

ГЕОГРАФІЯ

УДК 553.98:551.2

DOI <https://doi.org/10.32782/2786-5843/2025-3-1>

МЕТОДОЛОГІЧНІ ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ ІНТЕГРАТИВНОЇ ЛОГІКО-СТРУКТУРНОЇ МОДЕЛІ ТИПІЗАЦІЇ ПАСТОК ВУГЛЕВОДНІВ

Владимиров Руслан Валерійович

аспірант кафедри фундаментальної та прикладної геології,

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, м. Харків, Україна

ORCID ID: 0009-0009-5807-4962

*У статті висвітлюється актуальна проблема вдосконалення методологічних підходів до побудови концепцій пасток вуглеводнів, що є критично важливим у сучасних умовах зростання вимог до ефективності геолого-розвідувальних робіт. **Актуальність дослідження зумовлена** потребою у створенні уніфікованої наукової бази для типізації пасток, здатної відображати складні просторово-часові зміни геологічного середовища, а також інтегрувати досягнення української та світової науки. Сучасні підходи до класифікації пасток – структурно-тектонічний та літолого-стратиграфічний – виявилися обмеженими в контексті динаміки геологічних систем і не забезпечують повного врахування еволюційних процесів.*

***Метою роботи** є системний аналіз сучасних методологічних принципів побудови концепцій пасток вуглеводнів та розроблення універсального підходу, який би об'єднував ключові параметри їх формування, генезису, структурної стабільності й герметичності. Для досягнення поставленої мети використано комплекс міждисциплінарних методів: порівняльний аналіз наукових джерел, геодинамічне та стратиграфічне моделювання, логіко-структурне узагальнення та елементи басейнового аналізу.*

***Результати дослідження** дозволили виділити основні методологічні підходи до типізації пасток, установити межі їх застосування, а також запропонувати нову інтегральну концепцію, що базується на принципах ретроспективного аналізу та просторово-часової еволюції геологічного середовища. Розроблено логіко-структурну, інтегративну модель, яка поєднує дані про геодинамічний режим, стратиграфічне положення, літологічні характеристики, ступінь тектонічного перероблення й герметизації. Наукова новизна роботи полягає в теоретичному обґрунтуванні принципу динамічного підходу до класифікації пасток вуглеводнів, який дозволяє врахувати не лише морфологічні ознаки, а й їх змінність у часі. **Практична значущість** результатів полягає в можливості підвищення ефективності пошукових робіт, оптимізації прогнозування перспектив нафтогазоносності та зниженні геологічних ризиків у складних регіонах.*

***Ключові слова:** типізація пасток, еволюційна модель, геодинамічний аналіз, герметизація колекторів, стратиграфічні умови, осадові басейни, тектонічні деформації.*

METHODOLOGICAL PRINCIPLES OF CONSTRUCTING AN INTEGRATIVE LOGICAL-STRUCTURAL MODEL OF TYPIZATION OF HYDROCARBON TRAPS

Vladimirov Ruslan Valeriiovych

Postgraduate Student at the Department of Fundamental and Applied Geology,

V. N. Karazin Kharkiv National University, Kharkiv, Ukraine

ORCID ID: 0009-0009-5807-4962

*The article highlights the current problem of improving methodological approaches to building concepts of hydrocarbon traps, which is critically important in modern conditions of increasing requirements for the efficiency of geological exploration work. **The relevance of the study** is due to the need to create a unified scientific basis for typifying traps, capable of reflecting complex spatio-temporal changes in the geological environment, as well as integrating the achievements of Ukrainian and world science. Existing approaches to classifying traps – structural-tectonic and lithological-stratigraphic – turned out to be limited in the context of the dynamics of geological systems and do not provide full consideration of evolutionary processes.*

***The aim of the work** is a systematic analysis of modern methodological principles for building concepts of hydrocarbon traps and the development of a universal approach that would combine the key parameters of their formation, genesis, structural stability and tightness. To achieve the set goal, a set of interdisciplinary methods*

was used: comparative analysis of scientific sources, geodynamic and stratigraphic modeling, logical-structural generalization and elements of basin analysis.

The results of the study allowed us to identify the main methodological approaches to the typification of traps, establish their application limits, and also propose a new integral concept based on the principles of retrospective analysis and spatio-temporal evolution of the geological environment. A logical-structural, integrative model was developed that combines data on the geodynamic regime, stratigraphic position, lithological characteristics, degree of tectonic processing and sealing. The scientific novelty of the work lies in the theoretical substantiation of the principle of a dynamic approach to the classification of hydrocarbon traps, which allows us to take into account not only morphological features, but also their variability in time. **The practical significance** of the results lies in the possibility of increasing the efficiency of exploration work, optimizing the forecasting of oil and gas prospects, and reducing geological risks in complex regions.

Keywords: trap typology, evolutionary model, geodynamic analysis, reservoir sealing, stratigraphic conditions, sedimentary basins, tectonic deformations.

Постановка проблеми. Під час енергетичної трансформації та зростання потреби в стабільному забезпеченні вуглеводнями, а також в умовах постійного ускладнення геологічних умов пошуків і розвідки нафти і газу зростає значення точного теоретичного обґрунтування процесів формування, просторової локалізації та еволюції пасток вуглеводнів. Пастки – це не лише фізичні об'єкти в надрах Землі, здатні акумулювати вуглеводні, але й складні геологічні системи, які формуються під впливом тектонічних, осадових, гідродинамічних та інших чинників упродовж тривалого геологічного часу. Відповідно, зростає потреба у створенні концептуальних моделей, які б інтегрували знання з геології, геофізики, геохімії, тектонофізики та інших галузей для забезпечення комплексного підходу до прогнозування та типізації пасток вуглеводнів [2].

Актуальність теми визначається недостатньою узгодженістю методологічних засад різних підходів до класифікації пасток, що спостерігається в сучасній літературі. Зокрема, існують різні підходи до виділення структурних, стратиграфічних, тектонічних, літологічних пасток, які базуються на специфічних регіональних моделях або концепціях [4].

Проте універсального, методологічно обґрунтованого підходу до побудови концепцій пасток, який би дозволив систематизувати їх еволюційні зміни в контексті геологічного розвитку осадових басейнів, поки що не вироблено. Це створює низку труднощів у прикладних аспектах геолого-пошукових робіт, зокрема в умовах мало-

перспективних або складних для вивчення територій.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

У світовій науковій літературі останніх десятиліть спостерігається активізація досліджень, присвячених моделюванню пасток нафти й газу [5]. Серед вагомих внесків можна відзначити роботи американських, німецьких і канадських дослідників, зокрема концепції стратиграфічного контролю над акумуляцією вуглеводнів, запропоновані в рамках інтегрованого підходу до аналізу осадових басейнів. Так, у роботі американського дослідника M.J. Warchol проаналізовано вплив гідродинамічних процесів на формування та стабільність низьконахилених стратиграфічних пасток, що традиційно розглядаються як один із найменш вивчених типів акумуляційних структур [7]. Автором встановлено, що навіть незначні зміни в напрямках та швидкостях руху пластових флюїдів можуть істотно впливати на герметичність пастки, змінюючи баланс між зонами насичення вуглеводнями та водою. Робота акцентує увагу на необхідності використання високоточної гідродинамічної інтерпретації в поєднанні з басейновим моделюванням, що цілком відповідає концепції еволюційного підходу, запропонованого в авторському дослідженні.

Досвід німецьких учених також підтверджує важливість стратиграфічних і літологічних контролів у процесі формування пасток. У дослідженні S. Ajuaba розглянуто стратиграфічну архітектуру та палеогеографію юрських відкладів Posidonia Shale у межах Північного Передальпійського про-

гину [8]. Автор застосував комплексний аналіз літологічних даних, геохімічних характеристик та палеогеографічних реконструкцій, виявивши зв'язок між просторовим поширенням органічно збагачених відкладів і потенціалом формування стратиграфічних пасток. Це дослідження демонструє, що навіть у добре вивчених регіонах новітні методи аналізу дозволяють переосмислити роль окремих геологічних чинників у процесі акумуляції вуглеводнів, що є особливо важливим у побудові інтегративних моделей типізації пасток.

Канадські дослідження, проведені на прикладі басейну Scotian Basin, наочно ілюструють важливість комплексного врахування структурних, стратиграфічних і гідродинамічних аспектів під час моделювання пасток у глибоководних умовах [9]. У роботі G. Wu детально проаналізовано тектонічну еволюцію району, морфологію пасток і механізми міграції вуглеводнів. Застосування сучасних методів тривимірної сейсмічної інтерпретації та басейнового моделювання дозволило авторам не лише реконструювати історію формування пасток, але й оцінити їх динамічну стабільність у контексті змін тектонічного режиму. Отримані результати демонструють високу ефективність поєднання геодинамічного, стратиграфічного та флюїдодинамічного аналізу, що є ключовою ідеєю сучасних інтегративних підходів у геології нафти і газу.

Крім цього, значна увага приділяється й геодинамічному контексту формування пасток, зокрема ролі регіональних і локальних тектонічних процесів [3].

Українські вчені, зокрема І.В. Височанський, запропонували оригінальні підходи до типізації пасток, що враховують структурну, стратиграфічну і літологічну компоненти в єдиній системі координат. Його праці формують підґрунтя для формування універсального підходу до аналізу пасток, проте потребують подальшого розвитку й адаптації до сучасних умов та даних [1].

Серед головних викликів у зазначеній сфері – це відсутність цілісної теоретичної

системи, яка б охоплювала весь спектр чинників, що формують пастки вуглеводнів. Незважаючи на наявність локальних або регіональних концепцій, відсутній інтегрований методологічний підхід, який би дозволив передбачати тип і параметри пасток на ранніх стадіях досліджень. Недостатньо вивченою залишається також еволюція пасток у часі – як змінюється їх структура, герметичність, ємнісні властивості у відповідь на регіональні геодинамічні події. Бракує досліджень, що поєднують моделювання геологічних процесів із просторово-часовою верифікацією даних із буріння, геофізичних методів і каротажу.

Метою дослідження є узагальнення й аналіз методологічних принципів побудови концепцій пасток вуглеводнів у сучасній науковій літературі з метою формування універсального теоретичного підходу, який враховує еволюційний характер їх розвитку та багатофакторність формування. У межах цієї мети передбачається виконання таких завдань, як: систематизувати основні типи пасток, що розглядаються в провідних концепціях; проаналізувати методологічні засади, які використовуються в українських і зарубіжних дослідженнях; виявити спільні й відмінні риси наявних підходів до типізації пасток; визначити напрямки розвитку уніфікованої теоретичної моделі, що базується на інтеграції тектонічних, стратиграфічних, літологічних та гідродинамічних аспектів.

Таким чином, це дослідження має на меті закласти основи для подальшого створення універсального наукового підходу до прогнозування та ідентифікації пасток вуглеводнів у різних геологічних умовах, що сприятиме підвищенню ефективності пошуково-розвідувальних робіт.

Матеріал і методи. Дослідження методологічних принципів побудови концепцій пасток вуглеводнів ґрунтується на міждисциплінарному підході, що поєднує аналіз геологічної, геофізичної, тектонофізичної, літолого-фаціальної інформації та методів моделювання осадових басейнів. У процесі дослідження використано як наукові публі-

кації, що охоплюють останні два десятиліття розвитку нафтогазової геології, так і класичні теоретичні праці з основ геотектоніки й стратиграфії.

Основним джерелом інформації слугували рецензовані наукові журнали, матеріали міжнародних конференцій, звіти геологорозвідувальних організацій, а також монографії провідних українських та зарубіжних дослідників. Значну увагу приділено публікаціям, присвяченим класифікації пасток, моделям осадо накопичення, еволюції осадових басейнів та механізмам герметизації резервуарів.

У роботі застосовано комплекс аналітичних методів. По-перше, це порівняльний аналіз наявних класифікацій пасток, зокрема структурних, літологічних і стратиграфічних. Кожна концепція розглядається не ізольовано, а в контексті її методологічного базису, що дозволяє виявити логіку побудови і теоретичні обмеження. По-друге, здійснено критичний аналіз підходів до просторово-часового прогнозування розміщення пасток у межах осадових басейнів.

Окрему увагу приділено методам моделювання, зокрема 2D- та 3D-моделюванню осадових товщ. Такі моделі дозволяють простежити, як змінюються структурні умови формування пасток у результаті регіональної тектоніки, зміни рівня моря, швидкості осадо накопичення та інших чинників. За основу використовувались результати програмних пакетів Petrel, BasinMod, RockWorks, які дозволяють інтегрувати геофізичні, геохімічні та стратиграфічні дані [6].

Метод геодинамічного аналізу також відіграє ключову роль. Він дозволяє оцінити ступінь стабільності структур пасток, вплив глибоких тектонічних розломів, наявність регіональних компресійних режимів, що прямо впливають на герметичність покриток та збереження вуглеводневих покладів. Аналіз структурної еволюції проводився з урахуванням часу формування пасток і деформацій, а також пізніших тектонічних імпульсів.

Для синтезу отриманих даних використовувались методи логіко-структурного моде-

лювання, що дозволяють побудувати універсальні схеми типізації пасток з урахуванням їх еволюції. Такі схеми узагальнюють геологічні ситуації різних регіонів, формуючи багатокomпонентну класифікаційну модель, де кожен тип пастки розглядається як результат взаємодії низки геодинамічних, стратиграфічних та літологічних чинників.

Таким чином, методологічний апарат дослідження включає: критичний аналіз наукової літератури, порівняльне концептуальне узагальнення класифікацій пасток, геодинамічний аналіз, логіко-структурне моделювання типів пасток та інтеграцію всіх результатів у межах універсальної теоретичної системи.

Основний матеріал. У результаті дослідження виявлено значну різноманітність підходів до класифікації та типізації пасток вуглеводнів у сучасній науковій літературі. Узагальнення опрацьованих матеріалів дозволило виділити три провідні методологічні платформи: структурно-тектонічну, літолого-стратиграфічну та інтегральну. Кожна з них має власний апарат термінів, системний рівень узагальнення та геологічну спрямованість.

Структурно-тектонічна концепція вважає первинними чинниками утворення пасток деформаційні процеси, які формують складчасті структури, диз'юнктивні порушення, насуви та покриви. У рамках цієї концепції особлива увага приділяється аналізу геодинамічного середовища, структурно-тектонічних меж басейнів, зон напруження та їх впливу на утворення пасток. Встановлено, що у значній кількості випадків саме тектонічні чинники формують сприятливі умови для акумуляції вуглеводнів, проте у відриві від літологічної і стратиграфічної інформації їх використання обмежено.

Літолого-стратиграфічна концепція розглядає пастки як результат взаємодії осадових процесів, що забезпечують наявність пористих колекторів, герметичних покриток і сприятливих стратиграфічних співвідношень. На основі вивчених джерел з'ясовано, що літологічний контроль часто є ключовим

для формування пасток у молодих басейнах, тоді як стратиграфічний контроль домінує в складних послідовностях з багатьма стратиграфічними межами. Відповідні моделі ефективно застосовуються в регіонах із відносно стабільною тектонікою.

Інтегральна методологія поєднує обидва підходи та пропонує більш складні концептуальні моделі, які включають одночасно просторово-часову еволюцію геологічного середовища, диференційований аналіз стратиграфії, тектоніки, літології, флюїдодинаміки. Такий підхід є найбільш перспективним у контексті побудови уніфікованих систем прогнозування пасток. На основі узагальнення публікацій, особливо робіт І.В. Височанського, виявлено спроби створити типологічні схеми, що враховують етапність формування пасток: від первинної тектонічної структури до її остаточної герметизації та наповнення.

Аналіз також показав, що значна частина сучасних моделей пасток не враховує повною мірою еволюцію геологічного середовища в часі. Часто відсутній аналіз ретроспективного розвитку пастки, її змін під дією постседиментаційних процесів або пізньої тектоніки. Це призводить до неточностей у прогнозуванні герметичності

покришок, рівня міграції флюїдів і, як наслідок, ефективності виявлення покладів.

У ході дослідження було також запропоновано логіко-структурну модель типізації пасток, в якій ключовими критеріями виступають: геодинамічний режим формування, стратиграфічна позиція, літологічна структура, герметизація та історія вторинних порушень. Ця модель дозволяє охопити ширший спектр пасток і адаптувати типізацію до конкретних регіональних умов. Для узагальнення та наочного представлення основних підходів до типізації пасток вуглеводнів створено таблицю 1, де висвітлено ключові характеристики, переваги та обмеження кожного з них.

Отже, результати дослідження підтвердили доцільність створення багаторівневої класифікаційної системи пасток, яка базується на еволюційному підході до їх формування, що відкриває нові перспективи для цілеспрямованих пошуків вуглеводнів.

Отримані результати дозволяють більш глибоко та змістовно оцінити сучасний стан методологічного забезпечення побудови концепцій пасток вуглеводнів. Зокрема, стає очевидним, що відсутність єдиної термінологічної та концептуальної бази створює значні бар'єри як для наукового аналізу, так і для

Таблиця 1

Порівняння основних підходів до типізації пасток вуглеводнів

Критерій Характеристики	Структурно- тектонічний підхід	Літолого- стратиграфічний підхід	Інтегративний підхід (пропонований)
Основний акцент	Тектонічні структури, розломи, складки	Літологічна будова, стратиграфічні межі	Всі фактори: тектоніка, літологія, стратиграфія, флюїди
Геодинамічний складник	Висока	Помірна	Висока
Часова динаміка пастки	Ігнорується або обмежено враховується	Частково враховується	Враховується повноцінно
Придатність для прогнозування	Висока в зонах складчастості	Висока у платформних умовах	Універсальна
Урахування герметичності пасток	Часткове	Залежить від літології	Комплексне
Можливість типізації нових об'єктів	Обмежена	Обмежена	Висока
Практична цінність	Висока в окремих регіонах	Висока в окремих регіонах	Висока у всіх геологічних середовищах

прикладного моделювання. Кожен із виділених підходів – структурно-тектонічний, літолого-стратиграфічний та інтегральний – володіє власною сферою ефективності, але також і межами застосування.

Структурно-тектонічна методологія демонструє високу ефективність у випадках вивчення регіонів зі складною геодинамічною історією – передусім у складчастих поясах. Однак поза межами тектонічно активних зон її можливості зменшуються. Літолого-стратиграфічний підхід, навпаки, надзвичайно цінний у платформних умовах або у вивченні пасивних окраїн, але втрачає ефективність за складних структурних деформацій.

Інтегральні підходи, які нині набувають усе більшого значення, виглядають найбільш перспективними, оскільки дозволяють урахувати багатофакторність процесів, що формують пастки. Вони інтегрують дані з різних галузей, що забезпечує цілісність моделей. Однак така інтеграція потребує високого рівня узгодження джерел інформації, формалізації параметрів, уніфікації методів аналізу, що наразі перебуває на етапі становлення. Загалом, ієрархія чинників, які враховуються в інтегративному підході, представлена на рисунку 1.

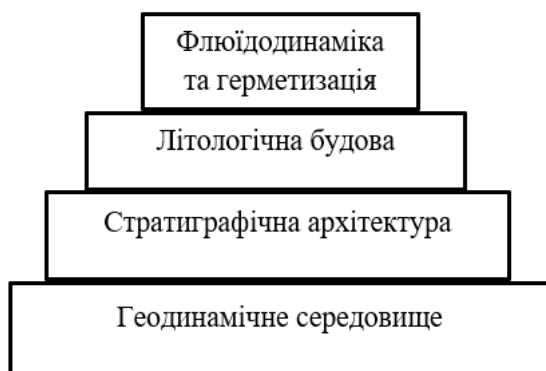


Рис. 1. Багаторівнева система факторів формування пасток

Запропонована схема відображає основні структурні рівні, що визначають генезис, розвиток та ефективність пасток вуглеводнів. Вона базується на ієрархічному підході, де кожен наступний рівень (від гео-

динамічного середовища до флюїдодинаміки та герметизації) уточнює і деталізує умови формування та збереження пастки. Така візуалізація дозволяє краще усвідомити взаємозв'язок між тектонічними, стратиграфічними, літологічними та флюїдодинамічними факторами, що є основою інтегративного підходу до типізації пасток.

Одним із найважливіших аспектів, що впливає, на думку автора, з результатів дослідження, є необхідність визнання еволюційного характеру пасток як ключового принципу для формування будь-якої концепції. Більшість наявних класифікацій розглядають пастки як статичні об'єкти, тоді як сучасні уявлення про динаміку осадових басейнів і тектонічну активність свідчать про їх змінність у часі. Зокрема, такі характеристики, як герметичність покривки, пористість колектора, наявність вторинних порушень можуть істотно змінюватися, впливаючи на здатність пастки утримувати вуглеводні.

Наявність різних підходів до класифікації пасток також свідчить про гетерогенність геологічних умов та значну роль локальних факторів у процесі формування покладів. Це ще раз підкреслює потребу в гнучких моделях, які здатні адаптуватися до конкретного регіону. Особливо важливо враховувати регіональні тектоностратиграфічні особливості, характер гідродинамічних режимів та історію тектонічної активізації.

Обговорення результатів також дозволяє сформулювати підхід до побудови уніфікованої концепції пасток. Така концепція має базуватись на трьох основних засадах: по-перше, встановлення формування природи пасток під впливом кількох чинників; по-друге, необхідності ретроспективного аналізу геологічної історії регіону; по-третє, застосуванні комплексного підходу з інтеграцією геологічних, геофізичних, геохімічних та моделювальних даних.

Таким чином, обговорення отриманих результатів свідчить про необхідність перегляду традиційних методів типізації пасток і переходу до гнучкої, динамічної та еволю-

ційно обґрунтованої системи, яка дозволить ефективніше прогнозувати нафтогазоносність різних геологічних регіонів.

Висновки. Проведене дослідження дозволило виявити ключові методологічні засади побудови концепцій пасток вуглеводнів у сучасній науковій літературі, схарактеризувати основні підходи до їх класифікації, а також обґрунтувати необхідність формування уніфікованої моделі, що базується на еволюційному принципі. Аналіз показав, що жоден із традиційних підходів – структурно-тектонічний чи літолого-стратиграфічний – не є самодостатнім для повного охоплення всього спектра умов, які визначають формування, збереження та локалізацію пасток.

Натомість можна стверджувати, що інтегративна концепція, яка поєднує дані з геодинаміки, стратиграфії, літології, флюїдодинаміки та просторово-часового моделювання, є найбільш придатною для сучасного рівня геолого-розвідувальних досліджень. Такий підхід дозволяє не лише класифікувати наявні пастки, а й прогнозувати нові типи в ще не досить досліджених регіонах.

Особливу увагу в дослідженні приділено еволюційному підходу, який розгля-

дає пастки як динамічні геологічні системи, здатні змінюватися в часі під впливом тектонічних, осадових та гідродинамічних факторів. Це дозволяє підвищити точність прогнозування нафтогазоносності, особливо в регіонах із тривалим і складним геологічним розвитком.

Узагальнення світового й українського досвіду дозволило запропонувати логіко-структурну, інтегративну модель типізації пасток, яка враховує їх генезис, стратиграфічне положення, літологічну структуру, рівень герметизації та ступінь вторинного тектонічного перероблення. Такий підхід може бути покладений в основу подальших досліджень із побудови універсальної теоретичної системи для пошуково-розвідувальних робіт.

Таким чином, результати дослідження мають як теоретичне, так і прикладне значення. Вони сприяють удосконаленню системи типізації пасток, підвищують ефективність геолого-пошукових робіт та відкривають нові перспективи для глибшого розуміння процесів акумуляції вуглеводнів у різних геологічних умовах.

Література

1. Височанський І.В. *Наукові засади пошуків несклепінних пасток вуглеводнів у Дніпровсько-Донбаському авлакогені* : монографія Харків : ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2015. 236 с.
2. Biddle K. T., & Wielchowsky C. C. *Hydrocarbon Traps: Chapter 13: Part III. Processes*. 77, 1994, 219–235. URL: <https://archives.datapages.com/data/specpubs>
3. Boğazkesen Ş., Karsli H. Modeling of hydrocarbon trap types developing in complex geological environments by exploding reflector method. *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 2022. DOI: <https://doi.org/10.17714/gumusfenbil.1001260>.
4. Lu H., Chen Z., Li T. *Theory of developmental model of subtle trap formed by structural slope break zone*. 29 (1), 2009, 42–46. URL: <https://hysy.shopc.com.cn/en/article/id/521>
5. Zhang, J., Li, Z., Li, N., & Lv, G. *Oil and gas trap combination exploration optimization method*, 2014.
6. Li M., Pang X., Wu K., et al. Basin modeling of hydrocarbon generation and migration in complex structural settings: A review. *Earth-Science Reviews*. 2021. Vol. 218. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2021.103646>.
7. Warchoł M. J. Hydrodynamic effects on low-dip stratigraphic traps. *AAPG Bulletin*. 2024. Vol. 108, № 1. C. 1–20. URL: <https://pubs.geoscienceworld.org/aapg/aapgbull/art>
8. Ajuaba S. The Toarcian Posidonia Shale at Salem (North Alpine Foreland Basin): hydrocarbon potential and paleogeography. *International Journal of Earth Sciences*. 2024. Vol. 113. P. 2093–2130. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00531-024-02392-z>.
9. Wu G., et al. Structural characteristics and deep-water hydrocarbon accumulation model of the Scotian Basin, Eastern Canada / G. Wu, et al. *Energy Geoscience* (or relevant journal), 2023 (electronic publication). DOI: <https://doi.org/10.1016/j.engeos.2022.100152>.

References

1. Vysochanskyi, I. V. (2015). Naukovi zasady poshukiv nesklepinnykh pastok vuhlevodniv u Dniprovsko-Donbaskomu avlakoheni [Scientific principles of the search for non-vaulted hydrocarbon traps in the Dnipro-Donbas aulacogen]. Monohrafiia – Kh.: KhNU imeni V. N. Karazina, 236 s. [in Ukrainian].
2. Biddle, K. T., & Wielchowsky, C. C. (1994). *Hydrocarbon Traps: Chapter 13: Part III. Processes*. 77, 219–235. Retrieved from: <https://archives.datapages.com/data/specpubs> [in English].
3. Boğazkesen, Ş., & Karsli, H. (2022). Modeling of hydrocarbon trap types developing in complex geological environments by exploding reflector method. *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*. DOI: <https://doi.org/10.17714/gumusfenbil.1001260> [in English].
4. Lu, H., Chen, Z., & Li, T. (2009). Theory of developmental model of subtle trap formed by structural slope break zone. 29(1), 42–46. Retrieved from: <https://hysy.shopc.com.cn/en/article/id/521> [in English].
5. Zhang, J., Li, Z., Li, N., & Lv, G. (2014). Oil and gas trap combination exploration optimization method [in English].
6. Li, M., Pang, X., Wu, K., et al. (2021). Basin modeling of hydrocarbon generation and migration in complex structural settings: A review. *Earth-Science Reviews*, 218. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2021.103646>.
7. Warchoń, M. J. (2024). Hydrodynamic effects on low-dip stratigraphic traps. *AAPG Bulletin*, 108 (1), 1–20. Retrieved from: <https://pubs.geoscienceworld.org/aapg/aapgbull/article/108/1/1/631778/>
8. Ajuaba, S. (2024). The Toarcian Posidonia Shale at Salem (North Alpine Foreland Basin): hydrocarbon potential and paleogeography. *International Journal of Earth Sciences*, 113, 2093–2130. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00531-024-02392-z>.
9. Wu, G., et al. (2023). Structural characteristics and deep-water hydrocarbon accumulation model of the Scotian Basin, Eastern Canada. (Electronic source). DOI: <https://doi.org/10.1016/j.engeos.2022.100152>

Дата надходження статті: 30.07.2025

Дата прийняття статті: 11.08.2025

Опубліковано: 07.10.2025