плотность породы, геолого-геофизическая модель

The results of the study of regional features of the salt stocks structure within the central part of the Dnieper-Donets Depression (DDD) based on the spatial integral geological and geophysical modeling are given. The importance of this work is predetermined by the fact that salt tectonics plays a significant role in the formation of different types of oil and gas traps in the central part of the Dnieper-Donets Depression. Their search within the salt stocks areas is one of the real ways of increasing hydrocarbon resources. Development of integral geological-geophysical model of deep structure for the central part of Dnieper-Donets Depression which is qualitatively and quantitatively consistent with all available geological and geophysical data provided an opportunity to study regional features of the salt stocks deep structure based on characteristics of the spatial distribution of geo-density properties. The authors describe the process of separating decompaction zones, which are directly related to the presence of salt bodies, from the zones with low density characteristics around the stock, which are potentially perspective for oil and gas. The results of ranking salt bodies according to changes of its geo-density properties distribution with depth are given.

Keywords: salt stock, Dnieper-Donetsk Depression, geological and geophysical knowledge, density of rocks, geological and geophysical model

Соляний тектогенез відіграє суттєву роль при формуванні різного типу пасток нафти та газу. У межах центральної частини ДДз, як і в межах Дніпровського грабену загалом, широко розвинуті структури соляного тектогенезу, до яких відносяться соляні штоки і поховані соля-

ні масиви (лінзи). Останні часто формують позитивні криптодіапірові структури значних розмірів, з ними в багатьох випадках пов'язані крупні і середні родовища вуглеводнів (Шебелинська, Новогригорівська, Перещепинська та ін.). Приштокові позитивні структури біля



а) б)
Рисунок 1 – Фрагменти апріорної просторової моделі центральної частини ДДз – аксонометричні зображення Чутівсько-Розпашнівського (а) та Павлівського (б) штоків у вигляді погоризонтних перерізів

соляних штоків, особливо в межах центральної частини ДДз, також містять відомі родовища вуглеводнів (Чутівське, Розпашнівське, Червоноярське та ін.) [1]. Тому вивчення особливостей будови таких структур за результатами інтегральної інтерпретації геогустинної просторової моделі центральної частини ДДз є одним із важливих аспектів при розв'язанні завдань забезпечення нарощування ресурсної бази вуглеводнів на основі прогнозування зон з покращеними колекторськими властивостями.

При вивченні особливостей розподілу густинних характеристик за результатами геогустинного моделювання складність даного завдання обумовлена необхідністю відокремлення зон розущільнення, які безпосередньо пов'язані з наявністю соляних об'єктів, від зон пониженої густини навколо штоку, які є потенційно перспективними у нафтогазовому відношенні. Така ідентифікація потребує вивчення характеру вертикального простеження соляних штоків за їх геогустинними властивостями.

Слід зауважити, що питання, пов'язані з історією формування материнських товщ солі, розвитку штоків і впливу цих процесів на породи, які їх оточують, та низка інших теоретичних та практичних питань розглядалися великою кількістю науковців [2-6]. Отримані результати дозволили дослідити особливості будови значної кількості соляних утворень на території центральної частини ДДз та відкрити низку приштокових нафтогаоперспективних об'єктів.

Однак аналіз цих робіт свідчить про те, що існує ряд невирішених проблем щодо пошуково-розвідувального процесу на нафту і газ у приштокових зонах. Насамперед це стосується регіональних особливостей будови соляних штоків, розташованих на території центральної частини ДДз, чому у присвячена дана стаття.

Методика підготовки даних для аналізу.

На території проведення робіт за результатами багатьох геолого-геофізичних досліджень виділено 31 соляний шток. Кожен з них був включений при обробці в апріорну просторову модель центральної частини ДДз у вигляді вертикальної призми, форма та діаметр якої змінювалися з глибиною відповідно до форми контура (якщо він був відомий за даними сейсмозвідки та буріння) на кожному стратиграфічному рівні (рис. 1). Рівні залягання поверхонь та ніжок штоків, зміна значень густин з глибиною були задані згідно з даними сейсмогравітаційних досліджень минулих років [6].

Оцінка характеру вертикального простеження соляних штоків за їх густинними властивостями, отриманими в результаті інтегральної інтерпретації, проведена за такою методикою.

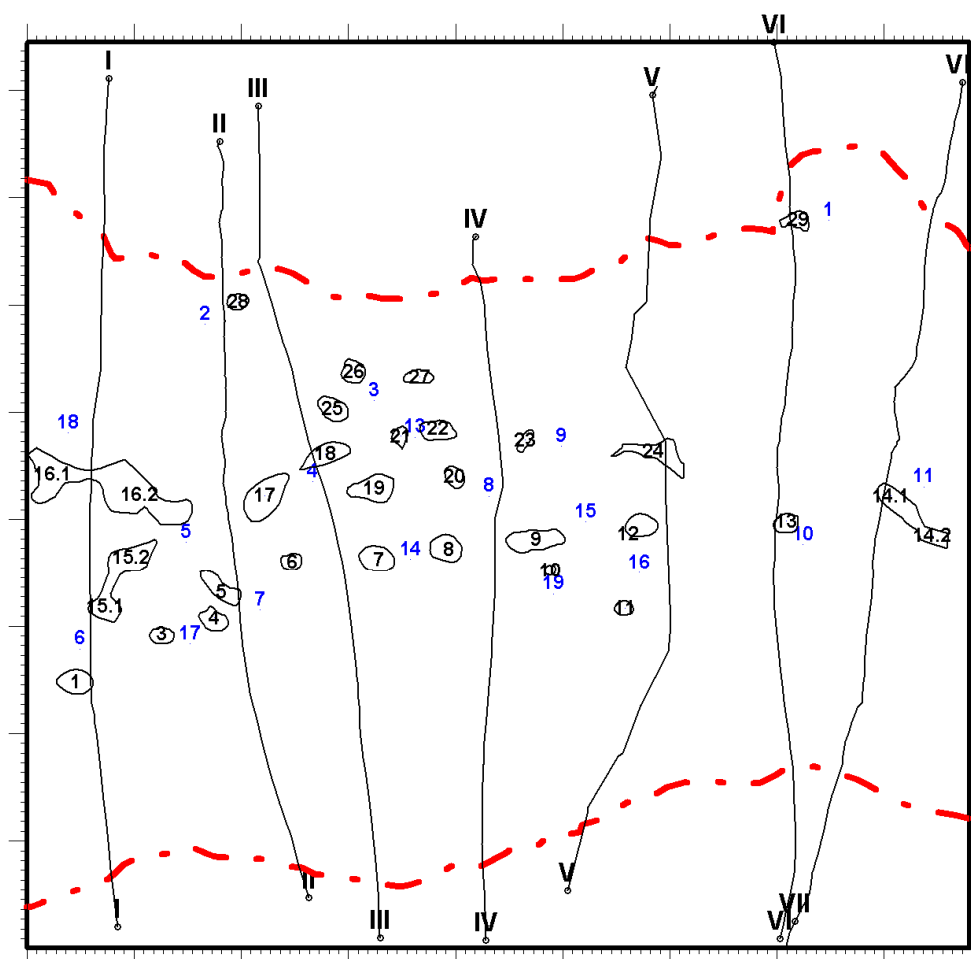
1 Визначено координати центрів контурів соляних штоків на рівні залягання їх поверхонь.

2 Для оцінки густини оточуючих порід визначено координати точок, які розміщуються за межами штоку. Їх положення вибрано з умови найближчої відстані до центру штоку та розташування на всіх стратиграфічних рівнях у зонах підвищеної густини порівняно із густиною в межах контуру штоку (рис. 2, таблиця 1).

3 Зроблено вертикальні перерізи інтегральної моделі в діапазоні глибин від 0 до 18000 м в точках, що відповідають центру штоку.

4 Зроблено вертикальні перерізи інтегральної моделі в діапазоні глибин від 0 до 18000 м в точках, що відповідають точкам визначення густини порід за межами контурів штоків.

5 За отриманими вертикальними перерізами побудовано графіки залежності густини від глибини залягання порід як в межах соляних штоків, так і за межами їх простеження (рис. 3).



Умовні позначення:

7 - номер штоку 14 - номер точки у вміщуючих породах

— лінії регіональних сейсмічних профілів

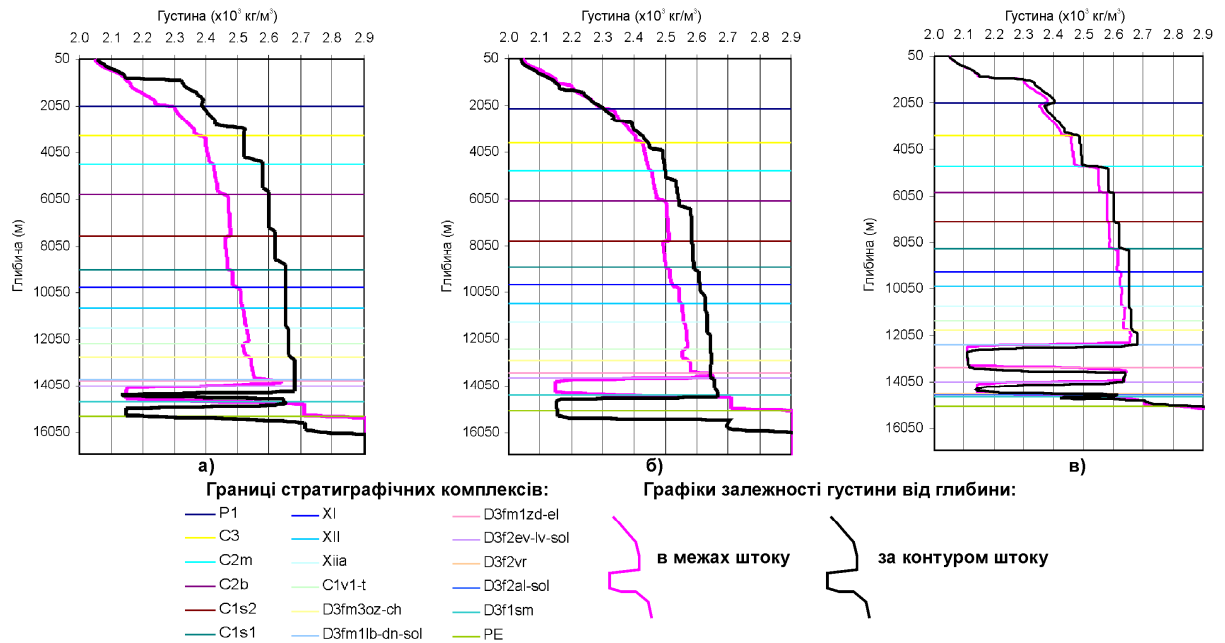
- - - - - границі бортів ДДз

Рисунок 2 – Схема штоків та точок визначення густин за межами контурів штоків на території центральної частини ДДз

Таблиця 1 – Нумерація штоків та точок визначення густини за межами контура штоку

№ штоку на схемі	Назва штоку	№ точки визначення густини за межами контура штоку
1	Андріївський	6
4	Басівський	7
14.1	Берекський	11
12	Біляївський	16
29	Бригадирівський	1
28	Валківський	2
19	Ведмедівський	4
6	Вербівський	5
5	Верхньоланівський	7
15.1	Єлізаветінський-півд.	5
15.2	Єлізаветінський-півн.	6
23	Єфремівський	9

20	Зах.-Єфремівський	8
11	Краснопавлівський	16
9	Миронівський	15
14.2	Новодмитрівський	11
26	Нововодолазький	3
24	Олексіївський	9
8	Павлівський	14
22	Парасковійський	13
16.2	Розпашнівський	5
27	Рябухинський	3
7	Соснівський	14
18	Старовірівський	4
13	Степківський	10
21	Сх.-Ведмедівський	13
10	Тимченківський	19
25	Токарівський	3
3	Федорівський	17
17	Хрестищенський	4
16.1	Чутівський	18



а) Соснівський, б) Вербівський, в) Східно-Ведмедівський

Рисунок 3 – Графіки залежності зміни густини від глибини в межах соляних штоків та за межами контурів їх простеження

6 Для кожного соляного штоку проведено візуальний (якісний) аналіз ступеня простеження з глибиною за трьома градаціями: «впевнено простежується», «невпевнено простежується», «не простежується».

7 Для кількісної оцінки ступеня простеження кожного штоку по глибині розраховано аномальні значення густин штоку на рівні залягання його поверхні як різниці між густиною породи за межами штоку та густиною всередині штоку. Оскільки значення густин в межах стратиграфічних рівнів залягання поверхні всіх штоків незначно відрізняються одне від одного, нами визначено стратиграфічні рівні максимальної аномальної густини в верхній його частині. Аналогічно оцінювалися аномальні значення та відповідні стратиграфічні рівні максимальної аномальної густини залягання нижньої частини соляних штоків.

8 Розраховано вертикальну зміну аномальної густини соляного штоку, як різницю між аномальною густиною нижньої та верхньої його частин.

Аналіз результатів. На підставі отриманих даних усі соляні штоки, залучені до обробки за якісним критерієм оцінки простеження як в верхній, так і в нижній їх частині, були поділені на дві основні групи. До першої були віднесені штоки, різниця густин яких всередині штоку та за його межами, не перевищувала значення $0.002 (\times 10^3 \text{ кг/м}^3)$. Ці соляні штоки практично не виділяються в просторовій інтегральній моделі. До першої групи віднесено 5 штоків: Берекський, Валківський, Новодмитрівський, Рябухінський, Сх.-Ведмедівський (рис. 3 в).

Для решти штоків, які віднесено до другої групи, проведено статистичну обробку отриманих даних: ранжування за кількісною оцінкою відповідної максимальної аномальної густини штоку в верхній його частині та якісною оцінкою ступеня простежування.

Отримані дані свідчать про повне співпадіння результатів якісної та кількісної оцінок. Так, до групи соляних штоків, які простежуються непевнено, відносяться: Тимченківський, Зах.-Токарівський, Степківський, Андріївський та Старовірівський штоки, які характеризуються аномальними значеннями густини у верхній частині в діапазоні від 0.033 до $0.079 (\times 10^3 \text{ кг/м}^3)$.

Усі інші штоки: Верхньоланівський, Басівський, Федорівський, Краснопавлівський, Чутівський, Парасковійський, Єлизаветінський-півд., Павлівський, Соснівський (рис. 3 а), Ведмедівський, Олексіївський, Єлизаветінський-півн., Розпашнівський, Біляївський, Єфремівський, Миرونівський, Хрещищенський характеризуються аномальними значеннями густини у верхній частині в діапазоні від 0.11 до $0.46 (\times 10^3 \text{ кг/м}^3)$ та простежуються впевнено. Тож можна стверджувати, що мінімальний рівень простеження верхнього рівня соляних штоків складає $\geq 0.1 (\times 10^3 \text{ кг/м}^3)$.

Аналіз поведінки гістограми аномальних значень густин у верхній частині штоків, що простежуються (рис. 4), вказує, що для більшості з них (19 із 26) значення аномальної густини складає від 0.11 до $0.18 (\times 10^3 \text{ кг/м}^3)$. Для штоків даної групи також виконано ранжування за кількісною оцінкою відповідної максимальної аномальної густини штоку в нижній його частині та якісно оцінкою ступеня простежуваності.

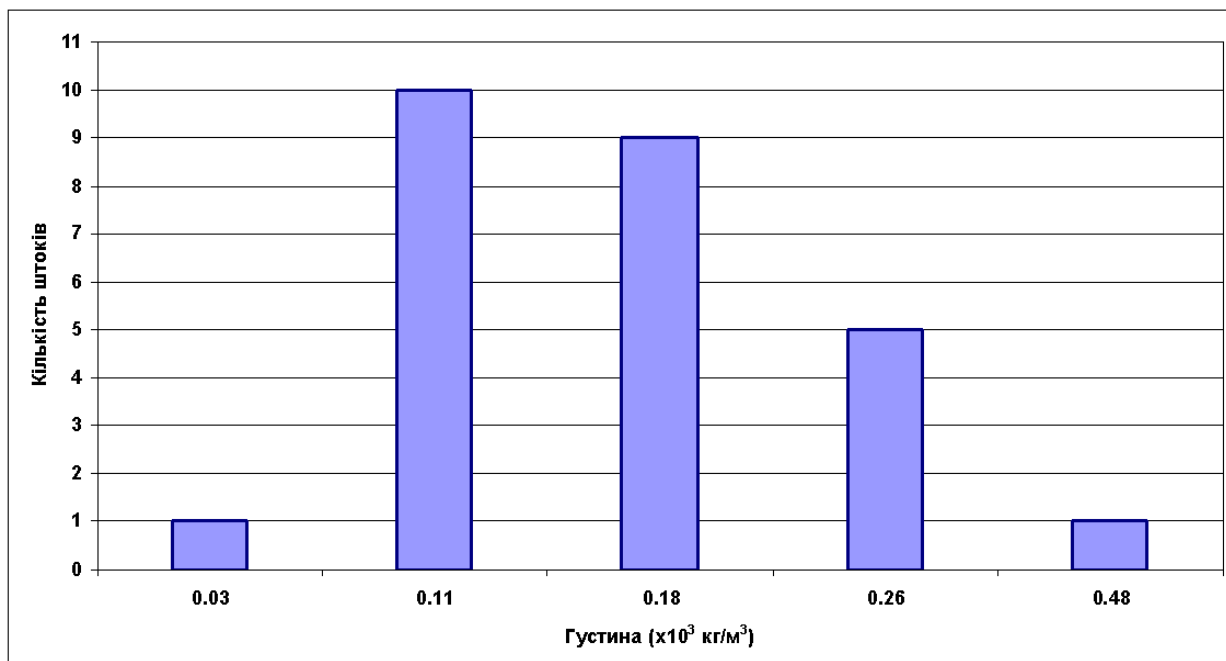


Рисунок 4 – Гістограма розподілу значень аномальної густини у верхній частині штоків

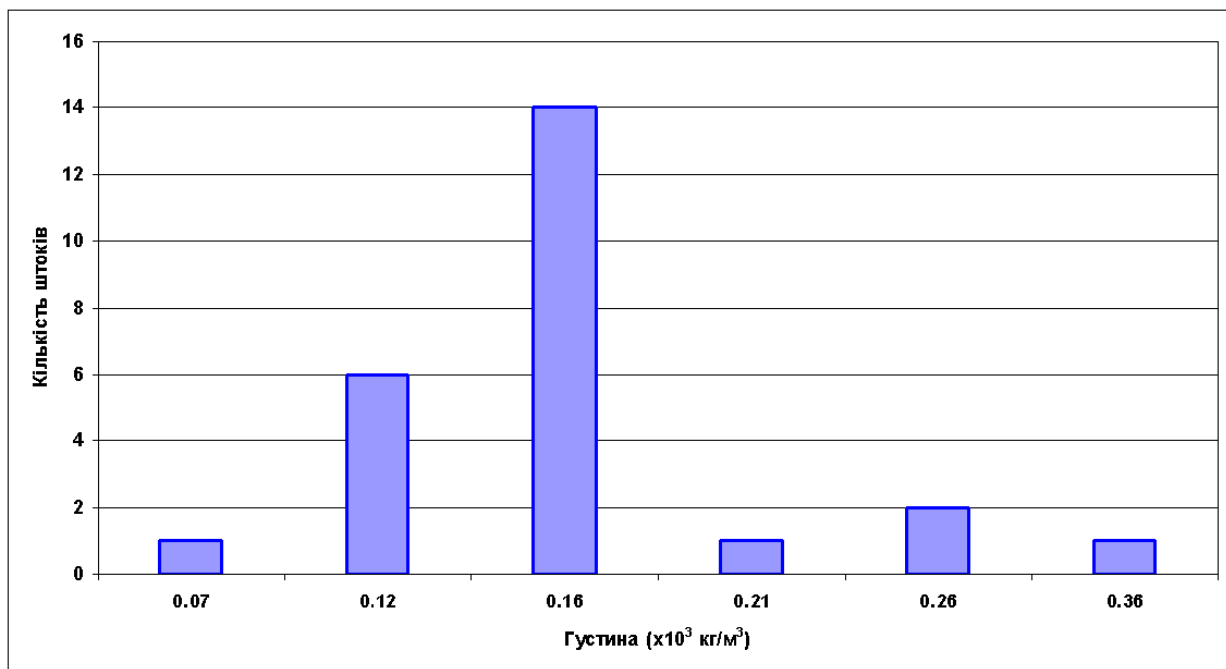


Рисунок 5 – Гістограма розподілу значень аномальної густини у нижній частині штоків

Отримані дані вказують на повне співпадання результатів якісної та кількісної оцінок. Так, до групи соляних штоків, які простежуються в нижній частині невпевнено та характеризуються аномальними значеннями густини в нижній частині в діапазоні від 0.067 до $0.095 (\times 10^3 \text{ кг/м}^3)$, входять: Нововодолазький, Тимченківський, Андріївський, Токарівський, Вербівський, Бригадирівський штоки.

Усі інші штоки: Старовірівський, Краснопавлівський, Олексіївський, Хрестищенський, Верхньоланівський, Ведмедівський, Єлизаветинський-півд., Чутівський, Єфремівський, Парасковійський, Соснівський, Степківський, Басів-

ський, Павлівський, Федорівський, Біляївський, Миронівський, Розпашнівський, Єлизаветинський-півн. характеризуються аномальними значеннями густини в нижній частині в діапазоні від 0.11 до $0.34 (\times 10^3 \text{ кг/м}^3)$ та простежуються впевнено. Таким чином, можна стверджувати, що мінімальний рівень простеження як верхнього, так і нижнього рівнів соляних штоків, складає $\geq 0.1 (\times 10^3 \text{ кг/м}^3)$.

Аналіз поведінки гістограм аномальних значень густин в нижній частині штоків, що простежуються (рис. 5), вказує, що для більшості штоків (14 із 25) значення аномальної густини складає $0.16 (\times 10^3 \text{ кг/м}^3)$.

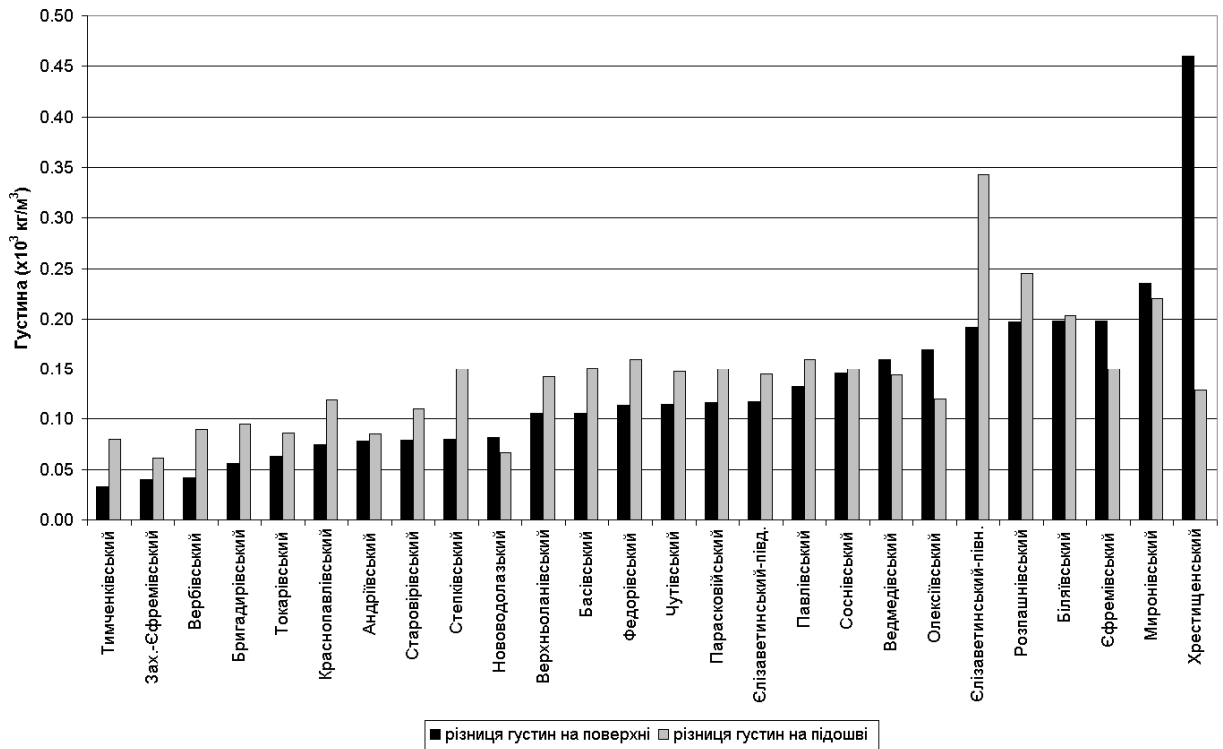


Рисунок 6 – Діаграма розподілу значень аномальної густини у верхній та нижній частинах штоків, ранжована за величиною аномалії у верхній частині

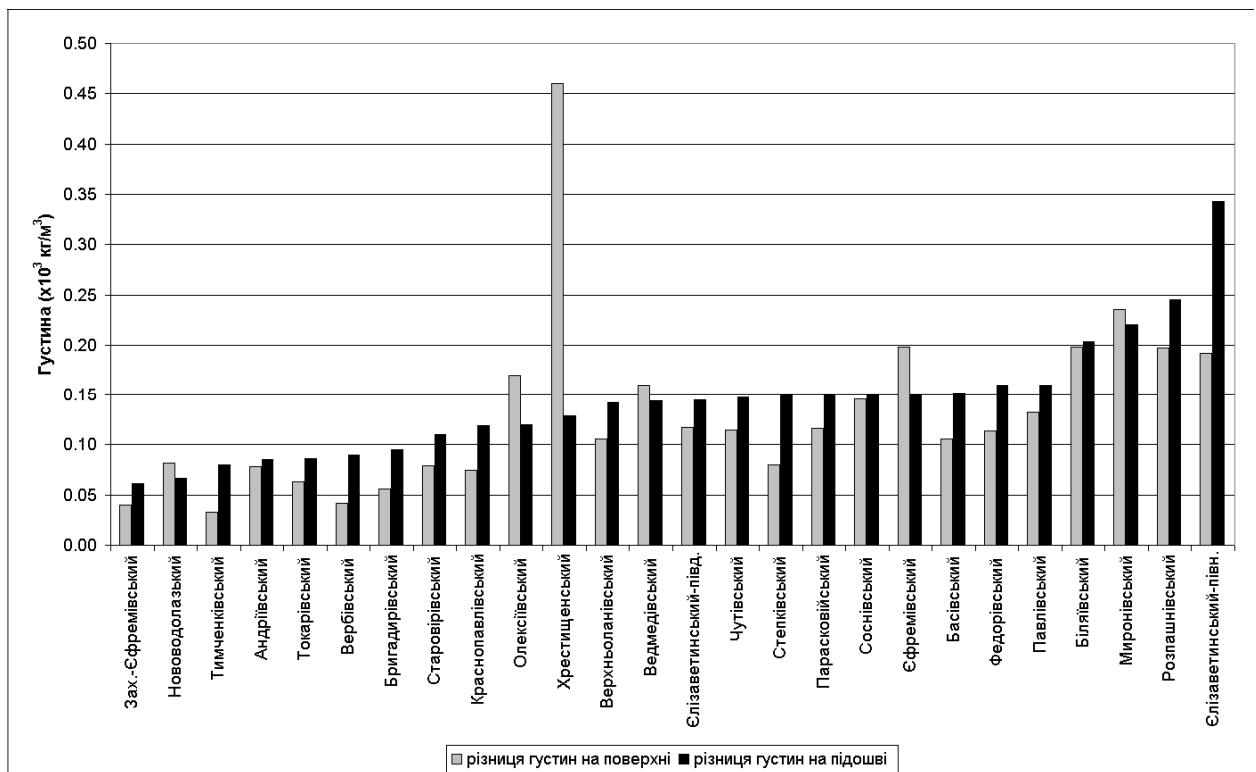


Рисунок 7 – Діаграма розподілу значень аномальної густини у верхній та нижній частинах штоків, ранжована за величиною аномалії у нижній частині

На підставі отриманих даних проаналізовано, які з штоків характеризуються різним ступенем простеження у верхній та нижній частинах – у яких не співпадає оцінка якості їх простеження (рис. 6, 7).

Також проведена оцінка частоти розподілу стратиграфічних рівнів, що відповідають нижній частині простеження штоків (рис. 8).

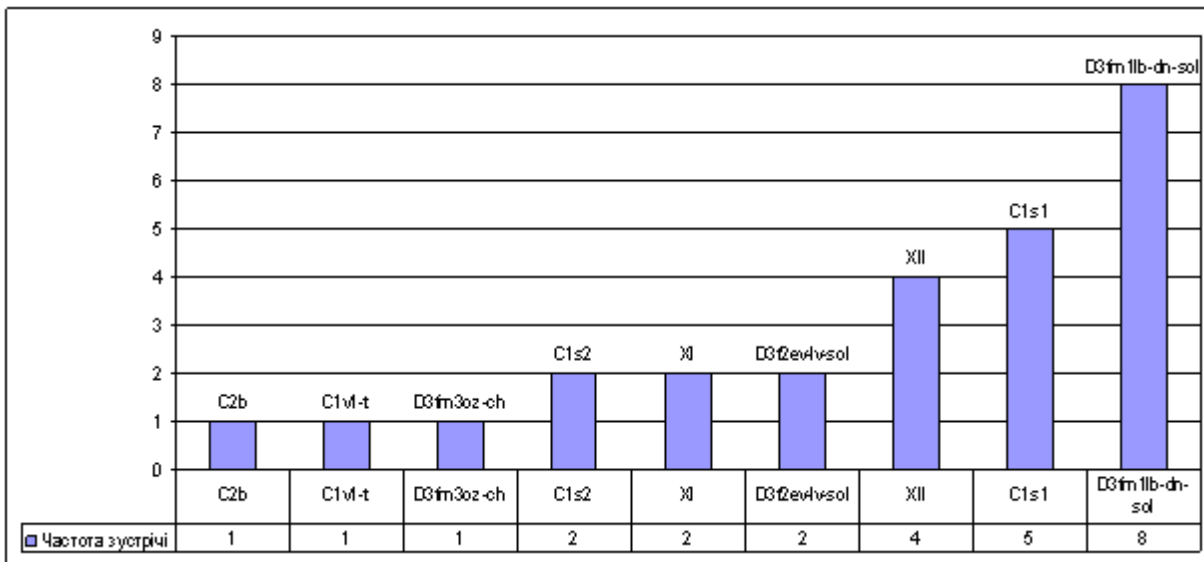


Рисунок 8 – Гістограма розподілу стратиграфічних рівнів розташування нижньої частини соляних штоків

Висновок. Аналіз просторової геогустинної моделі центральної частини ДДз дав змогу виявити низку нових аспектів у будові структур соляного тектогенезу, зокрема за оцінкою простеження підошви соляних штоків. За даними проведених досліджень з врахуванням результатів раніше виконаних робіт першочерговими для подальшого вивчення виділено Андріївський і Бригадирівський штоки. Також для подальшого вивчення рекомендуються Рябухинський, Нововодолазький, Чутівсько-Розпашнівський, Хрещищенський, Павлівський, Миронівський, Краснопавлівський і Степківський штоки.

Література

1 Атлас родовищ нафти і газу України: у 6 т.; [за заг. ред. Іванюти М.М., Федішина В.О., Денегі Б.І та ін.]. – Львів: Центр Європи, 1998. Т.І – III: Східний нафтогазоносний регіон. – 1998. – 1424 с.
 2 Толкунов А.А. Огляд деяких басейнів світу з проявами соляної тектоніки у зв'язку з нафтогазоносністю / А.А. Толкунов // Проблеми нафтогазової промисловості. – 2005. – Вип. 2. – С. 66-69.

3 Стовба С.М. Про механізм соляного тектогенезу в Дніпровсько-Донецькій западині / С.М. Стовба // Геолог України. – 2005. – №1. – С. 23 – 29.
 4 Лебідь В.П. До проблеми нафтогазоносності виступів фундаменту Дніпровсько-Донецького розсуву / В.П. Лебідь // Мінеральні ресурси України. – 2007. - №4 – С. 34 – 38.
 5 Локтев В.С., Черняков О.М. Геодинаміка розвитку соляних штоків південно-східної частини Дніпровсько-Донецької западини / В.С Локтев, О.М. Черняков // Проблеми нафтогазової промисловості: зб. наук. праць. – 2006. – Вип. 3. – С. 88 – 97.
 6 Омельченко В.В. Результати тематичних робіт “Аналіз даних граві-магніто-електро-розвідки в межах південно-східної частини Дніпровського грабену з метою визначення крупних прогнозних перспективних об’єктів для першочергового вивчення” (2006-2007; договірні роботи з НАК “Нафтогаз України”) // В.В. Омельченко, В.Г. Шемет. – Дніпропетровськ, 2007. – 172 с.

Стаття надійшла до редакційної колегії
 08.02.11
 Рекомендована до друку професором
 Маєвським Б.Й.