

УДК 551.734

DOI <https://doi.org/10.30970/pal.56.5>

## МЕТОДИКА ФАЦІАЛЬНО-ПАЛІНОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ: КРОК ЗА КРОКОМ

**Антоніна Іваніна**

*Львівський національний університет імені Івана Франка,  
вул. М. Грушевського, 4, Львів, Україна, 79005  
antonina.ivanina@lnu.edu.ua  
orcid.org/0000-0003-4112-941X*

Фаціально-палінологічний аналіз, або метод палінориктоценозів, є прикладом системного підходу до вивчення нерозчинної дисперсної органічної речовини (далі – НДОР). Розроблений на прикладі дослідження середньопалеозойських відкладів Волино-Подільської окраїни Східноєвропейської платформи (Захід України). Він передбачає комплексне застосування літолого-фаціального й палінологічного методів вивчення осадових порід. Поліфаціальність захоронення, значне латеральне поширення, швидкі темпи еволюції, політаксонність і масовість палінологічного матеріалу підвищують інформативність, об'єктивність методу та перетворюють палінологічні об'єкти на важливу групу для отримання комплексної інформації про вмісні осадові породи та НДОР. Методика фаціально-палінологічного аналізу розроблена вперше, є доволі складною, охоплює такі етапи: польовий, лабораторний та наукової обробки. На кожному етапі передбачена певна послідовність операцій і процедур, які детально схарактеризовані. Дослідження розпочинають відбором зразків порід у польових умовах, далі – лабораторна обробка, вивчення морфології, визначення якісного й кількісного складу компонентів дисперсної органіки та типу НДОР. З отриманих за кожним розрізом палінологічних даних формують дата-сети – вихідний матеріал для отримання комплексної інформації про вік і стратиграфічне положення вмісних порід, склад і генетичний тип НДОР, ступінь термічних та геохімічних перетворень, палеотемператури. Зазначимо, що характеристику НДОР (склад, співвідношення компонентів), ступінь зрілості органічної речовини, стадію перетворення органічної речовини визначають на основі стандартних палінологічних препаратів без додаткових затрат на спецобладнання та технічну обробку зразків.

*Ключові слова:* геологія, палеонтологія, фаціально-палінологічний аналіз, паліноориктоценоз, методика.

**Вступ.** Системний аналіз є перспективним науковим напрямом. За його методологією предмет досліджень – це комплексна система з певною структурою, яка є сукупністю взаємопов'язаних елементів. У палінології традиційними напрямками є морфологічні й біостратиграфічні дослідження, тоді як праці із системних досліджень поодинокі.

Фаціально-палінологічний аналіз, або метод паліноориктоценозів, розроблений автором під час вивчення карбону Львівсько-Волинського басейну [1; 2; 16], є прикладом системного підходу до досліджень палінологічного матеріалу. Він передбачає комплексні дослідження паліноморф (це мікрокомпоненти органічного походження, або нерозчинна дисперсна органічна речовина) і літолого-фаціального складу вмісних порід. Його методика

полягає в максимальному повному вивченні комплексу мікрофосилій різного походження з оцінюванням ступеня насиченості різними елементами, аналізу збереженості, встановлення кількісних та якісних співвідношень між компонентами тощо, а також у всебічних комплексних літолого-фаціальних дослідженнях вмісних порід. Головні положення, методологічні засади й результати дослідження цим методом середньопалеозойських відкладів ВПО СЕП викладено в численних публікаціях [3; 5–9; 17; 23], тоді як методику досліджень висвітлено слабо.

**Мета статті** – покроково схарактеризувати методику фаціально-палінологічного аналізу на прикладі вивчення девонсько-кам'яновугільних відкладів ВПО СЕП.

**Завдання:** визначити етапність фаціально-палінологічних досліджень; оглянути операції і процедури на кожному етапі; схарактеризувати етап наукової обробки палінологічного матеріалу.

**Матеріали й методи досліджень.** Вихідна інформація, отримана внаслідок систематизації, узагальнення й аналізу численних геологічних даних девону та карбону Волино-Поділля. Кам'яний матеріал для фаціально-палінологічного аналізу зібрано під час опробування 57 розрізів свердловин.

**Виклад основного матеріалу.** Першим кроком у системному аналізі є виділення системи – предмета досліджень. Основним предметом фаціально-палінологічних досліджень є паліноориктоценоз. Це комплекс мікрофосилій рослинного й проблематичного походження, похованих у певних палеогеографічних умовах і приурочених до конкретного фаціального типу порід. Мікрорештки поширюються в зовнішньому середовищі як звичайні осадові частинки пелітового розміру, а після скам'яніння потрапляють в осадові породи у вигляді нерозчинної дисперсної органічної речовини (далі – НДОР). Тому паліноориктоценоз необхідно розглядати як складну природну систему, утворену сукупною діяльністю факторів зовнішнього середовища з комплексом показників, які можна розділити на дві групи: тафономічні та ценотичні. Тафономічні показники відображають фаціальні умови формування вмісних порід і паліноориктоценозів; ценотичні зумовлені еволюцією та міграцією флори під впливом палеобіологічних і палеокліматичних факторів.

Процес дослідження дисперсної органіки й визначення паліноориктоценозів передбачає проведення таких етапів: польового, технічної підготовки проб і наукового опрацювання матеріалу.

На польовому етапі передбачено комплексне проведення літолого-фаціальних досліджень вмісних порід і відбір проб на палінологічний аналіз. Польові дослідження вмісних порід, а саме: макроскопічний візуальний опис, виділення літогенетичних типів, седиментаційних циклів, проводили з урахуванням рекомендацій, викладених у [11; 12]. За керном свердловин виконували детальний опис розрізів. У породах відмічали колір, структурно-текстурні особливості, склад порід; кількість, збереженість, особливості розподілу макроскопічних тваринних і рослинних залишків; характер контактів і переходів, потужність, розміщення в седиментаційних циклах та інші ознаки, які відображають умови нагромадження осадів та є підставою для виділення літогенетичних типів і фацій. За можливості, з кожного літогенетичного типу порід відбирали зразки на палінологічний аналіз. Усього опрацьовано 57 розрізів свердловин, рівномірно розміщених на площі ВПО СЕП. Значна кількість пунктів спостережень, відносно рівномірний розподіл їх на площі, високий вихід керну (у середньому 74%) і детальний відбір зразків у розрізах дали змогу здійснити своєрідне «палінологічне випробування» середньопалеозойських відкладів, і отримати в достатньому обсязі об'єктивні кількісні дані для пізнання закономірностей розподілу НДОР.

У складі НДОР визначені різноманітні за будовою, походженням мікроскопічні залишки рослинних (спори, пилок, мегаспори, водорості, фрагменти тканин) і тваринних (уривки епідермісу, залишки органічних скелетів) макрогруп, грибів, одноклітинні оболонки проблематик (акритархи, хітинозої), водоростей тощо. Вони належать до мікрофосилій, їхній розмір – перші десятки мілімікронів. Тому їх вивчення після збирання зразків потребує застосування спеціальних лабораторних методик, що спрямовані насамперед на вилучення паліноморф з осадових порід у максимально можливих концентраціях. Процедура обробки залежить від складу вмісних порід і передбачає дві головні операції: механічне дроблення й хімічну дезінтеграцію породи. Сьогодні є багато різноманітних методів технічної підготовки зразків для палінологічного аналізу: лужний метод Л. Поста, сірчано-нікотиновий Г. Ердтмана, фтористоводневий Г. Ашарсона та Е. Гранлунда, сепараційний В. П. Гричука, техніки вилучення паліноморф К. Берта, К. Ситглера, Дж. Грея, Г. Канта Колбаза, обробки зразків лабораторії палеоботаніки та палінології університету Утрехт (Нідерланди), мацераційний метод І. С. Вальца тощо. Усі зазначені методики відрізняються тривалістю та режимом обробки, послідовністю хімічних процесів, набором і вартістю хімічних реагентів, способом виконання окремих операцій. Лабораторну обробку зразків для потреб фаціаль-палінологічного аналізу детально описано в [4].

На лабораторному етапі паліноморфи вилучають із вмісних порід і отримують *мацера́т* – осад, складений дисперсними органічними мікрокомпонентами рослинного, тваринного й проблематичного походження. З отриманої органічної речовини для досліджень під мікроскопом однотипно (одна крапля мацерату плюс одна крапля гліцерину на одне скло розміром 24×24 мм) виготовляли тимчасові препарати.

На етапі наукового опрацювання матеріалу виконували діагностику НДОМ за допомогою біологічних мікроскопів (збільшення у 200–600 разів, перегляд мацерату по доріжках), графічне оформлення результатів, формування датасетів. Мікроскопічне вивчення об'єктів супроводжували фотографуванням мацерату загалом та окремих компонентів НДОМ. Дослідження НДОМ проводили за схемою, зображеною на рисунку 1. Вивченню підлягають не тільки міоспори, а й весь комплекс органічних мікрофосилій, отриманих при мацерації. Послідовність операцій така.

Крок 1. Визначення ступеня концентрації НДОМ за градацією: сильна – понад 100 зерен на одне поле зору; середня – 50–100; слабка – менш ніж 50 зерен.

Крок 2. Діагностика елементів НДОМ. Органічні компоненти НДОМ складені значно конденсованими складними карбоциклічними хімічно стійкими структурами, що добре зберігаються у викопному стані й подібні до елементів органічної маси вугілля.

Складники НДОМ за аналогією з вугіллям, морфологічними особливостями, походженням, характером консервації поділено на дві групи: гумусову (змінені рослинні залишки) й сапропелево-ліптинітову (незмінені – спори, пилок, акритархи, водорості, фрагменти кутикул; аморфна речовина тощо). До гумусової належать безструктурні непрозорі вуглисті рештки – вітреніт коричневого, коричнево-червоного кольору на витонченому краї та інертиніт чорного кольору. Вони утворюються при біохімічному розкладі тканин гілок, листя, коренів, кори та деревини стовбурів наземних рослин. Форма вуглистих решток може бути різноманітною – від дрібних безформних крихт до округло-трикутних, неправильно прямокутних, деколи видовжених шматків. Розмір 1–200 і більше мілімікронів. У палінологічних препаратах відмічали форму; розмір (великі – понад 70 мкм, середні – 30–70 мкм, дрібні – до 30 мкм); насиченість мацерату вуглистими рештками за градацією: багато – в одному полі зору понад 30 часток, помірно – від 15 до 30, мало – менш ніж 15.



**Рис. 1. Методика досліджень нерозчинної дисперсної речовини**

До складу ліптинітової групи належать компоненти із чітко вираженою морфологічною індивідуальністю, завдяки якій їх можна таксономічно визначити. Це репродуктивні органи вищих судинних рослин – спори, пилок, фрагменти мегаспор; кутикули та трахеїди – уривки покривних і провідних тканин наземних рослин; водорості – одноклітинні представники нижчих рослин; проблематичні рештки – акритархи, хітіносої, скелекодонти.

Репродуктивні органи – одноклітинні, переважно округлі, морфологічно виражені оболонки, специфічні для кожного виду рослин, оскільки є носіями генетичних ознак материнських рослин, значно поширені у відкладах і добре зберігаються у викопному стані.

Кутикула утворює зовнішній шар епідермісу листя, стебел та інших органів наземних рослин, легко діагностується під мікроскопом завдяки багатоклітинній будові. Клітини із чітко вираженими стінками, розташовані переважно закономірно, утворюють фрагменти покривних тканин різної форми, розміру, збереженості, жовтого або темно-коричневого кольору. Трахеїди – уривки провідних судин деревини, характеризуються наявністю і характером розташування пор, мають різну, переважно видовжену форму, темно-коричневий або чорний колір, розміром від крихт до 400 мкм.

Водорості належать до нижчих одноклітинних рослин з органічним скелетом. Це переважно великі (до 150 мкм), щільні, гладкі, коричневого або жовтого кольору, округлі або прямокутні оболонки без аперттури. Детальне їх вивчення не проводили. У палинологічних препаратах відмічали лише наявність водоростей.

Акритархи – мікроорганізми невідомого походження, одноклітинні, переважно дрібні (до 10 мкм), округлі, прості будови оболонки. Вони бувають гладкими, зернистими, шипуватими.

У відкладах девону й зрідка в карбону ВПО СЕП визначили поодинокі сколекодонти – рештки щелеп морських черв'яків поліхет, і хітінозої – проблематичні рештки неясного систематичного походження. Наявність цих органічних складників у палінологічних препаратах треба обов'язково зазначати, оскільки їхні знахідки свідчать про морські й відносно мілководні умови утворення осаdів.

Для кутикул, трахеїд, акритарх, водоростей проводили візуальний підрахунок (багато, помірно, мало), відмічали форму, колір, ступінь збереженості, зрідка визначали процент участі в паліносpekтрах.

Крок 3. Діагностика таких ліптинітових елементів, як спори, мегаспори, пилок. Це переважно округлі, морфологічно відмінні оболонки, специфічні для кожного виду рослин, оскільки є носіями генетичних ознак материнських рослин, значно поширені в природі, добре зберігаються у викопному стані. Серед них виділяють спори, мегаспори, пилок. Характер будови спор і мегаспор однаковий: в основі поділу їх на таксономічні одиниці лежить тип апертури, форма тіла, наявність тих чи тих скульптурних елементів екзини. Тому часто виділення спор і мегаспор умовне – форми розміром до 200 мкм зараховують до спор, а більші – до мегаспор. На викопному матеріалі не завжди вдається відрізнити спори від дрібних мегаспор. Тому в палінології часто застосовують термін «міоспори», який об'єднує спори гомо- й гетероспорових рослин та дрібні мегаспори.

Мегаспори в палінологічних препаратах представлені великими щільними уривками коричневого кольору з чітко вираженою зернистою або шипуватою структурою поверхні екзини. Наявність мегаспор у вигляді фрагментів робить неможливим їх таксономічне визначення. При фаціально-палінологічних дослідженнях урахували такі показники, як кількість, збереженість, розмір і форму уривків мегаспор, що можуть дати матеріал для реконструкції умов осаdоутворення.

Дослідження спор і пилку виконували в такій послідовності:

– оцінка вмісту міоспор і пилку (багато – підрахунок виконаний з одного скла до 200 екземплярів і більше; помірно – від 50 до 200 зерен на скло; мало – підрахунок обмежений 50 формами);

– морфологічні дослідження – визначення особливостей будови та фіксація і опис морфологічних ознак; порівняння виявлених морфотипів з описаними у світовій науковій літературі;

– біометричні вимірювання й вимірювання розмірів таксонів;

– таксономічне визначення міоспор і пилку морфолого-порівняльним методом [10], головна мета якого – з'ясувати систематичне положення та визначення паліноморф за їхньою будовою;

– з'ясування стратиграфічного і географічного поширення;

– вивчення систематичного складу паліноморф;

– статистичний підрахунок кількості як загальної, так й окремих родів і видів;

– виявлення категорій таксонів за особливостями стратиграфічного поширення (керівних, характерних, фонових).

Початковим і найголовнішим етапом палінологічних досліджень є таксономічне визначення міоспор, яке неможливе без чіткої морфологічної ідентифікації форми. Від якості вихідних даних – точності таксономічного визначення – залежить достовірність наукового опрацювання та практичне застосування палінологічних даних. Коректне визначення викопного матеріалу та внеможливлення його суб'єктивної інтерпретації залежить від детальності і якості класифікаційної системи.

У пробах звертаємо увагу на кожну форму, вивчаючи її з позицій морфолого-порівняльного, морфометричного методів та виконуючи підрахунок абсолютної кількості

спор та пилку і процентний вміст кожного таксону окремо. Отримуємо *спектр* – кількісний та якісний склад паліноморф одного зразка, або це первинний фактичний матеріал однієї проби, що містить перелік всіх визначених видів, загальну кількість та вміст кожного таксону й відображає не тільки видовий склад, а й кількісні співвідношення. У структурі спектрів за кількісною участю виділяємо такі категорії таксонів: доміанти (їх вміст у спектрах – понад 20%), субдомінанти – від 5 до 20%, рідкісні – до 5%. Спектри та дані про розподіл паліноморф у локальному розрізі є вихідним матеріалом палінологічного вивчення.

Крок 4. Визначення кольору й ступінь збереженості міоспор та пилку.

Під час літогенезу з НДОР відбуваються еволюційні катагенетичні перетворення. Вона повільно деградує, змінюється колір, погіршується збереженість, вуглефікуються (до повного зникнення) сапропелево-ліптинітові елементи. Визначено [13–15; 18–21], що забарвлення мікрофітофосилій залежить від ступеня прогрівання вмісних порід; є прямий кореляційний зв'язок між кольором, збереженістю паліноморф та палеотемпературами, під впливом яких перетворювалася дисперсна органіка. Певній стадії катагенезу відповідає певний колір паліноморф, який змінюється від світло-жовтого до чорного. Світлий колір відповідає низьким ступеням перетворення, чорні мікрофітофосилії свідчать про високий ступінь прогрівання (температури 200 і більше градусів) вмісних порід. Виявлені закономірності зміни кольору паліноморф залежно від зміни палеотемператури дали змогу використовувати будь-які мікрофітофосилії (транзитні спори, пилки, акритархи, водорості тощо) як індикатори катагенетичних перетворень органічної речовини.

Збереженість паліноморф, різноманітні форми пошкоджень залежать як від умов утворення відкладів, так і від ступеня катагенетичних перетворень. У відкладах, що вивчали, збереженість міоспор змінюється від хорошої з добре вираженими скульптурними елементами, чіткою будовою і незначним ущільненням екзини до поганої, коли оболонки частково зруйновані, ущільнені й розрізняються лише окремі елементи будови, переважно обриси та окремі скульптурні елементи. Найпоширенішими є механічні деформації – численні розриви й зминання оболонок. Діагенетичні процеси проводять до утворення хіміко-біотичних пошкоджень. Вони знищують скульптуру екзини, роблять міоспори непрозорими [22].

Крок 5. Визначення генетичного типу НДОР. Тип НДОР визначали за складом, вмістом і співвідношеннями елементів гумусової, сапропелево-ліптинітової груп. Гумусовий тип характеризується домінуванням конденсованих ароматичних вуглеводнів, збіднених воднем, складений рослинними органічними мікрорештками наземного походження, серед яких переважають гумусові елементи. Наявні також фрагменти тканин і невелика або помірна кількість спор. Для сапропелево-ліптинітового типу характерне домінування спор, уривків тканин рослин над гумусовими елементами. Змішаний тип – гумусо-сапропелевий – містить головні компоненти НДОР (спори, гумусові елементи, кутикули, трахеїди, мікрофітопланктон) приблизно в однаковій кількості.

Обробку фактичного матеріалу завершували побудовою літолого-фаціальних колонок масштабу 1:500, на яких показували не тільки літологічні і генетичні ознаки порід, а й склад паліноморф, співвідношення основних мікрокомпонентів НДОР і міоспор рослинних груп. Дані про склад, кількість, ступінь збереженості, характер співвідношень основних складників НДОР, отримані в процесі детального палінологічного випробування керну, зіставляли з виділеними літогенетичними типами й фаціями, типами і характером седиментаційних циклів. Вони стали основою типізації паліноориктоценозів. З усіх отриманих даних формували датасети у вигляді таблиць – відомостей з палінологічними

матеріалами з кожним локальним розрізом. Надалі, об'єднавши палінологічні дані по всіх свердловинах в один реєстр, створили банк фаціально-палінологічних даних регіону.

Такий підхід дає змогу отримати поверстову комплексну літолого-фаціальну і палінологічну характеристику відкладів – основний вихідний матеріал для подальших досліджень і побудов та для використання фаціально-палінологічних даних для виконання традиційних стратиграфічних завдань (розчленування, зіставлення, датування розрізів осадових порід із різним ступенем детальності) (методологія паліо-стратиграфічних досліджень детально схарактеризована [8]) для визначення генезису осадових порід й особливостей дисперсної органіки різних фацій; у нафтогазовій геології вони є додатковим пошуковим критерієм на нафту і газ, важливим для вивчення нафти, нафтогазогенерувального потенціалу осадових порід, ступеня геотермічної зрілості порід, регіонального прогнозу нафтогазоносності [3; 5]; у палеогеографії потрібні для реконструкцій палеорослинності та палеокліматів тощо.

Зазначимо, що комплексну характеристику НДОР (склад, співвідношення компонентів), ступінь зрілості органічної речовини, стадію перетворення органічної речовини визначають на основі стандартних палінологічних препаратів без додаткових затрат на спецобладнання та технічну обробку зразків.

**Висновки.** Отже, уперше для девону та карбону ВПО СЕП розроблено методику фаціально-палінологічного аналізу. За палінологічними препаратами, які використовують у традиційних спорово-пилкових дослідженнях, без особливих затрат часу отримують комплексну інформацію про склад, тип, генезис НДОР, нафтогазогенераційний потенціал, інтенсивність післяседиментаційних перетворень, стратиграфічне положення та вік вмісних відкладів.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Іваніна А. В., Шульга В. Ф. Фаціально-палінологічний аналіз вугленосної формації Львівсько-Волинського басейну. *Геологічний журн.* № 3–4. 1996. С. 108–114.
2. Іваніна А. В. Новий підхід до вивчення палінологічних решток древніх осадових товщ. Геолого-геофізичні дослідження нафтогазоносних надр України. Львів : УкрДГРІ, 1997–1998. С. 129–135.
3. Іваніна А. В. Нерозчинна дисперсна органіка як показник нафтогазоносності девонсько-кам'яновугільних відкладів Волино-Поділля. *Палеон. зб.* 2003. № 35. С. 56–61.
4. Іваніна А. В. Про методики вилучення паліноморф із вмісних осадових порід. *Палеон. зб.* 2006. № 38. С. 99–101.
5. Іваніна А. Катагенетичні зміни нерозчинної дисперсної органіки як критерій нафтогазоносності девонських і кам'яновугільних відкладів Волино-Поділля. *Вісник Львівського університету. Сер. геол.* 2016. Вип. 30. С. 16–30.
6. Іваніна А. Палінологічна зональність кам'яновугільних відкладів Волино-Подільської країни Східноєвропейської платформи. *Вісник Львівського університету. Сер. геол.* 2017. Вип. 31. С. 67–78.
7. Іваніна А. Стандартизована характеристика палінозон девону Волино-Подільської країни Східноєвропейської платформи. *Вісник Львівського університету. Сер. геол.* 2018. Вип. 32. С. 30–53.
8. Іваніна А. Методологічні засади застосування палінології у стратиграфії. *Вісник Львівського університету. Сер. геол.* 2019. Вип. 32. С. 30–53.
9. Іваніна А. Палінологічна характеристика середньопалеозойських відкладів Волино-Поділля. *Вісник Львівського університету. Сер. геол.* 2019. Вип. 33. С. 47–59.
10. Іваніна А. В., Лещух Р. Й. Стратиграфія: навч.-метод. посібник. Львів, 2002. 92 с.

11. Шульга В. Ф., Лелик Б. І., Гарун В. І. та ін. Атлас літогенетичних типів і умови утворення вугленосних відкладів Львівсько-Волинського басейну. Київ : Наук. думка, 1992. 176 с.
12. Шульга В. Ф., Здановські А., Іваніна А. В. та ін. Кореляція карбонових вугленосних формацій Львівсько-Волинського і Люблінського басейнів. Київ, 2007. 427 с.
13. Batten D. J. Palynofacies, paleoenvironments and petroleum. *Journal of Micropaleontology*. N 1. 1982. P. 107–114.
14. Batten D. J. Palynofacies and petroleum potential. *Palynology: principles and applications*. AASP Foudation. 1996. Vol. 3. P. 1065–1084.
15. International symposium on organic petrology. *Meded. rijks geol. dienst*. V. 45. 1990. 186 p.
16. Ivanina A. Integrated approach to the studying palynological remnants of the Carboniferous of the Volhynian-Podilian margin of the East-European platform. *Paleontol. zb.* 2014. N 46. S. 146–155.
17. Ivanina A. Famenian palynostratigraphy of the Volyn–Podillya margin of the East–European platform. *Dniprop. Univer. Bulletin. Geology, geography*. 2018. N 26 (1). P. 71–78. DOI: <https://doi.org/10.15421/111808>
18. Palynology: principles and applications / Ed. J. Jansonius, D. C. McGregor. Salt Lake City: Publishers Press, 1996. V. 1–3. 1291 p.
19. Robert P. Classification of organic matter by means of fluorescence: aplication to hydrocarbon source rocks. *Intern. Journ. Coal. Geol.* V. 1. 1981. P. 101–187.
20. Staplin F. L. Sedimentary organic matter, organic metamorphism and oil and gas occurrence. *Bull. Can. Petrol. Geol.* N 17. 1969. P. 47–66.
21. Staplin F. L. Interpretation of thermal history from colour of particulate organic matter – a review. *Palynology*. N 1. 1977. P. 9–18.
22. Tyson R. V. Sedimentary organic matter. Organic facies and palynofacies. London: Chapman, Hal, 1995. 591 p.
23. Ivanina A. V., Myronova A. O. Givetian trilete spores of Geminospora from the Volyn–Podillya (Western Ukraine). *Journ. Geol. Geograph. Geology*. 2021. 30(4). P. 667–674. DOI: <https://doi.org/10.15421/112161>

## REFERENCES

1. Ivanina, A. V., & Shulha, V. F. (1996). Fatsialno-palinolohichni analiz vuhlenosnoi formatsii Lvivsko-Volynskoho baseinu [Facies and palynological analysis of the coal-bearing formation of the Lviv-Volyn basin]. *Heolohichni zhurn.* № 3–4. S. 108–114.
2. Ivanina, A. V. (1997–1998). Novyi pidkhid do vyvchennia palinolohichnykh reshtok drevnikh osadochnykh tovshch [A new approach to the study of palynological remains of ancient sedimentary strata]. *Heoloho-heofizychni doslidzhennia naftohazonosnykh nadr Ukrainy*. Lviv: UkrDHRI. S. 129–135.
3. Ivanina, A. V. (2003). Nerozchynna dyspersna orhanika yak pokaznyk naftohazonosnosti devonsko–kamianovuhilnykh vidkladiv Volyno-Podillia [Insoluble dispersed organic matter as an indicator of oil and gas capacity of Devonian-coal deposits of Volyn-Podillia]. *Paleon. zb.* № 35. S. 56–61.
4. Ivanina, A. V. (2006). Pro metodyky vyluchennia palinomorf iz vmisnykh osadovykh porid [About methods of extraction of palynomorphs from containing sedimentary rocks]. *Paleon. zb.* № 38. S. 99–101.
5. Ivanina, A. (2016). Katahenetychni zminy nerozchynnoi dyspersnoi orhaniky yak kryterii naftohazonosnosti devonskykh i kamianovuhilnykh vidkladiv Volyno-Podillia [Catagenetic changes of insoluble dispersed organic matter as a criterion of oil and gas potential of Devonian and coal deposits of Volyn-Podillia]. *Visnyk Lvivskoho universytetu. Ser. heol.* Vyp. 30. S. 16–30.



6. Ivanina, A. (2017). Palinologichna zonalnist kamianovuhilnykh vidkladiv Volyno-Podilskoi okrainy Skhidnoievropeiskoi platformy [Palynological zonation of coal deposits of the Volyn-Podilskiyi outskirts of the East European Platform]. *Visnyk Lvivskoho universytetu. Ser. heol.* Vyp. 31. S. 67–78.
7. Ivanina, A. (2018). Standartyzovana kharakterystyka palinozon devonu Volyno-Podilskoi okrainy Skhidnoievropeiskoi platformy [Standardized characteristics of the Devonian palynozones of the Volyn-Podilskiyi outskirts of the East European platform]. *Visnyk Lvivskoho universytetu. Ser. heol.* Vyp. 32. S. 30–53.
8. Ivanina, A. (2019). Metodolohichni zasady zastosuvannia palinologii u stratyhrafii [Methodological principles of the application of palynology in stratigraphy]. *Visnyk Lvivskoho universytetu. Ser. heol.* Vyp. 32. S. 30–53.
9. Ivanina, A. (2019). Palinologichna kharakterystyka serednopaleozoiskyykh vidkladiv Volyno-Podillia [Palynological characteristics of Middle Paleozoic sediments of Volyn-Podillia]. *Visnyk Lvivskoho universytetu. Ser. heol.* Vyp. 33. S. 47–59.
10. Ivanina, A. V., & Leshchukh, R. Y. (2002). Stratyhrafia [Stratigraphy]: navch.-metod. posibnyk. Lviv. 92 s.
11. Shulha, V. F., Lelyk, B. Y., & Harun, V. Y. ta in. (1992). Atlas lytohenetychnykh typiv i umovy utvorennia vuhlenosnykh vidkladiv Lvivsko-Volynskoho baseinu [Atlas of lithogenetic types and formation conditions of coal-bearing deposits of the Lviv-Volyn Basin]. K.: Nauk. dumka. 176 s.
12. Shulha, V. F., Zdanovski, A., & Ivanina, A. V. ta in. (2007). Koreliatsiia karbonovykh vuhlenosnykh formatsii Lvivsko-Volynskoho i Liublinskoho baseiniv [Correlation of Carboniferous coal-bearing formations of the Lviv-Volyn and Lublin basins]. Kyiv. 427 s.
13. Batten, D. J. (1982). Palynofacies, paleoenvironments and petroleum. *Journal of Micropaleontology*. N 1. P. 107–114.
14. Batten, D. J. (1996). Palynofacies and petroleum potential. *Palynology: principles and applications*. AASP Foudation. Vol. 3. P. 1065–1084.
15. International symposium on organic petrology (1990). *Meded. rijks geol. dienst*. V. 45. 186 p.
16. Ivanina, A. (2014). Integrated approach to the studying palynological remnants of the Carboniferous of the Volhynian-Podilian margin of the East-European platform. *Paleontol. zb.* N 46. S. 146–155.
17. Ivanina, A. (2018). Famenian palynostratigraphy of the Volyn–Podillya margin of the East–European platform. *Dniprop. Univer. Bulletin. Geology, geography*. N 26 (1). P. 71–78. DOI: <https://doi.org/10.15421/111808>
18. *Palynology: principles and applications* (1996). Ed. J. Jansonius, D. C. McGregor. Salt Lake City: Publishers Press. V. 1–3. 1291 p.
19. Robert, P. (1981). Classification of organic matter by means of fluorescence: aplication to hydrocarbon source rocks. *Intern. Journ. Coal. Geol.* V. 1. P. 101–187.
20. Staplin, F. L. (1969). Sedimentary organic matter, organic metamorphism and oil and gas occurrence. *Bull. Can. Petrol. Geol.* N 17. P. 47–66.
21. Staplin, F. L. (1977). Interpretation of thermal history from colour of particulate organic matter – a review. *Palynology*. N 1. P. 9–18.
22. Tyson, R. V. (1995). Sedimentary organic matter. Organic facies and palynofacies. London: Chapman, Hal. 591 p.
23. Ivanina, A. V., & Myronova, A. O. (2021). Givetian trilete spores of Geminospora from the Volyn–Podillya (Western Ukraine). *Journ. Geol. Geograph. Geology*. 30(4). P. 667–674. DOI: <https://doi.org/10.15421/112161>

## METHODOLOGY OF FACIAL AND PALYNOLOGICAL RESEARCH: STEP BY STEP

**Antonina Ivanina**

*Ivan Franko National University of Lviv,  
Hrushevskogo Str., 4, Lviv, Ukraine, 79005*

Facies-palynological analysis, or the method of palynorictocenoses, is an example of a systematic approach to the study of insoluble dispersed organic matter (DOR). Developed on the example of the study of Middle Paleozoic sediments of the Volyn-Podilskyi outskirts of the East European Platform (Western Ukraine). It involves the complex application of lithological-facies and palynological methods of studying sedimentary rocks. The polyfacies of the burial, significant lateral distribution, fast rates of evolution, polytaxonity and mass of palynological material increase the informativeness and objectivity of the method and turn palynological objects into an important group for obtaining complex information about the contained sedimentary rocks and natural resources. The method of facies and palynological analysis was developed for the first time, it is quite complex, it covers the following stages: field, laboratory and scientific processing. At each stage, a certain sequence of operations and procedures is provided, which are characterized in detail. Research begins with the selection of rock samples in the field, followed by laboratory processing, study of morphology, determination of the qualitative and quantitative composition of components of dispersed organic matter and the type of NDOR. From the palynological data obtained for each section, data-sets are formed – the source material for obtaining complex information about the age and stratigraphic position of the host rocks, the composition and genetic type of NDOR, the degree of thermal and geochemical transformations, and paleotemperatures. Note that the characteristics of NDOR (composition, ratio of components), the degree of maturity of organic matter, the stage of transformation of organic matter are determined on the basis of standard palynological preparations without additional costs for special equipment and technical processing of samples.

*Key words:* geology, paleontology, facies-palynological analysis, palynorictocenosis, methodology, the Volyn-Podilskyi outskirts of the East European Platform (Western Ukraine).