

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

Факультет геології, географії, рекреації і туризму

Кафедра фундаментальної та прикладної геології

*До захисту допущено
кафедрою фундаментальної та прикладної геології
протокол № _____ від _____*

завідувач кафедри _____ Вячеслав ПЕТИК

« _____ » _____ 2025 р.

Кваліфікаційна робота
здобувача другого (магістерського) рівня вищої освіти

**ФАЦІАЛЬНИЙ АНАЛІЗ ВІДКЛАДІВ СЕРЕДНЬОГО КАРБОНУ
МОСПАНІВСЬКОЇ ПЛОЩІ (ХАРКІВСЬКА ОБЛАСТЬ)**

Спеціальність (спеціалізація) 103. Науки про Землю

Освітня програма Геологія

Виконавець _____ Даріна ШАКОТА

Науковий керівник _____ Андрій МАТВЄЄВ

Харків – 2025

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота магістра ШАКОТА Д.Ю. з теми «Фаціальний аналіз відкладів середнього карбону Моспанівської площі (Харківська область). Загальна кількість сторінок – 50; рисунків – 14; таблиць – 2; додатків – 1.

Об’єктом дослідження є відклади горизонту М-3 середнього карбону Моспанівської площі. **Предметом** дослідження — літолого-петрографічні та геофізичні характеристики порід різних фацій. **Метою** дослідження є співставлення традиційного методу фаціального аналізу з експериментальним методом інтерпретацій фацій за допомогою гамма-каротажу. Порівняння ефективності методів на прикладі відкладів горизонту М-3 середнього карбону Моспанівської площі.

Матеріали для проведення дослідження були отримані під час проходження практики у філії УкрНДІгаз в лабораторії літофізичних досліджень комплексної лабораторії дослідження керну.

Для проведення досліджень було використано різні методи аналізу та інтерпретації даних отриманих, безпосередньо, з кернового матеріалу. В ході роботи було проведено ряд теоретичних та практичних досліджень. Кінцевою метою стало побудова та інтерпретація літофаціальної схеми; розробка та опробування експериментального методу визначення літофації по гамма-каротажу, співставлення отриманих даних.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ЛІТОФАЦІАЛЬНИЙ АНАЛІЗ; ГАММА-КАРОТАЖ; ЛІТОФАЦІЇ; СЕДЕМЕНТОЛОГІЯ; ІНТЕРПРИТАЦІЯ; МОСПАНІВСЬКА ПЛОЩА.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ 1 ІСТОРІЯ ГЕОЛОГІЧНОГО ВИВЧЕННЯ РАЙОНУ ДОСЛІДЖЕННЯ; ІСТОРІЯ РОЗВИТКУ ЛІТО-ФАЦІАЛЬНОГО АНАЛІЗУ ОСАДОВИХ ВІДКЛАДІВ.....	6
РОЗДІЛ 2 ГЕОЛОГІЧНА БУДОВА.....	10
2.1 Літо-стратиграфічна характеристика.....	10
2.2 Тектоніка.....	16
РОЗДІЛ 3 МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ.....	18
3.1 Метод літофаціального аналізу по керну.....	18
3.2 Метод інтерпретації даних гамма-каротажу як показника літофацій.....	22
РОЗДІЛ 3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	26
4.1 Результати застосування літофаціального методу.....	26
4.2 Експериментальний метод визначення літофацій по гамма- каротажу.....	38
ВИСНОВКИ.....	45
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	47
ДОДАТКИ.....	49

ВСТУП

Фаціальний аналіз, на сьогоднішній день, є одним з ключових методів реконструкції палеогеографічних умов осадконакопичення, вивчення тектонічної історії територій та прогнозування корисних копалин. Визначення фаціальної належності товщ дає змогу інтерпретувати закономірності формування осадових басейнів та моделювати родовища вуглеводнів. В якості **об'єкту дослідження** нами вибрані дельтові відклади середнього карбону Моспанівської площі також було проведено порівняльне дослідження двох методів фаціального аналізу.

Моспанівське газоконденсатне родовище знаходиться на території Чугуївського району Харківської області України. Найближчими населеними пунктами є селища Мосьпаново, Граково, Стара Гнилиця, Скрипаї та Шелудьківка (додаток 1).

Актуальність дослідження зумовлена потребою в уточненні геологічної будови відкладів московського ярусу середнього карбону Моспанівської площі для побудови геологічної моделі, а також для вирішення практичних завдань, зокрема, прогнозування колекторських зон та можливих пасток для вуглеводнів. Традиційний метод фаціального аналізу, який базується, на літолого-петрографічних даних не завжди може забезпечити повноту інформації, через обмежену кількість кернавого матеріалу та складні умови видобутку керну. Було запропоновано метод визначення фацій за допомогою інтерпретації даних гамма-каротажу, який відкриває нові можливості для визначення фаціальної зональності у розрізах, де відсутня можливість роботи з кернавим матеріалом.

Метою дослідження є співставлення традиційного методу фаціального аналізу з експериментальним методом інтерпретацій фацій за допомогою гамма-каротажу. Порівняння ефективності методів на прикладі відкладів московського ярусу середнього карбону Моспанівської площі.

Для досягнення поставленої мети потрібно виконати наступні завдання:

- Провести огляд літератури та матеріалів з геологічної будови території дослідження;
- Розглянути основи методів фаціального аналізу;
- Порівняти дані визначення фацій класичними літолого-петрографічними методами з даними гамма-каротажу;
- Провести порівняльний аналіз результатів, отриманих різними методами з метою уточнення ефективності та інформативності методів;
- Зробити висновки проведених досліджень.

Об'єктом дослідження є відклади московського ярусу середнього карбону Моспанівської площі.

Предметом дослідження — літолого-петрографічні та геофізичні характеристики порід різних фацій.

Наукова новизна роботи полягає у порівнянні традиційного методу визначення літофацій з методикою інтерпретації даних по гамма-каротажу. Оцінці можливості застосування гамма-каротажу для уточнення фаціальних умов осадконакопичення без застосування кернавого матеріалу.

Матеріали для проведення дослідження були отримані під час роботи у філії УкрНДІгаз. Опрацювання матеріалів, розробка та опис методики дослідження виконувалися під час проходження переддипломної практики з 01.09.2025 до 10.10.2025 р.

РОЗДІЛ 1

ІСТОРІЯ ГЕОЛОГІЧНОГО ВИВЧЕННЯ РАЙОНУ ДОСЛІДЖЕННЯ; ІСТОРІЯ РОЗВИТКУ ЛІТО-ФАЦІАЛЬНОГО АНАЛІЗУ ОСАДОВИХ ВІДКЛАДІВ

Геологічне вивчення території досліджень почалось у 50-х роках ХХ століття з постановки структурно-картувального та пошуково-розвідувального буріння. Результатом дослідження у товщі мезокайнозою було виділено ряд структурних об'єктів, які у подальшому будуть вивчені на більш глибоких горизонтах. У період з 60-х по 80-ті роки було проведено ряд робіт з пошукового та пошуково-розвідувального буріння на нафту та газ. У результаті було вивчено розріз осадового чохла на північному борті ДДЗ та отримані промислові припливи газу на території вивчення.

У 90-х роках почалось активне вивчення території геофізичними методами. У 1993-1999 рр. були проведені роботи по узагальненню та оперативному аналізу геофізичних матеріалів по північному борту ДДЗ з метою кореляції їх з даними сейсмозв'язки для підготовки продуктивних об'єктів на пошукове буріння. Надалі проводились магнітометричні дослідження, завдяки яким було зазначено, що ділянка характеризується спокійним магнітним полем, його інтенсивність збільшується по мірі скорочення товщі осадового чохла. По результатах цих та інших геологічних робіт була вивчена будова поверхні фундаменту.

У 2017 році проведено переобробку та переінтерпретацію сейсмозв'язувальних даних за період з 80-х по 90-ті роки. У результаті цих робіт було отримано нові данні, які підготували Моспанівську структуру до глибоких пошуково-розвідувальних робіт.

У 2020 році УкрНДІгазом проведено комплекс структурно-геоморфологічних та космогеологічних робіт з вивчення геологічної будови території. Результатами цих робіт стала карта інтегрального показника за

ДКП. Завдяки дослідженням був наданий позитивний прогноз для свердловини Моспанівська.

Попередні дослідження Моспанівського родовища дали змогу визначити його загальну геологічну будову. Наступним важливим, у нафтогазовій геології, етапом, є вивчення літофаціальної будови ділянки, це дозволить детальніше оцінити різноманітність фацій, просторове розташування продуктивних горизонтів та умови осадоконакопичення. У зв'язку з цим потрібно приділити увагу попереднім дослідженням літофаціального аналізу.

Літофаціальний аналіз є ключовим методом у літології, який дозволяє відновлювати умови формування та палеогеографічні особливості басейнів. Дослідження літофаціальних умов бере свій початок наприкінці XIX століття з праці Йоганнеса Вальтера. Він вважав, що вертикальна послідовність фацій у геологічному розрізі відповідає їх латеральному розташуванню в просторі [1]. Вальтер уперше запропонував графічні схеми, які відображали взаємозв'язок середовищ осадоконакопичення та їх зміну в геологічному часі. Це можна вважати початком формування літофаціального аналізу.

У першій половині XX століття ідеї Вальтера почали активно використовуватись в Європі та США, де їх застосовували, насамперед, у нафтогазовій геології.

В 1910-1930 рр. літологи почали розвивати аналіз осадових порід працюючи з мікроскопом. Так, А. Дж. Люсьєн та інші дослідники приділяли увагу зерновому складу, текстурі та стратифікації пісковиків та алевролітів, що потім стане базою для літофаціального підходу.

У 1950-х роках Кюнєн та Мігліоріні поклали початок сучасному літофаціальному аналізу інтегруючи стратиграфію і седиментологію у праці про турбідні потоки, як причини градуйованої шаруватості [2]. До 50-х років такі науки як стратиграфія та седиментаційна петрологія розвивались, більш менш, незалежно одна від одної. Стратиграфія займалась безпосередньо кореляцією та широкими палеогеографічними реконструкціями, а

седиментаційна петрологія – зазвичай, мікроскопічними дослідженнями осадових порід [4]. Завдяки переломній концепції турбідів науковці почали розглядати осадові породи, як результат реальних сучасних процесів, які можна моделювати експериментально та пояснювати структури та відбитки тіл, які до цього залишались непомітними та неопізнаними.

Значення біологічних процесів довгий час ігнорувалося седиментологами, але у 1972 році німецькі автори Зайлахер та Тюбінгенська школа опублікували наукову працю «*Seilacher and the Tübingen school, and Schäfer*», у якій підіймалось питання аналізу фауни та вплив їх життєдіяльності на осад [3].

У подальшому Геловей та Хобдей у 1983 році опублікували працю в якій виділяли окрему увагу теригенним уламковим відкладам, особливо їх економічним аспектам у нафтогазовій геології [5]. В той самий час асоціація американських геологів-нафтовиків опублікувала два томи, які були присвячені умовам осадконакопичення пісковиків та карбонатів.

Фундаментальні принципи фаціального аналізу було закладено у 90-х роках зарубіжними авторами, такими як Harold G. Reading (1996) у праці «*Sedimentary Environments: Processes, Facies and Stratigraphy*» [4]. У книзі було представлено базові підходи до аналізу осадових товщ та методик виділення літологічних фацій. Ці та вищезазначені методологічні напрацювання стали основою для подальшого розвитку літофаціального аналізу у різних частинах світу. Паралельно з зарубіжними дослідженнями, українські геологи активно працювали та формували власні підходи до освоєння фаціального аналізу. Так, у 50-60-х роках ХХ століття, геологи почали використовувати зарубіжний досвід для вивчення осадових товщ Карпат (1956., Бородавка В. І.), Передкарпаття (1958 р., Герасимчук О.І.) Українського щита (1962 р. Мельничук І. В.)

У 70-х 80-х роках українські науковці почали розробляти методи літофаціального аналізу для вивчення осадових товщ, зокрема побудови фаціальних карт та реконструкції палеогеографічних умов.

У другій половині ХХ століття літофаціальні схеми стали основним інструментом у нафтогазовій геології, на їх основі будували карти осадових басейнів, прогнозували родовища нафти та газу та відновлювали палеогеографічні умови. Проте ці дослідження були обмежені двовимірними розрізами та ручними побудовами. Сучасний етап розвитку літофаціальних схем характеризується впровадженням цифрових технологій, тривимірного моделювання, геофізичних даних. Новітні методи дають багато можливостей для більш точного прогнозування та встановлення палеогеографічних моделей.

РОЗДІЛ 2

ГЕОЛОГІЧНА БУДОВА РОДОВИЩА

2.1 Літо-стратиграфічна характеристика

Осадний чохол Моспанівського родовища складено палеозойськими, мезозойськими та кайнозойськими відкладами, які трансгресивно залягають на кристалічному масиві докембрійського фундаменту.

ПРОТЕРОЗОЙСЬКА ЕРАТЕМА (PR)

Породи кристалічного фундаменту, які розкриті на глибині близько 5 тисяч метрів представлені гнейсами, гранітами, кварцитолітами, метасоматитами, епідозитами, гранулітами. Гнейси зеленувато-сірі, кварцово-слюдисті та хлорито-епідотові, дрібнозернисті, міцні, щільні. Граніти кварц-плагіоклазові, гранульовані, альбітизовані та мікроклінізовані, окварцьовані. Кварцитоліти під мікроскопом на 95% складені кварцом та на 5% плагіоклазом. Метасоматити гідрослюдисті, на 80% складені слюдою, на 20 % залишками кварцу, хлоритизованим та розщепленим біотитом, зернами гранату. Епідозити складені на 85–95% епідотом, місцями – видовжені кристали цоізиту, кристалики сфену, гніздовидні скупчення тальку світло-зеленого. Грануліти – на 80 % змінені процесами альбітизації, мікроклінізації, окварцювання [6].

ПАЛЕОЗОЙСЬКА ЕРАТЕМА – PZ

Палеозойські відклади представлені кам'яновугільною та пермською системами.

КАМ'ЯНОВУГІЛЬНА СИСТЕМА (C)

Представлена трьома відділами: нижнім, середнім і верхнім.

Нижній відділ (C₁)

Нижньокам'яновугільний відділ складений, в основному, теригеннокарбонатним літофаціальним комплексом - перешаруванням аргілітів, алевролітів, пісковиків і вапняків. Карбонатність розрізу зростає

униз, а пісковитість - уверх по розрізу відділу [6]. Нижньокам'яновугільний відділ представлений візейським та серпуховським ярусами.

Візейський ярус (C_1v)

Ярус представлений карбонатно-теригенними породами.

Алевроліти темно-сірі до чорних, глинисті, напіввапнисті, слюдисті, міцні. Пісковики світло- та темно-сірі, тонко-, дрібно- та середньозернисті, слюдисті, невапнисті, міцнозцементовані глинистою речовиною, з включенням обвугленої речовини. Аргіліти темно-сірі до чорних, алевроитисті, невапнисті та слабовапнисті, щільні, слюдисті, з включеннями піриту і залишками обвугленої речовини, вертикальні тріщини заповнені кальцитом. Вапняки темно-сірі до чорних, масивні, глинисті, міцні, прихованокристалічні, тріщинуваті, вертикальні тріщини заповнені кальцитом.

Серпуховський ярус (C_1s)

Літологічно відклади представлені перешаруванням аргілітів, алевролітів, пісковиків та вапняків. Пісковики дрібнозернисті. Алевроліти темно-сірі до чорних, міцні, глинисті, невапнисті, слюдисті, горизонтальношаруваті. Аргіліти темно-сірі до чорних, місцями алевроитисті, невапнисті, щільні, горизонтальношаруваті, слабослудисті, з дзеркалами ковзання, з включеннями обвуглених рослинних залишків. Вапняки світло- та темно-сірі, масивні, прихованокристалічні, слюдисті, глинисті, з обвугленим рослинним детритом, міцні.

Середній відділ (C_2)

Відклади середнього карбону представлені потужною циклічно побудованою товщею теригенних порід (пісковиків, алевролітів, аргілітів) з підпорядкованими за кількістю прошарками вапняків та вугілля. Середній карбон представлений в повному обсязі башкирським і московським ярусами.

Башкирський ярус (C_{2b})

Нижня частина ярусу складена переважно глинистими відкладами з незначними прошарками пісковиків і вапняків. Верхня частина ярусу складена переважно піщано-глинистими відкладами з підпорядкованими шарами вапняків і прошарків вугілля.

Московський ярус (C_{2m})

Московські відклади на утвореннях башкирського ярусу залягають незгідно. Розріз московського ярусу представлено аргілітами, пісковиками, алевролітами та вапняками. Аргіліти темно-сірі, темно-зеленувато-сірі, щільні, слюдисті, горизонтально-хвилясто-шаруваті з відбитками обвугленої рослинності, із дзеркалами ковзання. Пісковики світло-сірі, сірі, дрібнозернисті, невапнисті, слюдисті, середньо- та міцнозцементовані. Алевроліти зеленувато-сірі, вапнисті, міцні, масивні, слюдисті. Вапняки сірі, дрібнозернисті.

Верхній відділ (C₃)

Відклади згідно залягають на товщі порід середнього відділу. Відділ представлений касимовським (C_{3k}) та гжельським (C_{3g}) ярусами. []

Касимівський ярус (C_{3k})

У нижній частині ярусу переважають глинисті морські та узбережно-морські фації. Верхня частина ярусу характеризується широким поширенням пісковиків алювіального типу в сполученні з потужними вапняками і з прошарками морських аргілітів із фауною. Починають з'являтися строкатокольорові та червонокольорові горизонти.

Гжельський ярус (C_{3g})

Складений перешаруванням аргілітів та алевролітів з поодинокими пачками пісковиків та малопотужними прошарками вапняків. Аргіліти сірі, зеленувато-сірі, алевритисті, слюдисті. Пісковики олігоміктові, дрібно- та середньозернисті, середньозцементовані. Алевроліти слюдисто-кварцові, поліміктові. Вапняки переважно глинисті.

ПЕРМСЬКА СИСТЕМА (P)

Пермська система представлена нижнім відділом.

Нижній відділ (P₁)

В розрізі нижній відділ виділяється в об'ємі асельського ярусу.

Асельський ярус (P_{1a})

складений аргілітами червоно-бурими, коричневими алевритистими. Алевролітами косошаруватими середньозцементованими. Пісковиками дрібно-, середньозернистими, глинистими, слюдистими міцними, ділянками рихлими.

МЕЗОЗОЙСЬКА ЕРАТЕМА – MZ

Ератема з кутовим неузгодженням і розмивом залягає на палеозойських відкладах різного віку - пермських та кам'яновугільних. Ератема на території досліджень представлена тріасовою, юрською та крейдовою системами (Горяйнов 2017).

ТРИАСОВА СИСТЕМА (T)

Тріасові відклади незгідно залягають на нижньопермських утвореннях. Складена аргілітами червонокольоровими слабослудистими, щільними, пісковиками світло-сірими, зеленувато-сірими, бурувато-коричневими, дрібно-, середньозернистими, глинисто-кварцовими з прошарками алевролітів, перешаруванням глин строкатобарвистих (червоно-коричневих, червоно-бурих), зелено-сірих, щільних, піщанистих з чергуванням пісковиків зеленувато-сірих, світло-сірих тонко-, дрібнозернистих, слюдистих, карбонатних, вапняків.

ЮРСЬКА СИСТЕМА (J)

Юрська система складена середнім та верхнім відділами і незгідно залягає на відкладах тріасу.

Середній відділ (J₂)

Середній відділ представлений байоським, батським і келовейським ярусами.

Байоський (J_2b) ярус в нижній частині складений пісковиками, у верхній – глинами сірими, темно-сірими, вуглистими.

Батський (J_2bt) і келовейський (J_2k) яруси складені переважно глинами сірими, щільними з прошарками алевrolітів та пісковиків сірих, дрібнозернистих.

Верхній відділ (J_3)

Верхній відділ складений відкладами оксфордського (J_3o) та кімериджського (J_3km) ярусів, літологічно представлений глинами сірими і темно-сірими, щільними, з прошарками вапняків сірих, глинистих та пісковиків, іноді карбонатних.

КРЕЙДОВА СИСТЕМА (K)

З стратиграфічною незгідністю залягає на верхньоярських відкладах і представлена нижнім та верхнім відділами.

Нижній відділ (K_1)

Нижньокрейдові відклади складені пісковиками сірими, світло-сірими, кварцовими, різнозернистими з прошарками світло-зелених, щільних, слабослюдистих, слабopіщанистих глин.

Верхній відділ (K_2)

Верхньокрейдові відклади представлені сеноманським (K_2c) – складений пісками та пісковиками блакитно-сірими кварцово-глауконітовими; туронським (K_2t) – представлений крейдою білою та світло-сірою писальною з прошарками глинистих, ділянками тріщинуватих мергелів; коньякським (K_2k) – крейдою білою, світло-сірою, писальною; сантонським (K_2s) – представлений в об'ємі нижньо- та верхньосантонського під'ярусів, які складені крейдою білою, світло-сірою писальною; кампанським (K_2km) – складений крейдою писальною білою, світло-сірою з прошарками глинистих, ділянками тріщинуватих мергелів і маастрихтським (K_2m) ярусами.

КАЙНОЗОЙСЬКА ЕРАТЕМА – KZ

Кайнозойська ератема представлена палеогеновою, неогеновою та четвертинною системами.

ПАЛЕОГЕНОВА СИСТЕМА (P)

На розмитій поверхні крейдової товщі порід незгідно залягають відклади палеогенової системи. Представлена система канівсько-бучацьким, київським та межигірського-берекським регіоярусами.

Канівсько-бучацький регіоярус ($P_{2kp-bč}$) представлений пісками зеленувато-сірими, кварцово-глауконітовими, різнозернистими, з прошарками темно-сірих міцних кварцитоподібних пісковиків, місцями глинистих.

Київський регіоярус (P_{2kv}) представлений мергелями світло-сірими, зеленувато-сірими, в'язкими, внизу з проверстками зеленувато-сірих, піщанистих глин.

Межигірсько-берекський регіоярус ($P_{3mž-br}$) представлений пісками зеленувато-сірими, в верхній частині з жовтим відтінком, місцями темно-сірими, кварцово-глауконітовими, середньо-, крупнозернистими з проверстками глин світло-сірих, сіро-зелених, щільних.

НЕОГЕНОВА + ЧЕТВЕРТИННА СИСТЕМА (N + Q)

Нерозчленована товща неогенових (N) та четвертинних (Q) утворень, яка незгідно залягає на поверхні палеогенових відкладів, представлена глинами, пісками, лісовидними суглинками та ґрунтово-рослинним шаром.

2.2 Тектоніка

Територія дослідження розташована в південно-східній частині Дніпровсько-Донецької западини. Західна частина належить до північно-східної крайової частини Дніпровського грабена, а східна частина лежить у межах північно-західного схилу Воронежського кристалічного масиву. [7]

Моспанівська структура знаходиться у південно-східній частині прибортової зони Дніпровсько-Донецької западини. Входить до складу Платівсько-Південно-Граківської структурної лінії, яка була утворена крупноамплітудним згідним скидом. Уздовж структури формуються прирозломні антиклінальні та прирозломні напівантиклінальні структури. Лінію утворюють Платівське, Бірюзове, Західно-Білозірське, Білозірське, Моспанівське та Південно-Граківське підняття [6].

Моспанівське підняття характеризується по відкладах нижнього, середнього та верхнього карбону терасоподібною структурою, на моноклінальному схилі, обмежену із заходу та сходу розривними порушеннями. Глибина залягання фундаменту на даній площі, згідно геофізичних досліджень, становить 4,5 км – 5,1 км. На сході підняття обмежено субмередіональним порушенням. На схід від даного порушення уздовж Моспанівського розлому утворенно Східно-Моспанівський блок, який на сході обмежений Південно-Граківським незгідним скидом [6].

У геоструктурном відношенні на території площі дослідження відзначаються чотири структурні поверхи.

Докембрійський структурний поверх характеризується дислокованими, прорваними інтрузіями гранітоїдів, докембрійськими метаморфічними утвореннями, які складають кристалічний фундамент впадин. У додевонський час поверхня була еродована та опущена по регіональним розломам північно-західного напрямку, що привело до утворення складного блокового фундаменту. [7]

Палеозойський структурний поверх характеризується осадами від середнього девону до нижньої пермі, що зазнали переміщення блоків кристалічного фундаменту в період герцинського тектогенезу. Структурний план є поперечним по відношенню до субмеридіальної докембрійської складчастості. Відклади залягають з різкою кутовою незгодою на підстилаючій докембрійській складчастості. [9]

Мезозойський структурний поверх характеризується осадами верхньої пермі до маастрихтського ярусу. Наявний чіткий стратиграфічний перерив та слабо вироджена кутова незгода з нижче лежачим структурним поверхом. Відзначається зміщення мезозойського структурного плану відносно палеозойського. [9]

Кайнозойський структурний поверх характеризується заляганням порід з різкою кутовою незгодою та великим стратиграфічним переривом на відкладах мезозойського структурного поверху. Для структурного поверху характерно розривні порушення в яких відзначається зменшення амплітуди. [4]

РОЗДІЛ 3

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

Основною метою даної роботи являється дослідження та порівняння двох методів – літофаціального аналізу на базі кернового матеріалу та методу інтерпретації гамма каротажу для визначення фаціальних обстановок без допоміжних засобів. Для роботи було використано геофізичні данні та керновий матеріал по свердловині Моспанівська, 1,3,6,7,9,10,12,14,16 та свердловині Східно-Моспанівська 1 (рис 3.1). Основна робота проводилась в межах верхнього карбону московського ярусу (М-3).

3.1 Метод літофаціального аналізу по керну

Літофаціальний аналіз є одним із ключових методів нафтогазової геології, спрямованим на вивчення закономірностей формування та поширення осадових товщ. Він дозволяє визначити палеогеографічні умови утворення басейнів, відновити динаміку осадконакопичення та простежити просторову мінливість фацій у розрізі. На основі поєднання даних кернових та геофізичних досліджень літофаціальний аналіз дає можливість виділяти окремі фаціальні комплекси, простежувати їх продовження між свердловинами, здійснювати стратиграфічну кореляцію та реконструювати історію розвитку басейну [4].

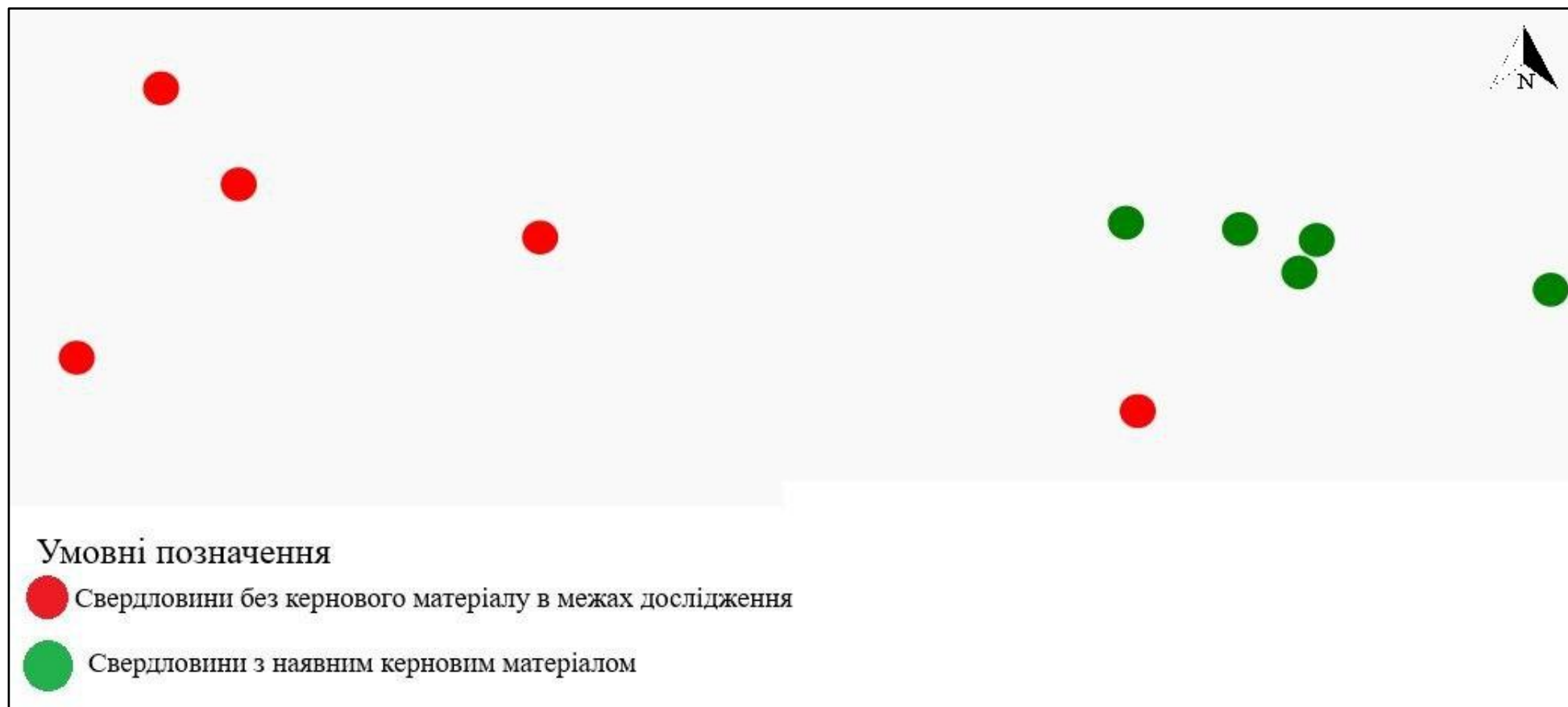


Рисунок 3.1 – Схематично винесені досліджувані свердловини

Для визначення літофації, насамперед, проводиться робота з керовим матеріалом, який попередньо був підготовлений до роботи, а саме: коректно відібраний під час буріння, акуратно збережений і викладений у ящиках у відповідності до його природного залягання у свердловині. Додатково керн розпилюють уздовж осі (рис 3.1.1), для кращої інтерпретації та візуального вивчення внутрішньої будови керну.



Рисунок 3.1.1 – Підготовлений до подальшої роботи керовий матеріал на прикладі свердловини №14 Моспанівського родовища, керн 1

Наступним кроком для визначення літофації є опис кернавого матеріалу. На цьому етапі важливо правильно інтерпретувати індикатори фації, гідродинаміку накопичення осаду, умови утворення та провести кореляцію вищезазначених факторів для достовірної оцінки фаціальної обстановки шару. Після того, як фації були визначені можна приступати до створення літофаціальної схеми по обраним свердловинам.

У рамках дослідження було розглянуто три основні фації дельтового комплексу, а саме: дельтова рівнина, гирловий бар та дельтовий конус виносу. Дельта – це перехідна седиментаційна система між континентальною та морською обстановками, яка формується під впливом двох основних факторів: надходження річками значних обсягів теригенного матеріалу та переробки цього матеріалу морськими процесами. Формування дельти відбувається в тому випадку, коли кількість осадового матеріалу, який приносить річка, більше ніж морські процеси можуть переробити та винести з берегу моря [10].

На характер дельти впливає численні фактори: рельєф дна водойми, активність тектонічних рухів, кліматичні умови, склад матеріалу, що наноситься, гідрологічний режим річки. Сукупність вищезазначених чинників виражає морфологічний тип дельти та її фаціальну структуру [4].

Схематично формування дельти відбувається наступним шляхом: при впадінні річки в море швидкість її течії різко зменшується, тому теригенний матеріал, який переносився осідає, формуючи акумулятивну товщу осадів, лінзу, що лягає на вже існуючі морські відклади. Поступово ця осадова маса наростає, заповнюючи гирлову частину басейну до рівня водного дзеркала. Оскільки, морські процеси не встигають повністю зруйнувати лінзу, річка продовжує текти по власних відкладах, розділяючись на численні рукави, а гирлова зона поступово зміщується в бік моря. Таким чином дельта прогресує, нарощуючи дельтовий клин у напрямку басейну [4].

Як зазначалося вище, дана робота присвячена трьом основним фаціям дельтового комплексу, дельтова рівнина, гирловий бар та дельтовий конус

виносу. Це ключові морфогенетичні елементи дельтової системи, що формуються під впливом флювіальних, хвильових та припливних процесів. Кожна з цих фацій має свої характерні фаціальні індикатори, що дозволяє інтерпретувати їх у керновому матеріалі.

Дельтова рівнина – це велика низинна територія, яка сформована в умовах домінування річкових процесів над морськими. Представлена мережею активних і покинутих русел, заплав, лагун, боліт та озер, що розділені алювіальними валами та протоками (Reading, 1996). Основними фаціальними ознаками дельтової рівнини є наявність органічної речовини. Один з найнадійніших індикаторів – це наявність вугільних прошарків та палеогрунтів які сформувались у міжканальних болотах та заплавах нижньої дельтової рівнини. Також характерна наявність біотурбації, відбитків коріння та залишків рослинності. Відклади представлені алевролітами та аргілітами у міжрукавному просторі, а також русловими пісковицями. Зернистість, зазвичай, характеризується поступовим зменшенням фракції. У нижній частині розрізу матеріал більш грубіший, а у верхній частині більш дрібнозернистий. Фаціальні індикатори дельтової рівнини відображають складну взаємодію флювіальних, болотних і кліматичних процесів у межах дельтової системи [10].

Гирловий бар – це локальне акумулятивне тіло, яке формується біля виходу річкового рукава у водойму, через різке зниження швидкості течії потоку, що несе осадовий матеріал. Осідання матеріалу відбувається, коли потік втрачає швидкість, накопичення утворюються у вигляді підводної гряди або лінзи перед устям. Типовими фаціальними індикаторами виступають, добре відсортовані піски середньо- та дрібнозернистої фракції. Текстура, зазвичай коса-шарувата із ознаками рябі течії, що спричинено потоками хвиль. Можливі тонкі прошарки глинистого матеріалу. Біотурбація, як правило низька або зовсім відсутня в центральній частині, яка є найбільш піщаною та високоенергетичною частиною бару. В периферійних частинах біотурбація може бути помірна. Гирлові бари є ключовими фаціями для

реконструкції напрямку проградації дельти, оскільки їх осі завжди орієнтовані у бік відкритого басейну [4].

Дельтовий конус виносу – це масштабна акумулятивна форма, що складається з комплексу остьових барів, які поступово нарастають у напрямку моря. Утворюються, внаслідок, проградації дельти, коли осад переноситься річковими потоками далі у водойму та відкладається у вигляді клиноподібного тіла [11]. Фаціальні індикатори наступні, відклади представлені переважно пісковиками. Зернистість характеризується гранулометричним огрубленням фракцій вгору по розрізу. Присутні включення внутрішньо-формаційної брекчії через велику гідродинаміку при відкладанні осаду. Зустрічаються також переривчасті текстури брижі течії та текстури постседиментаційної деформації.

Заключним етапом роботи над схемою є узагальнення та інтеграція даних у графічному редакторі. На основу гамма-каротажу наносяться інтервали досліджуваних кернів виділяються границі фацій, після чого схема візуалізується шляхом кольорового кодування для різних фацій. У результаті формується цілісна літофаціальна модель, що наочно відображає просторову структуру та взаємне розташування фацій.

3.2 Метод інтерпретації даних гамма-каротажу, як показника літофацій

У роботі запропоновано новий підхід по дослідженню літофацій за даними гамма-каротажу, який дозволяє визначати фації в інтервалах в яких відсутній керновий матеріал. Метод є авторською ідеєю кандидата геологічних наук Горяйнова Сергія Володимировича. Сутність методу полягає у вивченні гамма-каротажу по еталонним розрізам, по яким наявний керновий матеріал, щоб у майбутньому використовувати ці еталони для інтерпретації фацій розрізів без кернового матеріалу.

Для початку роботи над методом потрібно сформулювати наступні завдання:

- Розробити методику виділення літофацій на основі гамма-каротажу;
- Провести кореляцію отриманих даних з керовим матеріалом та визначити точність методу;
- Зробити висновки якості нового методу в порівнянні з літофаціальними інтерпретаціями на основі керового матеріалу.

Гамма-каротаж у рамках літофаціального аналізу слугує цінним додатковим інструментом, що дозволяє не лише перевірити коректність визначення фаціальної обстановки за керовим матеріалом, а й простежити просторову протяжність фацій за межами безпосередньо досліджуваних інтервалів. Метод базується на вимірюванні природного гамма-випромінювання, яке переважно проходить від ізотопів калію (K), урану (U) та торію (Th). Максимальне значення ГК відповідають глинистим породам через підвищений вміст елементів, а мінімальні значення характерні для чистих пісковиків та вапняків. Існують умовні межі для інтерпретації даних ГК: <20 API - вапняки, 20-50 API - пісковики, 50-100 API - глинисті пісковики, >100 API – глини [13]. Такий підхід дозволяє підтвердити дані керну та простежити просторову змінність фацій у розрізі.

Метод базується на статистичній обробці результатів даних гамма-каротажу [14]. Для кожного інтервалу потрібно розрахувати середню радіоактивність та коефіцієнт варіації.

Для оцінки ступеню неоднорідності даних по радіоактивності використовують статистичний показник - коефіцієнт варіації [15]. Цей коефіцієнт допомагає визначити наскільки сильно індивідуальне значення виміряної радіоактивності відрізняються від середнього значення. Він виражається у відсотках та показує відносну мінливість ознаку.

Спочатку потрібно визначити середню радіоактивність, яка характеризує загальний вміст радіоактивних елементів. Це значення розраховується, як сума усіх вимірів по заданому інтервалу ділена на їх кількість. Цей показник буде слугувати базою для майбутніх розрахунків, бо з ним порівнюються усі окремі значення вибірки.

$$\mu = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n}{n}$$

де

μ – середнє значення радіоактивності;

$X_1, X_2, \dots, X_n$ – окремі виміри;

n – кількість вимірів.

Після того розраховується дисперсія, яка показує наскільки сильно виміри розкидані навколо середнього значення [15]. Спочатку для кожного виміру радіоактивності вираховують різницю з середнім значенням, далі результат беруть у квадрат, складають та отримане число ділять на кількість вимірів. Таким чином отримуємо середній квадрат відхилення.

$$S^2 = \frac{(X_1 - \mu)^2 + (X_2 - \mu)^2 + \dots + (X_n - \mu)^2}{n}$$

де

S^2 – дисперсія;

$X_1, X_2, \dots, X_n$ – окремі виміри;

μ – середнє значення радіоактивності

n – кількість вимірів.

Далі потрібно розрахувати стандартне відхилення, воно показує середнє відхилення вимірів від середнього значення в тих самих одиницях, що і виміри [16]. Тобто стандартне відхилення являє собою квадратний корінь з дисперсії.

$$S = \sqrt{S^2} = \sqrt{\frac{(X_1 - \mu)^2 + (X_2 - \mu)^2 + \dots + (X_n - \mu)^2}{n}}$$

Для підрахунку коефіцієнту варіації стандартне відхилення ділиться на середню радіоактивність та множиться на 100 відсотків [16]. Це потрібно для розуміння відносної міри розкиду даних, тобто наскільки стандартне відхилення більше ніж середнє значення.

$$V = \frac{S}{\mu} * 100\%$$

Таким чином, після розрахунків можна побудувати діаграму, де по осі Y буде значення середньої радіоактивності обраного інтервалу, а по осі X – коефіцієнт варіації.

Оскільки метод тільки розробляється, тому перші розрахунки проводяться на прикладі свердловин по яким є керновий матеріал для того, щоб розробити базу на основі якій в подальшому можливо буде визначати фації будь якого інтервалу без допомоги керну.

РОЗДІЛ 4

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

4.1 Результати застосування літофаціального методу

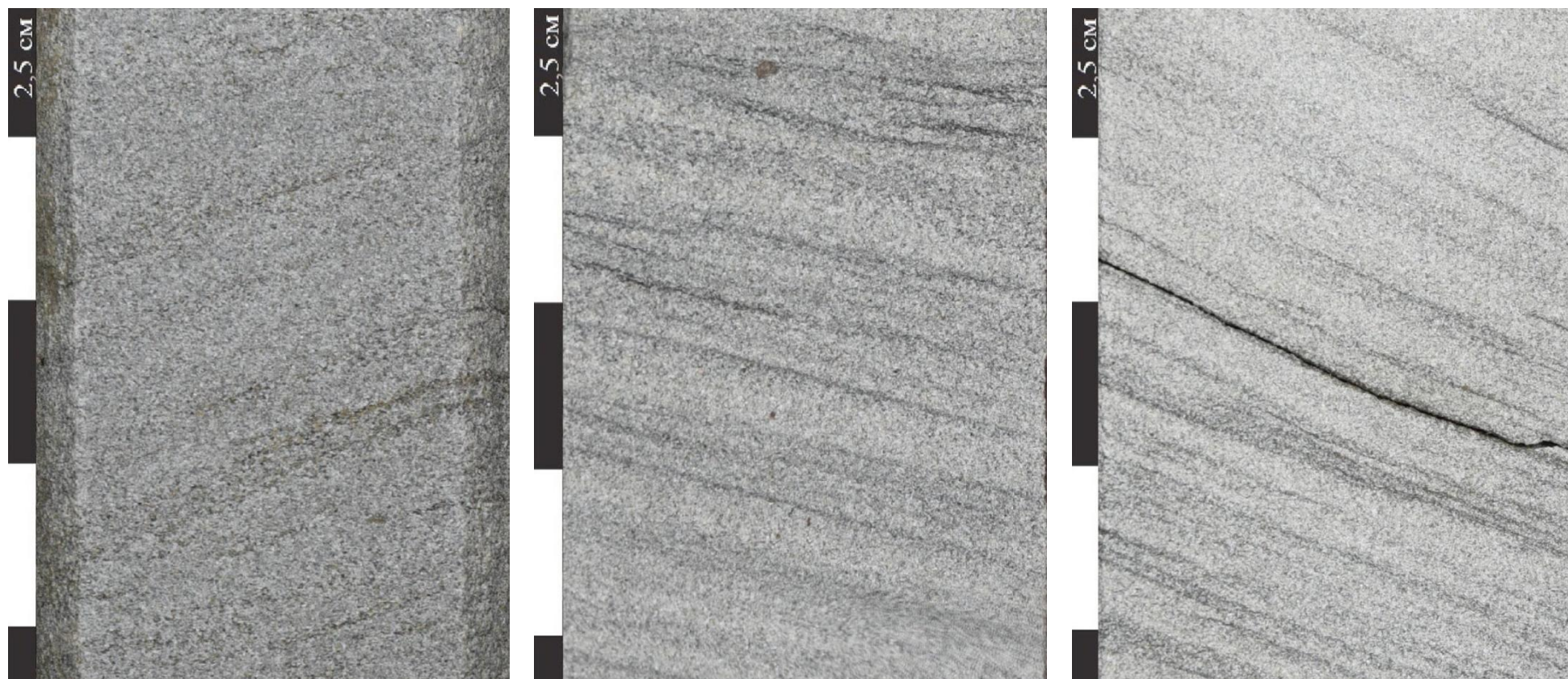
На підставі методу, що був описаний у попередньому розділі виконано комплекс досліджень, які були направлені на вивчення літологічного складу та фаціальних особливостей кернавого матеріалу досліджуваних свердловин.

У ході роботи було проаналізовано кернавий матеріал, вивчені гранулометричні та петрографічні особливості порід, а також було виконано фаціальну характеристику досліджуваного матеріалу.

На основі отриманих даних була побудована літофаціальна схема розрізу [17], яка відображає просторове розповсюдження фацій та закономірність зміни умов осадконакопичення. В цьому підрозділі описані результати дослідження та надана інтерпретація отриманих даних.

Для просторового розуміння розповсюдження фацій по розрізу було проаналізовано кернаві матеріали в межах горизонту М-3 по свердловинам Моспанівська 1, 6, 12, 14 та Східно-Моспанівська 1. Після проведення досліджень стало зрозуміло, що обрані інтервали характеризуються дельтовою системою, яка представлена комплексом фацій, що сформовані у межах дельтової рівнини, гирлового бару та дельтового конусу виносу.

Фація дельтовий конус виносу зустрічається в усіх досліджуваних кернах. Складений керна пісковиком, від дрібно-середньозернистого до крупнозернистого. (рис. 4.1.1). Порода переважно глиниста, це свідчить про змінний характер осадконакопичення. Крупнозернистий матеріал осідає, зазвичай, під час активних гідродинамічних фаз, а більш дрібніші зерна такі як алевроліти та глинисті компоненти, осідають під час зменшення енергії потоку. Текстура в усіх випадках, переважно, косо-шарувата, підкреслена прошарками вуглисто-слюдистого матеріалу.



а Моспанівська 1, к1

б Моспанівська 6, к1

с Моспанівська 12, к2

Рисунок 4.1.1 – а – пісковик дрібно-середньозернистий, світло-сірий, глинистий; б – пісковик світло-сірий від крупно- до дрібно-середньозернистого, глинистий; с – пісковик від дрібнозернистого до середньозернистого, світло-сірий, глинистий; д – пісковик від дрібно- до середньо-крупнозернистого, сірий, нерівномірно слюди́стий; е – пісковик від середньо- до крупнозернистого, світло-сірий



d Моспанівська 14, к1



е Східно-Моспанівська 1, к1

Рисунок 1 – аркуш 2

У межах виділеної фації спостерігається чітка циклічність осадконакопичення, яка проявляється у зміні гранулометричного складу, глинистості та напрямків текстур у межах одного шару. Це відображає активний характер осадконакопичення, що характерно для досліджуваної фації, де короточасні потоки високої гідродинаміки чергуються з спокійними фазами седиментації (рис. 4.1.2). Також характерною ознакою високої гідродинаміки та дельтового конусу виносу є наявність внутрішньо-формаційної брекчії (rip-up clasts), яка може складатись з уламків різного розміру та складу (рис. 4.1.2). Утворення такого індикатору відбувається під час різкого збільшення енергії потоку. Паводки або зміна русла провокують швидкі потоки, які еродують верхню частину, ще не ущільнених глинистих відкладів. При цьому процесі вирвані фрагменти переносяться течією та відкладаються разом із піщаними прошарками. Наявність такого процесу вказує на короточасні але гідродинамічні події, що супроводжувались накопиченням осаду, та відображає зміну водного режиму в дельтовому комплексі.

Характерним індикатором виступає наявність текстур локального перемиву (рис. 4.1.3), що в окремих випадках утворюють текстури перехресної шаруватості (herringbone cross-stratification) (рис. 4.1.4). Подібна текстура свідчить про періодичну зміну напрямку течії, через активний режим потоку та взаємодією його фронтальної частини з приймаючим басейном. Ця текстура є ознакою мінливого гідродинамічного середовища, що характерна для дельтового конусу виносу.



Рисунок 4.1.2 – а – внутрішньо-формаційна брекчія на контакті прошарків різного гранулометричного складу;
 б – ерозійний контакт прошарків крупно- (зверху) та дрібнозернистого (знизу) пісковика, на контакті – внутрішньоформаційна брекчія (grip-clast) та лінзоподібні включення залізного карбонату; с – Внутрішньо-формаційна брекчія на контакті прошарків різного гранулометричного складу

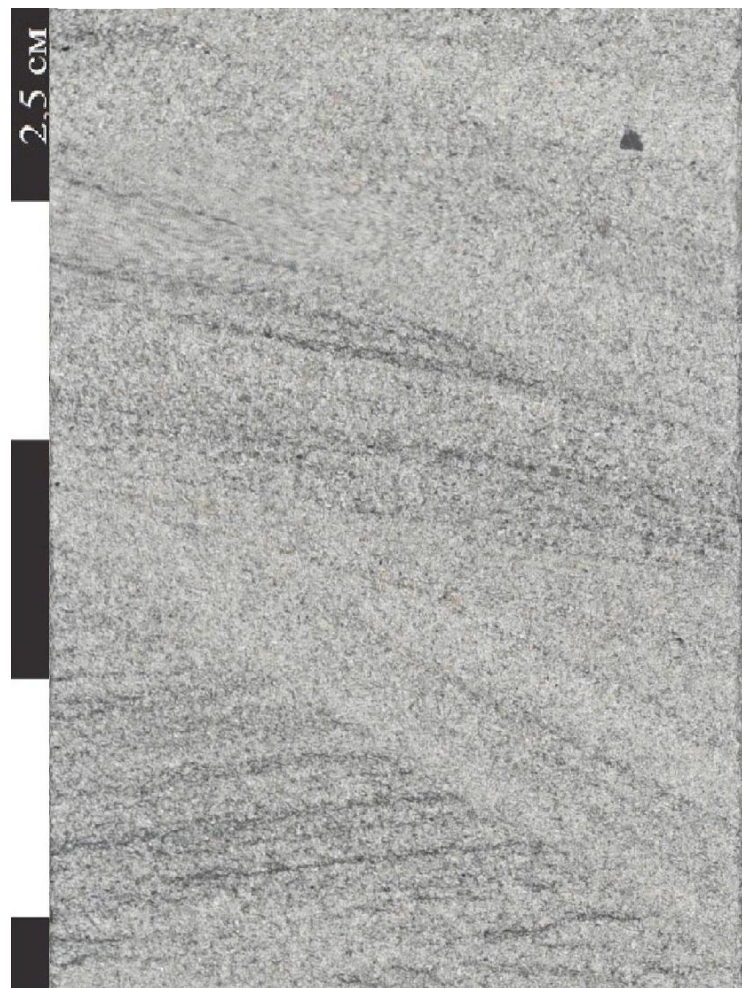


а Моспанівська 14, к1



б Східно-Моспанівська 1, к1

Рисунок 4.1.3 –а – Текстура локального перемиву на контакті двох прошарків різного гранулометричного складу; б – Текстури локального перемиву контакті прошарків різного гранулометричного складу



Моспанівська 14, к1

Рисунок 4.1.4 – текстура перехресної шаруватості (herringbone cross-stratification)

Фація дельтової рівнини в досліджуваних кернях зустрічається лише у свердловині Моспанівській 12 керн 2. В інтервалі 2396,70 м – 2399,73 м шар складений алевролітом глинистим сіро-зеленим з масивною текстурою (рис. 4.1.5). А в інтервалі 2400,42 м – 2401,35 м шар складений алевроитом глинистим темно-сірим, з масивною текстурою (рис 4.1.6). Це свідчить про зростання гідродинаміки. В першому інтервалі потік був більш слабкий, що дозволило відкластись більш дрібнішим часткам, зокрема алевроліту, але в другому інтервалі, енергія течії збільшилась, тому почав осідати, відносно грубіший матеріал – алевроит.



Моспанівська 12, к2



Моспанівська 12, к2

Рисунок 4.1.5 – Алевроліт глинистий сіро-зелений

Рисунок 4.1.6 – Алевроит глинистий темно-сірий

Характерним індикатором виступає наявність слідів корневих систем, що заміщені окисненим залізом. Це свідчить про те, що ця частина була зоною росту рослинності, тобто постійно, або періодично була над рівнем води, це характерна ознака палеогрунту. Окиснення залізом відбувалось у період коли порожнини після відмирання коріння заповнились розчином ґрунтових вод збагачених залізом. Через цей процес індикатор має коричнево-бурий колір (рис. 4.1.7).

По шару фації наявні конкреції залізистого карбонату та розсіяні зерна піриту. Формування конкрецій відбувалось за умов слабо стоячих або стоячих вод, що характерно для фації дельтової рівнини.



Моспанівська 12, к2

Рисунок 4.1.7 – Сліди корневих систем, що ймовірно, заміщені окисненим залізом

Фація горлового бару серед досліджуваних кернів також зустрічається лише у свердловині Моспанівська 12, к2. Інтерпретація горлового бару є складною задачею в межах окремого керну, через схожість відкладів з іншими фаціями. Для успішного аналізу необхідне розкриття найбільш можливого інтервалу частини дельтового комплексу. У випадку Моспанівської свердловини, було вскрито інформативну частину дельтової системи, це дозволило успішно визначити фацію для цього інтервалу.

Інтервал 2399,73 м – 2400,42 м складено пісковиком дрібнозернистим, текстура хвилясто-шарувата та косо-шарувата, підкреслена прошарками глинистого матеріалу (рис. 4.1.8). Також по шару спостерігаються рештки вуглефікованного рослинного детриту та зерна піриту (рис. 4.1.9).



Моспанівська 12, к2

Рисунок 4.1.8 – Пісковик світло-сірий, дрібнозернистий. Текстура хвилясто-шарувата



Моспанівська 12, к2

Рисунок 4.1.9 – Розсіяні дрібні конкреції піриту (до 1 мм)

Таким чином було описано та проаналізовано фації для ряду досліджуваних свердловин.

Кінцевий результат даного блока роботи стало виконання літофаціальної схеми (рис. 4.1.10). Для її побудови було використано основу з глибинами свердловин та каротажні діаграми. На схемі добре простежується проведена кореляція фацій між досліджуваних свердловин у межах горизонту М-3. По схемі фіксується регресивна тенденція – розвиток дельтової системи. Це свідчить про поступове відступання моря та просування берегової лінії в бік басейну.

Для правильної побудови було звернуто увагу на характер відхилень гамма-каротажу. Дельтовий конус виносу простежується на діаграмі прямою лінією з значною кількістю малих гострих піків. Дельтова рівнина – сильним відхиленням у лівий бік, при цьому вид самого відхилення представляє собою не гострий пік, а плавну дугу. Гирловий бар на гамма-каротажі простежується у випадку різкого спаду радіоактивності, тобто відхиленням діаграми в правий бік, і так само представляє собою більше дугу, ніж гострий пік.

Верхній горизонт осадконакопичення характеризується тимчасовими стабільними умовами осушення поверхні дельтової рівнини, що дозволили відкластись алевритам та алевролітам, розвитку рослинності та формування кореневих систем. Окиснення свідчить про періоди аерації та тимчасового осушення поверхні. Середній горизонт – гирловий бар, представлено піщаною лінзою. Це відображає період високої енергії течії та переносу осаду. Нижній горизонт осадконакопичення – дельтовий конус виносу, характеризує період поступовим накопиченням піщано-глинистих масових відкладів в умовах поступового зменшення гідродинаміки. Таким чином, схема просторово показує вертикальну фаціальну послідовність переходу від внутрішньо стабільних ділянок дельти до зовнішньо акумулятивних зон. Демонструючи чергування фаз стабілізації та активного руслового відкладання під час регресії.

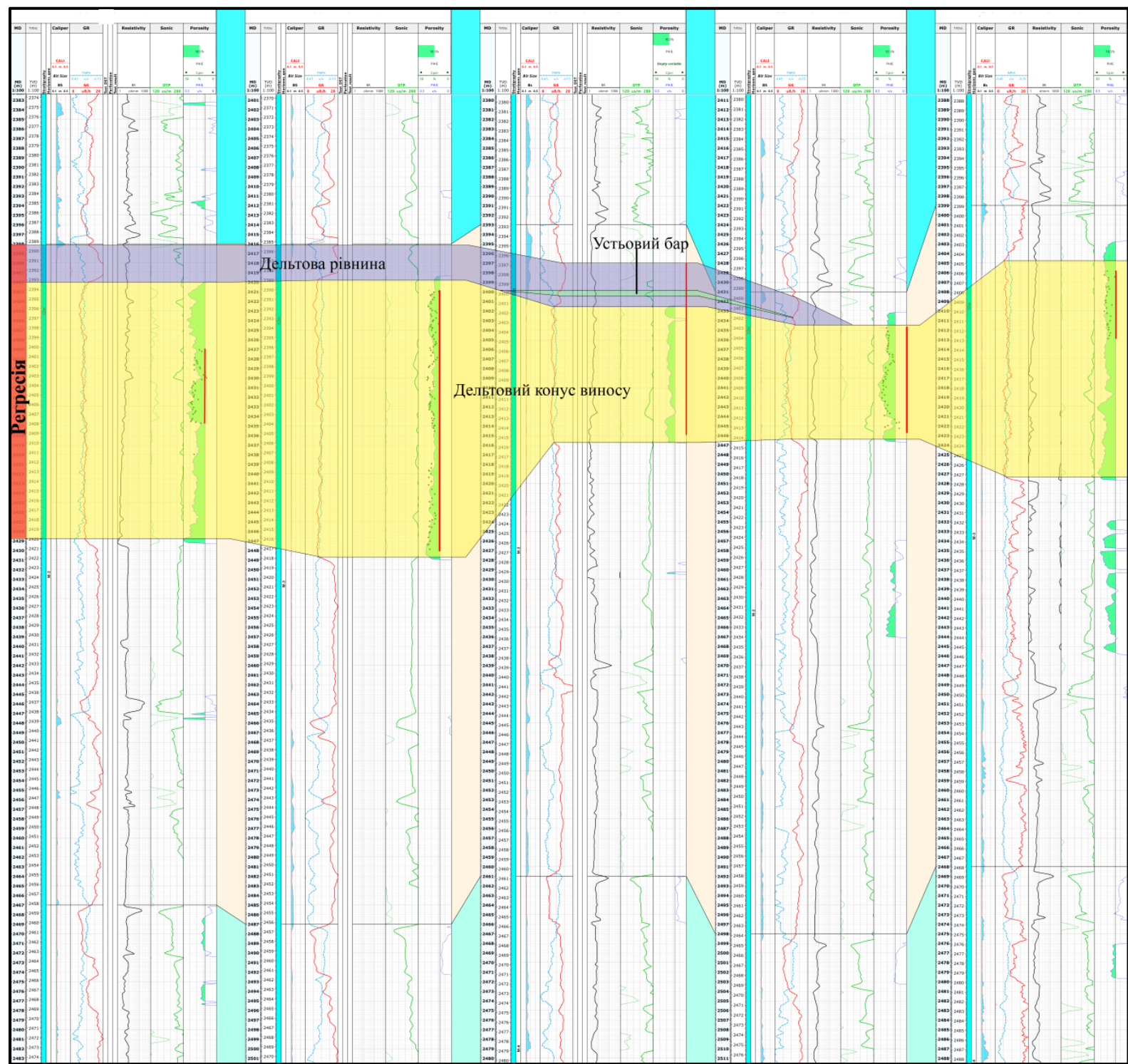


Рисунок 4.1.10 – Літофаціальна схема по горизонту М-3свердловинам Моспанівська 1, 6, 12, 14 та Східно-Моспанівська 1

4.2 Експериментальний метод визначення літофацій по гамма-каротажу

У попередньому розділі було описано методику роботи над новим методом визначення літофації по гамма-каротажу. Для цього було проведено ряд експериментальних розрахунків, які опирались на визначення фаціальної належності шарів по керновому матеріалу. Під час дослідження було сформовано потребу створення еталонів для подальшого формування якісної моделі розрахунків для визначення літофації для будь-якого інтервалу незалежно від факторів наявності фізично-геологічного матеріалу.

На цьому етапі дослідження по методу гамма-каротажу було виконано розрахунки по свердловинам Моспанівська 1, 6, 12, 14 та Східно-Моспанівська 1 (рис 4.1.1).

Після виконання розрахунків, що докладно прописано у попередньому розділі було побудовано діаграму співвідношення середньої радіоактивності та коефіцієнту варіації. Розрахунки наведені у таблиці 4.1.1. Виходячи з цього графіку, видно, що інтервали, які характеризуються фацією дельтової рівнини мають самі високі показники радіоактивності серед представлених фацій. Це говорить про наявність високого відсотка глинистості у представленому інтервалі. Найменш радіоактивна фація серед представлених являється дельтовий конус виносу. Це характеризує інтервали малим відсотком глинистості та високим відсотком пісковика. По середині діаграмних даних знаходиться фація гирлового бару, яка має середні показники та відрізняється від представлених фацій високою радіоактивністю.

Тим часом коефіцієнт варіації вказує на неоднорідності параметру в інтервалі. Він ототожнює відношення стандартного відхилення до середнього значення та виражає наскільки варується досліджувані дані, у випадку цього дослідження – гамма-каротаж, відносно його норми у межах фації.

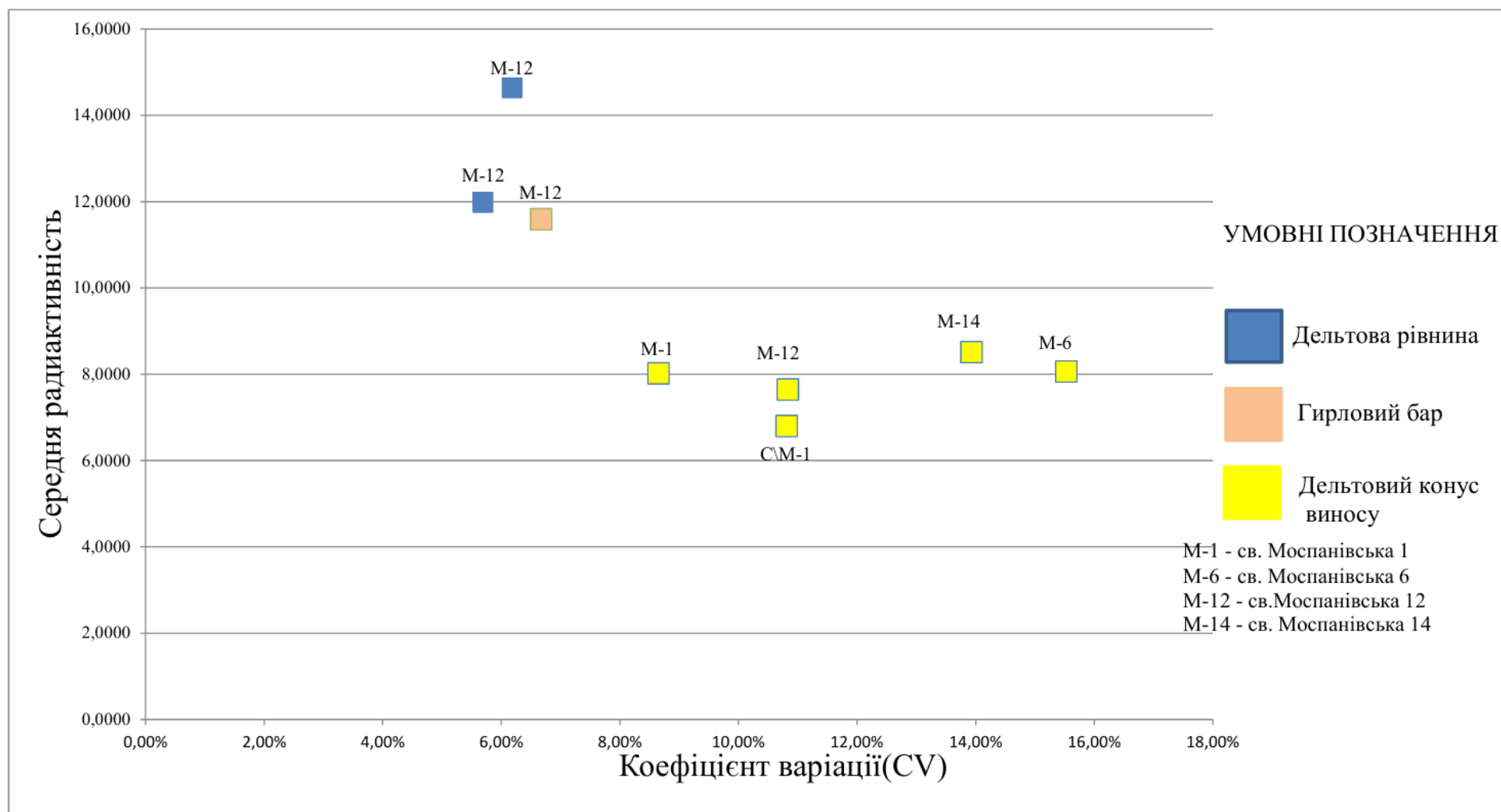


Рисунок 4.1.1 – Діаграма по даним кореляції середньої радіоактивності та коефіцієнту варіації

Таблиця 4.1.1 – Розрахунки коефіцієнту варіації та середньої радіоактивності для досліджуваних свердловин

Свердловина, керн	Шар	Коефіцієнт варіації (CV)	Середня радіоактивності	Фаціальний опис
Моспанівська 1, к1	1	8,65%	8,0200	Дельтовий конус виносу
Моспанівська 6, к1	1	15,53%	8,0615	Дельтовий конус виносу
	2			
	3			
	4			
	5			
	6			
	7			
	8			
	9			
	10			
Моспанівська 12, к2	1	6,18%	14,640	Дельтова рівнина
	2	6,68%	11,583	Гирловий бар
	3	5,69%	11,979	Дельтова рівнина
	4	10,83%	7,647	Дельтовий конус виносу
Моспанівська 14, к1	1	13,93%	8,514	Дельтовий конус виносу
Східно-Моспанівська 1, к1	1	10,81%	6,798	Дельтовий конус виносу

В контексті побудованої діаграми коефіцієнт варіації може дати оцінку неоднорідності розрізу. Таким чином, високі значення будуть відповідати інтервалам з активною шаруватістю, перешаруванням пісковиків та глинистих порід. Низькі значення будуть відповідати однорідності складу та стабільності умов осадконакопичення.

З вищезазначеного виходить, що фація дельтова рівнина характеризується високою радіоактивністю та невеликим відхиленням по коефіцієнту. Можна зазначити, що інтервал відповідає глинистими породами та спокійними умовами осадконакопичення. По фації дельтовий конус виносу чітко простежується градація по свердловинам відносно умов осадконакопичення, чим вище значення коефіцієнту, тим активніша гідродинаміка. При цьому по вертикальній осі значення тримаються приблизно на одному рівні. Це говорить про переважно піщаний склад інтервалу для усіх досліджуваних свердловин у межах цієї фації. Що стосовно фації гирлового бару, згідно діаграмі, маємо досить великі показники по вертикальній осі, та середні показники по горизонтальній. Це говорить про відносно спокійні умови осадконакопичення та високий показник радіоактивності порід, що складають інтервал.

Після побудови та аналізу отриманої діаграми постало питання відповідності отриманих результатів з результатами, які були отримані у попередньому підпункті використовуючи традиційний метод визначення літофації. Отже, розрахунки для фації дельтової рівнини відповідають дійсності, бо виходячи даних отриманих при описі кернового матеріалу маємо глинисті породи, відповідно високу радіоактивність та спокійні умови осадконакопичення, що корелюються з показником коефіцієнту варіації. Результати розрахунків для фації дельтовий конус виносу також дійсно корелюється з фізичним матеріалом. Показники радіоактивності мають невисокі значення, а коефіцієнт варіації говорить про високу гідродинаміку, що залежно від свердловини змінюється в більшу та меншу сторону. Гирловий бар характеризується однією точкою на діаграмі, але не

корелюється з отриманими керновими даними. По фізичному матеріалу інтервали складено пісковиком, який утворився завдяки високій гідродинаміки. Погрішність у даних могла статись через невелику вибірку для розрахунків – 7 точок, бо інтервал сягає всього 0,69 метрів.

Під час розробки експериментального методу було вирішено провести додаткові розрахунки, для опробування методу. Для цього було обрано свердловини Моспанівська 3, 7, 9, 10, 16, що не мають крнвого матеріалу в межах горизонту М-3. Після розрахунків була отримана діаграма, яка характеризується співвідношенням середньої радіоактивності та коефіцієнту варіації для обраних інтервалів (рис 4.1.2).

Через те, що свердловини не характеризуються наявністю крнвого матеріалу, було вирішено обирати для дослідження інтервали по 16 метрів від покришки горизонту М-3. Далі обрані інтервали було поділено на шари відповідно до зміни показників радіоактивності та зміни кривої ГК на каротажній діаграмі. Після цього проведені відповідні розрахунки, які наведені у таблиці 4.1.2.

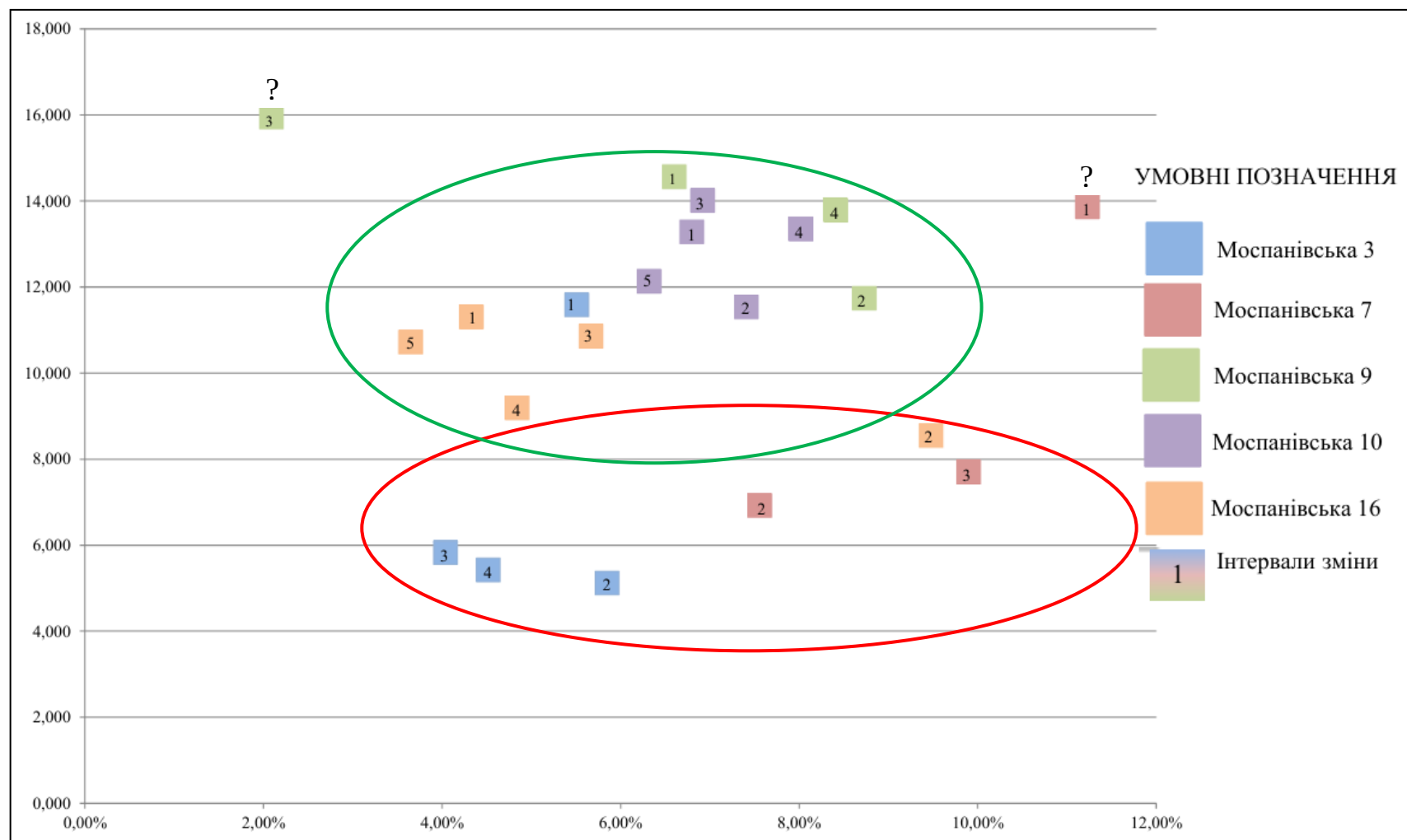


Рисунок 4.2.2 – Діаграма по даним кореляції середньої радіоактивності та коефіцієнту варіації для свердловин без ядерного матеріалу

Таблиця 4.2.2 – Розрахунки коефіцієнту варіації та середньої радіоактивності для досліджуваних свердловин без крнвого матеріалу

Свердловина	Ймовірний інтервал фації	Коефіцієнт варіації (CV)	Середня радіоактивність
Моспанівська 3	1	5,51%	11,583
	2	5,85%	5,118
	3	4,04%	5,823
	4	4,52%	5,422
Моспанівська 7	1	11,23%	13,86068219
	2	7,56%	6,916295946
	3	9,90%	7,701294118
Моспанівська 9	1	6,60%	14,56367857
	2	8,73%	11,73634865
	3	2,09%	15,94830769
	4	8,41%	13,78061695
Моспанівська 10	1	6,80%	13,2788325
	2	7,41%	11,53692857
	3	6,92%	14,00996667
	4	8,02%	13,34686154
	5	6,32%	12,12871333
Моспанівська 16	1	4,33%	11,30084
	2	9,48%	8,548223077
	3	5,67%	10,85442245
	4	4,84%	9,188346667
	5	3,65%	10,71844694

На сьогоднішній день важко точно вказати фаціальну належність розрахованих інтервалів. Але опираючись на розкриті інтервали по іншим свердловинам Моспанівської площі, включаючи ті, які було обрано для проведення дослідження, було встановлено, що просторово горизонт М-3 характеризується дельтової системою. На рисунку 3.1 схематично винесені свердловини, які були обрані для дослідження. Зеленим кольором позначені ті, які мають керновий матеріал в межах горизонту М-3, червоним кольором – ті, що не мають керну в межах того ж самого горизонту. Виходячи з цього, ймовірно, розраховані інтервали відповідають фаціальній моделі – дельтова система.

На діаграмі червоним кольором виділено області, які відповідають малому відсотку радіоактивності та, по зростанню зліва на право, збільшення гідродинаміки осідання осаду. Зеленим кольором відмічено точки які можуть відповідати високому відсотку глинистих порід у складі та помірній гідродинаміки. Дві точки характеризуються похибкою у розрахунках, та позначені знаком питання. З цього можна зробити висновки, опираючись на результати, які були отримані у попередніх розрахунках, червона область відповідає фації дельтовий конус виносу, зелена – фації дельтової рівнини. Похибка може характеризуватись фацією гирловий бар.

ВИСНОВКИ

Отже, підводячи підсумки роботи було проведено дослідження по співставленню традиційного методу літофаціального аналізу з експериментальним методом інтерпретації фацій за допомогою гамма-каротажу. Порівняння та дослідження проводились в межах горизонту М-3, по свердловинам Моспанівська 1, 3, 6, 7, 9, 10, 12, 14, 16 та Східно-Моспанівська 1.

В ході виконання дипломної роботи було проведено детальний огляд наукової літератури та матеріалів з геологічної будови досліджуваної території, що дало можливості створити теоретичну основу для подальшого аналізу. На базі вивчених джерел було сформовано та описано методи літофаціального аналізу, що забезпечило коректність інтерпретації.

В практичній частині було акцентовано увагу на результати виконання та кореляції двох методів досліджень. По літофаціальному методу було побудовано схему та надано інтерпретації даних. Отримані дані стали допоміжним засобом для розробки експериментального методу. По методу визначення літофації за гамма-каротажем, кінцевою роботою стало проведення розрахунків та побудова діаграм з визначенням фацій для свердловин, які не мають відібраного керну для досліджень.

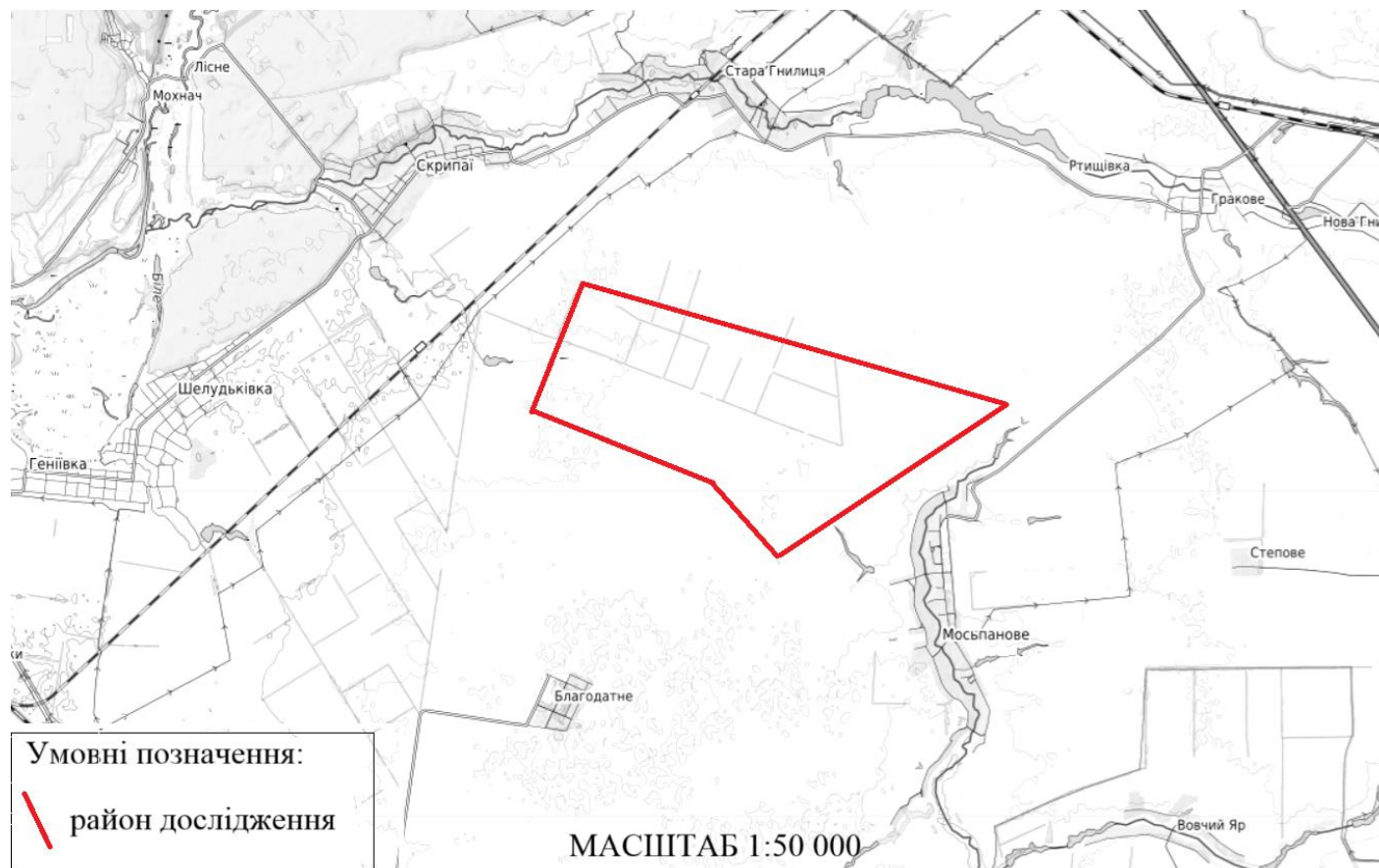
Запропонований у роботі метод представляє собою перспективний підхід, якій може розширити можливості отримання даних за більш короткий проміжок часу. Метод показав потенційну придатність для майбутніх досліджень. Разом з тим, у ході його розробки було виявлено певні складності та обмеження, які потребують більшого вивчення. Майбутня робота над методом потребує розробки еталонів на великому спектрі практичного матеріалу та уточнення алгоритмів для підвищення надійності отримуваних результатів. У майбутньому планується продовження розробки даного методу з урахуванням нових знань та проблем, які виявились у ході дослідження.

ВИКОРИСТАНІ ДЖЕРЕЛА

- 1 – Вальтер Й. Вступ до геології як історичної науки. — Єна: Густав Фішер, 1893–1894.
- 2 – Кюнєн П. Г., Мігліоріні Ч. І. Турбідні потоки як причина градуїрованої шаруватості // *The Journal of Geology*. — 1950. — Т. 58. — С. 91–127.
- 3 – Зайлахер А. (ред.) Циклічне та подійне стратифікування (ориг. *Cyclic and Event Stratification*). — Нью-Йорк : Springer-Verlag, 1982. — 536 с.
- 4 – Рідінг Г. Г. (ред.) Осадкові середовища: процеси, фації та стратиграфія. — 3-тє вид. — Оксфорд : Блеквелл Саєнс, 1996. — 688 с.
- 5 – Галюей В. Е., Хобдей Д. К. Теригенні кластичні системи осадконакопичення: застосування до пошуків нафти, вугілля та урану — Нью-Йорк : Springer-Verlag, 1983. — 423 с.
- 6 – Горяйнов С. В., Склярєнко Ю. О. Прогноз локалізації та газоносності літологічних пасток південного сходу ДДЗ в межах ліцензійних ділянок ГПУ «Шебелинкагазвидобування»: звіт з НДР (заключний). Харків: УкрНДІГаз, 2017.
- 7 – Борисєнко Ю. А. Геологічна будова і корисні копалини межиріччя Сіверського Дінця і Ворскли: звіт про геологічне довивчення площ масштабу 1:200 000, арк. М-37-ХІІІ (Бєлгород), М-37-ХІХ (Харків) і східної половини арк. М-36-ХVІІІ (Богодухів) у межах України: у 3 кн. / Харківська КГП КП «Південукргеологія» Державної геологічної служби. Харків, [б. р.]
- 8 – Геологічна карта СРСР. Арк. М-37-ХІХ. Серія Дніпровсько-Донецька. Масштаб 1:200 000. — Київ: Мінгео СРСР, 1964. Карта.
- 9 – Пояснювальна записка до геологічної карти СРСР, арк. М-37-ХІХ. Серія Дніпровсько-Донецька. Масштаб 1:200 000. — Київ: Мінгео СРСР, 1964. Пояснювальна записка.
- 10 – Бруссар М. Л. (ред.) Дельти: моделі для пошукових робіт. —: Мір, 1987. — 495 с.

- 11 – Ніколс Г. Седиментологія і стратиграфія. – 2-ге вид. – Чичестер : Вайлі-Блеквелл, 2009. – 419 с.
- 12 –. Мартініус А. В., Каас І., Нес А., Гелесен Г., Шьєрефйорд Й. М., Лейт Д. А. Седиментологія гетеролітової та припливно-домінованої формації Тільє (ранній юрський вік, тераса Халтен, середня частина норвезького шельфу) // *Sedimentology*. – 2001. – Т. 48, № 3. – С. 379–416.
13. Основи геофізики / М.І. Толстой, А.П. Гожик, М.В. Рева, В.П. Степанюк, А.В. Сухорада. — Київ : Київський національний університет ім. Т. Шевченка, 2006.
14. Елліс Д. В., Сінгер Дж. М. Каротаж свердловин для геологів (ориг. *Well Logging for Earth Scientists*). — Дордрехт: Springer, 2007. — 708 с.
15. Ткач Є. І., Сторожук В. П. Загальна теорія статистики : підручник. — 3-є вид. — Київ : Центр учбової літератури, 2009. — 442 с.
16. Горбачук В. М., Кушлик-Дивульська О. І. Теорія ймовірностей та математична статистика : підручник / КПІ ім. Ігоря Сікорського. — Київ : КПІ, 2023. — 351 с.
17. Бухтатий В.М. Сучасні методи з опису керну в нафто-газовій галузі України. — Харків : УкрНДІгаз, 2019 – 3 с.

ДОДАТКИ



Оглядова карта території дослідження

ДОДАТОК

