

## ОСНОВНІ ЕТАПИ РОЗВИТКУ ПІЗНЬОКАМ'ЯНОВУГІЛЬНИХ ФЛОРИ ТА РОСЛИННОСТІ ДОНЕЦЬКОГО БАСЕЙНУ ЯК ОСНОВА ОБҐРУНТУВАННЯ РЕГІОНАЛЬНИХ СТРАТОНІВ НА ПАЛЕОЕКОСИСТЕМНОМУ РІВНІ

### MAIN STAGES OF DEVELOPMENT OF THE LATE CARBONIFEROUS FLORA AND VEGETATION IN THE DONETS BASIN AS THE BASIS OF JUSTIFICATION OF REGIONAL STRATIGRAPHIC UNITS AT THE PALAEOECOSYSTEM LEVEL

**Н. І. Бояріна**  
**Nataliya I. Boyarina**

Institute of Geological Sciences, NAS of Ukraine, 55-b O. Honchara Str., Kyiv, Ukraine, 01601  
(nboyarina@ukr.net)

Встановлено чотири етапи розвитку пізньокам'яновугільного рослинного покриву, які відповідають часовим інтервалам чотирьох регіональних підрозділів Донецького басейну — торецькому і калинівському регіоярусам та луганському і вискрівському горизонтам миронівського регіоярусу. Аналіз фітостратиграфічних і палеофітоценологічних даних показав, що етапи характеризуються домінуючими рослинними угрупованнями в ранзі порядку найбільш поширених ландшафтів. Зміни етапів розглядаються як палеофітоценотичні події, які виражені зміною домінуючих угруповань певних типів ландшафтів. Рівні палеофітоценотичних подій збігаються з підшвами регіональних підрозділів. Підшви торецького і калинівського регіоярусів відповідають рівням палеофітоценотичних подій, які проявились в формуванні нових типів угруповань в результаті еволюційного оновлення складу вологих каламітово-папоротевих і папоротево-птеридоспермових лісів приморських низовин, а також плауновидних і каламітово-папоротевих лісів заплавно-дельтових рівнин. Підшва миронівського регіоярусу (луганського горизонту) відповідає рівню палеофітоценотичної події, яка виражена появою нових типів угруповань сезонно-сухого птеридоспермового рідколісся річкових долин у результаті еволюційного оновлення їх складу, а також появою угруповань вологого каламітово-папоротевого рідколісся приморських низовин та каламітово-папоротевого і птеридоспермового рідколісся заплавно-дельтових рівнин, формування яких обумовлено скороченням видового складу лісних угруповань і зміною домінантів. Нижня межа вискрівського горизонту відповідає рівню палеофітоценотичної події, яка виражена появою нових типів вологих каламітово-папоротевих і папоротево-птеридоспермових рідколісних угруповань приморських низовин та сезонно-сухих папоротево-птеридоспермових рідколісних угруповань озерно-лагунальних рівнин, формування яких пов'язано із міграцією рослин та появою нових домінантів. Розглянуті палеофітоценотичні події є проявами фітоценогенетичних процесів, які приводили до фітоценотичних змін, та фіксують основні палеоекосистемні перебудови в світі етапності розвитку рослинного покриву.

*Ключові слова:* розвиток рослинності, регіональні підрозділи, верхній карбон, Донецький басейн.

Four stages of development of the late Carboniferous vegetation cover have been established that correspond to the time intervals of four regional subdivisions of the Donets Basin — the Toretskian and Kalynovian Regional Stages, the Luganskian and Vyskrivkian Horizons of the Myronivkian Regional Stage. The analysis of phytostatigraphic and palaeophytocoenological data showed that the stages of vegetation development are characterized by the dominant plant communities in rank of orders of widespread landscapes. The changes from one stage to another are considered as the palaeophytocoenotic events, which are expressed by the changes of dominant communities of certain landscape types. The levels of palaeophytocoenotic events coincide with the bases of regional subdivisions. The bases of the Toretskian and Kalynovian correspond to the levels of palaeophytocoenotic events, which were manifested by the formation of new types of communities as a result of the evolutionary renewals of composition of wetland calamitean-fern and fern-pteridosperm forests of coastal lowlands as well as lycopsid and calamitean-fern forests of deltaic plains. The base of the Myronivkian (Luganskian Horizon) corresponds to the level of the palaeophytocoenotic event that was expressed by, firstly, the appearance of new types of the communities of seasonally dry pteridosperm woodlands of river valleys as a result of the evolutionary renewal of their composition, secondly, the appearance of new types of the communities of wetland calamitean-fern woodlands of coastal lowlands and calamitean-fern and pteridosperm woodlands of deltaic plains, the formation of which were due to the reduction of species composition of forest communities and the change of dominants. The lower boundary of the Vyskrivkian Horizon corresponds to the level of the palaeophytocoenotic event that was expressed by the appearance of new types of the communities of wetland calamitean-fern and fern-pteridosperm woodlands of coastal

*Цитування:* Бояріна Н. І., Основні етапи розвитку пізньокам'яновугільних флори та рослинності Донецького басейну як основа обґрунтування регіональних стратонів на палеоекосистемному рівні. Збірник наукових праць Інституту геологічних наук НАН України. 2021. Т. 14, вип. 1. С. 117–128. <https://doi.org/10.30836/igs.2522-9753.2021.229211>.

*Citation:* Boyarina N. I., 2021. Main stages of development of the late Carboniferous flora and vegetation in the Donets Basin as the basis of justification of regional stratigraphic units at the palaeoecosystem level. Collection of scientific works of the Institute of Geological Sciences of NAS of Ukraine, Vol. 14. Pp. 117–128. <https://doi.org/10.30836/igs.2522-9753.2021.229211>.

lowlands and seasonally dry fern-pteridosperm woodlands of lacustrine-lagoon plains, the formation of which were associated with plant migrations and the appearance of new dominants. The considered palaeophytocoenotic events are manifestations of phytocoenogenetic processes, which led to phytocoenotic changes, and mark main palaeoecosystem transformations in view of staging of vegetation development.

*Keywords:* vegetation development, regional subdivisions, upper Carboniferous, Donets Basin.

## ВСТУП

Удосконалення регіональних стратиграфічних схем та уточнення біостратиграфічних критеріїв границь регіональних підрозділів відносяться до пріоритетних завдань стратиграфічних досліджень, які проводяться в Інституті геологічних наук НАН України в останні роки. Одним із напрямів вирішення цих завдань є обґрунтування регіональних стратонів як історико-геологічних одиниць, що розкриває поряд з геолого-тектонічними процесами і основні етапи розвитку палеоекосистем. Важливе місце в палеоекосистемному аналізі займає виявлення етапів розвитку флори і рослинності геологічного минулого. Етапність розвитку рослинності відображає появу нових типів палеофітоценозів, що зумовлено змінами ландшафтно-кліматичних умов, та дозволяє проводити обґрунтування регіональних стратонів і міжрегіональних кореляцій з урахуванням еволюції флори і рослинного покриву.

Вагомий внесок у розвиток палеоекосистемного аналізу зробили палеофітоценологічні дослідження кам'яновугільного рослинного покриву О. К. Щоголева, О. П. Фісуненка і М. В. Ошуркової (Щеголев, 1964, 1975; Ошуркова, 1967; Фісуненко, 1975). Основна увага при реконструкціях рослинних угруповань приділялась систематичній належності і життєвим формам домінуючих рослин, а також середовищам їх існування. Перші класифікації пізньокам'яновугільних палеофітоценозів Донецького басейну (Щеголев, 1991; Боярина, 2006а) ґрунтувалися на домінуючих угрупованнях з урахуванням життєвих форм домінантів. Результати палеофітоценологічних досліджень застосовувались для вирішення регіональних стратиграфічних завдань, а саме: (1) кореляції відкладів, переважно окремих пластів і груп вугільних пластів; (2) виділення маркуючих горизонтів; (3) обґрунтування рангу етапів розвитку рослинного покриву за змінами числа палеофітоценозів і екологічних умов (Ошуркова, 1967; Щеголев, 1975).

В цій роботі проведено аналіз пізньокам'яновугільної рослинності Донецького басейну на основі еколого-флористичної класифікації рослинних угруповань (Боярина, 2016б, 2017; Боярина, Щеголев, 2021). Визначення особливостей змін

рослинного покриву при аналізі палеосинтаксонів еколого-флористичної класифікації, які розкривають взаємозв'язок еколого-ландшафтних умов та флористико-ценотичних особливостей палеофітоценозів, дозволило виявити етапи розвитку рослинного покриву і провести обґрунтування стратиграфічних підрозділів на палеоекосистемному рівні.

Стаття висвітлює результати досліджень, які частково профінансовано за бюджетною програмою «Підтримка розвитку пріоритетних напрямів наукових досліджень» (КПКВК 6541230).

## МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

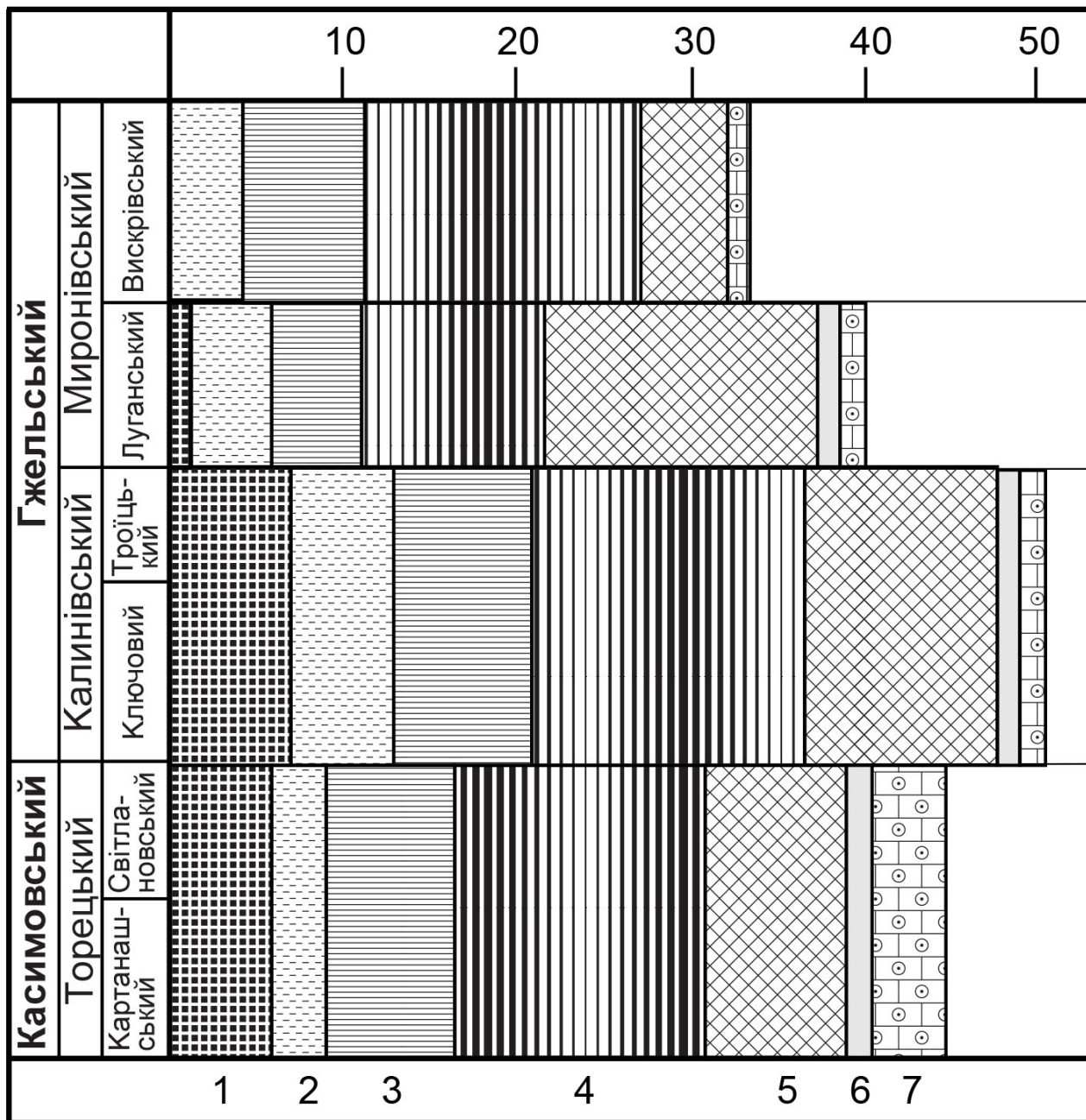
Флористичне та палеофітоценологічне обґрунтування стратонів виконано на основі аналізу змін флористичного та синтаксономічного складу рослинного покриву згідно з продрумом пізньокам'яновугільних палеосинтаксонів Донецького басейну, які встановлені за еколого-флористичним підходом Браун-Бланке та описані в монографії, що готується до публікації (Boyarina, Shchegolev, forthcoming). Палеофітоценологічні дослідження проведені нами при вивченні пізньокам'яновугільного викопного рослинного матеріалу з відкладів озерного, болотно-озерного, озерно-дельтового, заплавно-озерного і заплавно-генезису у понад 17 місцезнаходженнях та 11 свердловинах, розташованих у межах Бахмутської і Кальміус-Торецької улоговин.

## РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

### **Флора пізнього карбону Донецького басейну**

Пізньокам'яновугільна флора Донецького басейну включає понад 90 видів рослин, які належать 24 родам. Серед них плауновидні представлені 11 видами, клинолісті — 7 видами, каламіти та їх листя — 12 видами, папороті — 27 видами, птеридосперми — 25 видами, кордаїти — 2 видами та хвойні — 6 видами (Щеголев, 1975, 1991; Боярина, 2006б).

Впродовж пізнього карбону простежуються зміни складу всіх систематичних груп викопних рослин кам'яновугільного віку (рис. 1). Найбільшою видовою різноманітністю плауновидних, клинолістих, хвощевих та папоротей відзначається



**Рис. 1.** Зміна флористичного різноманіття пізньокам'яновугільної флори Донецького басейну (загальна кількість видів основних груп описаних рослин: 1 – плауновидні, 2 – клинолисти, 3 – каламіти, 4 – папороті, 5 – птеридосперми, 6 – кордаїти, 7 – хвойні).

**Fig. 1.** Changes of floristic diversity of the upper Carboniferous flora in the Donets Basin (total number of the species of main groups of described plants: 1 – lycopods, 2 – sphenophylls, 3 – calamites, 4 – ferns, 5 – pteridosperms, 6 – cordaites, 7 – conifers).

калинівський регіоярус. Луганський горизонт миронівського регіоярису характеризується зменшенням видового багатства гідрофітних рослин – плаунових, клинолистів, каламітів та папоротей і збільшенням гігрomezофітних та мезофітних птеридоспермів. Для наступного вискрівського

горизонту миронівського регіоярису притаманне зникнення плауновидних та зменшення видового складу клинолистів та птеридоспермів.

Еволюційні зміни флори на видовому рівні відображаються в макрофлористичній зональності (Боярина, 2016а). У верхньому карбоні

(верхньому пенсільванію) Донецького басейну виділено п'ять макрофлористичних зон з підзонами. Ці зони як аналоги макрофлористичних зон регіональної західноєвропейської шкали є основою для міжрегіональних кореляцій відкладів Донбасу з континентальними відкладами регіонів Єврамерійської палеофітогеографічної області.

Зміни видового складу викопної флори в касимовському та гжельському ярусах супроводжуються суттєвими змінами кількісного складу решток певних викопних рослин у різних літолого-фаціальних відкладах, які відображають особливості розвитку рослинного покриву різних типів наземного ландшафту.

### **Рослинний покрив Донецького басейну в пізньому карбоні**

Синтаксономічний склад пізньокам'яновугільного рослинного покриву Донецького басейну визначено в результаті реконструкцій рослинних угруповань та класифікації рослинності за методом Браун-Бланке, яка відображає дві важливі ознаки фітоценозів — флористичний склад та екологічні умови (Боярина, 2017; Boyarina, Shchegolev, forthcoming). На основі літолого-фаціальних характеристик відкладів та тафономічних особливостей рослинних решток встановлено, що реконструйовані палеофітоценози належали чотирьом типам ландшафту — приморським низовинам, заплавно-дельтовим рівнинам, річковим долинам і межиріччям. Відповідно до класифікації, пізньокам'яновугільні рослинні угруповання віднесені до вологих тропічних лісів, вологих тропічних і сезонно-сухих тропічних рідколісь і заростей прибережно-водних рослин. Пізньокам'яновугільні рослинні угруповання представлені палеосинтаксонами чотирьох часових інтервалів касимовського і гжельського віків, які відповідають регіональним стратонам Донецького басейну — торецькому і калинівському регіоярусам, а також луганському і вискрівському горизонтам миронівського регіоярису. Рослинність кожного з цих часових інтервалів відрізняється набором палеосинтаксонів, які відображають еволюційні перетворення флори та появу нових типів рослинних угруповань в результаті фітоценогенезу.

Аналіз розвитку палеофітоценозів проведено нами на основі угруповань в ранзі порядку вологих лісів (ВЛн) і рідколісь (ВРн) приморських низовин, вологих лісів (ВЛр) і рідколісь (ВРр) заплавно-дельтових рівнин, сезонно-сухого рідколісь річкових долин (СРд) і рідколісь озерно-

лагунних узбереж (СРу). В результаті виявлених палеофітоценотичних змін побудована схема фітоценогенезу пізньокам'яновугільних рослинних угруповань (рис. 2).

Проведені палеофітоценологічні дослідження, які розкривають склад рослинних угруповань та процес трансформування рослинного покриву при зміні екологічних і ландшафтних умов, є основою для обґрунтування стратонів та критеріїв їх виділення на палеоекосистемному рівні.

### **Методика палеофітоценологічного обґрунтування**

Дослідження викопної флори в фітостратиграфічному і палеофітоценологічному аспектах відображені в послідовності макрофлористичних зон та в послідовній зміні рослинних угруповань в часі. Ці зональні підрозділи та система палеофітоценозів базуються на єдиній стратиграфічній послідовності флористичних комплексів. Це дає можливість використання даних про склад і розвиток рослинного покриву для характеристики фітозональної шкали і обґрунтування регіональних стратиграфічних підрозділів.

Для вирішення цього завдання проведено *визначення ролі маркуючих видів і видів-індексів макрофлористичних зон у складі палеофітоценозів та виявлення палеофітоценотичних подій та їх стратиграфічних рівнів.*

Палеофітоценотична роль видів визначається їх належністю до певного цено типу (домінанти, субдомінанти) та до конкретної групи діагностичних видів палеосинтаксонів (характерні чи диференційні види). На основі чисельності решток рослин певних видів у фітоориктоценозах і порівняльного аналізу маркуючих видів макрофлористичних зон з видовим складом виділених асоціацій встановлено, що види-індекси або окремі маркуючі види зон є переважно домінантами угруповань.

Палеофітоценотичні події та їх стратиграфічні рівні визначені на підставі аналізу розвитку палеофітоценозів та зіставлення стратиграфічних обсягів макрофлористичних зон і часових інтервалів, що характеризуються певними палеофітоценозами. При їх зіставленні виявлені такі кореляційні залежності. По-перше, встановлено, що період існування палеофітоценозів з певними домінантами збігається з часовим інтервалом однієї або декількох макрофлористичних зон, видами-індексами і/або маркуючими таксонами яких є ці ж домінуючі види рослин. По-друге, виявлено, що досить повна еколого-фітоценотична

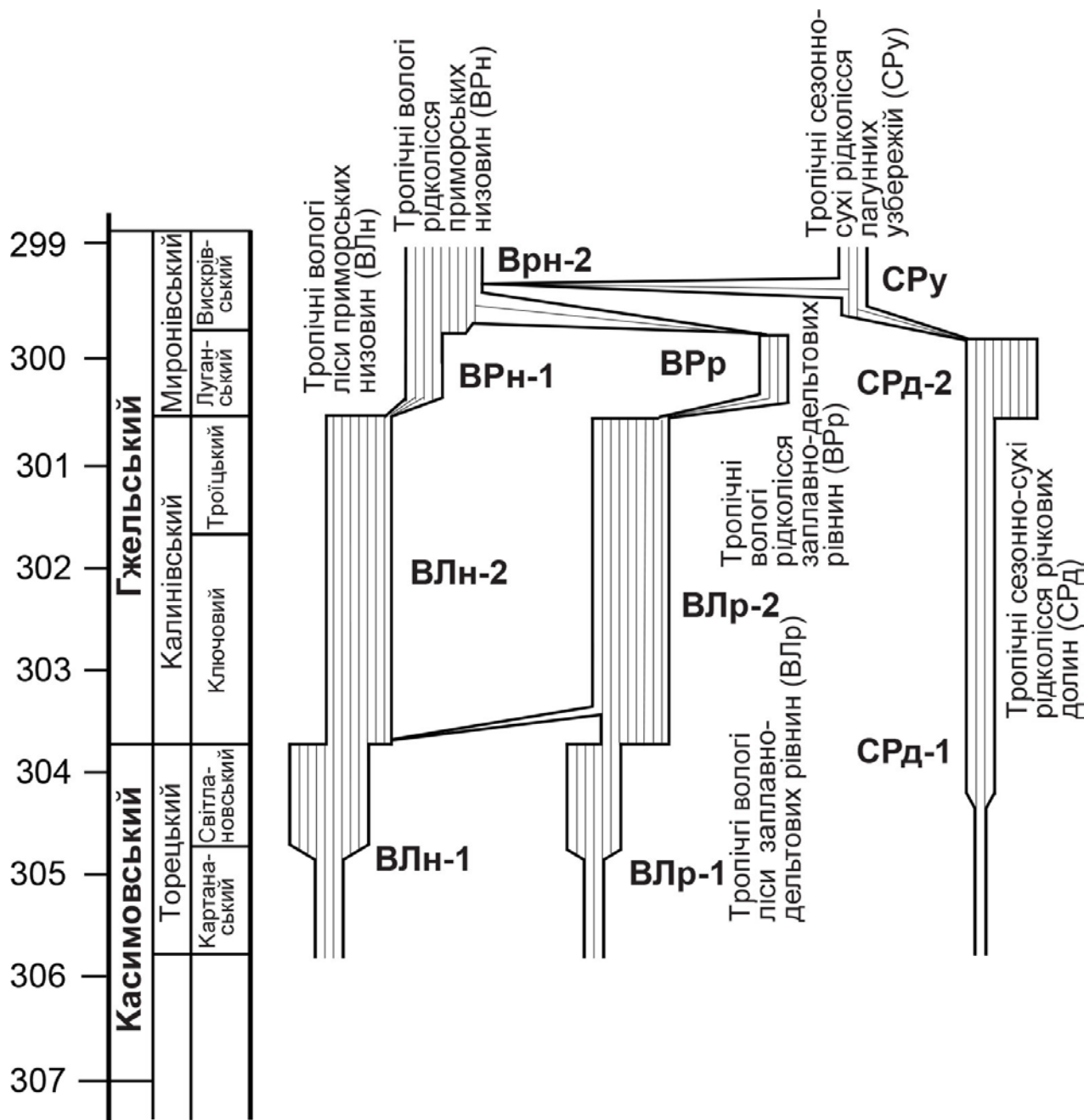


Рис. 2. Схема фітоценогенезу пізньокам'яновугільної рослинності Донецького басейну.

Fig. 2. Scheme of phytocoenogenesis of the late Carboniferous vegetation of the Donets Basin.

характеристика періодів, які відповідають фітозо-нальним та регіональним стратонам, розкривається через синтаксони в ранзі порядків. Останні в найбільш узагальненій формі відображають флористичні та екологічні особливості угруповань конкретних типів ландшафту. Поява нових типів рослинних угруповань певних порядків, що є проявом фітоценогенетичних процесів (Boyarina, 2021), обумовлена зміною кліматичних і ландшафтних умов та виявляє етапність розвитку

рослинного покриву. Отже, зважаючи на ці особливості проявів фітоценогенезу, можна визначити етап розвитку рослинного покриву як період, який характеризується набором палеосинтаксонів у ранзі порядку та відрізняється домінуючими рослинними угрупованнями від суміжних часових інтервалів.

З огляду на це визначення і ґрунтуючись на складених продромусах рослинних угруповань (Боярина, 2016б, 2017; Boyarina, Shchegolev,

forthcoming) та виявлених фітоценогенетичних процесах (Boyarina, 2021), можна зробити висновок про те, що палеофітоценотичні події є проявами фітоценогенезу та виражені зміною домінуючих угруповань певних типів ландшафтів, що належать синтаксонам у ранзі порядку. В такому розумінні палеофітоценотичні події відображають трансформацію палеофітоценозів у світлі етапності розвитку рослинного покриву та фіксують рубежі основних палеоекосистемних перебудов.

### Палеофітоценологічне обґрунтування регіональних стратонів

На основі аналізу фітостратиграфічних і палеофітоценологічних даних за розглянутою вище методикою проведено обґрунтування обсягів і меж регіональних підрозділів Донецького басейну, які зіставляються з макрофлористичними зонами (рис. 3).

#### Торецький регіоярус

Торецькому регіоярусу відповідають верхня підзона *Sphenopteris rossica* зони *Odontopteris cantabrica*, а також дві зони — *Lobopteris lamuriana* і *Sphenopteris mathetii* (див. рис. 3). Нижні границі цих двох макрофлористичних зон і однієї підзони визначаються такими критеріями. Подошва підзони *Sphenopteris rossica* фіксується появою видів *Sphenopteris rossica*, *Pecopteris (Lobopteris) lamuriana*; подошва зони *Lobopteris lamuriana* — появою виду *Nemejcopteris feminaeformis*; подошва зони *Sphenopteris mathetii* — появою видів *Sphenopteris mathetii*, *P. jongmansii*, *P. lepidorachis*, *Sphenophyllum longifolium*, а обсяги зон характеризуються максимальним поширенням решток рослин окремих видів. Так, для зони *Lobopteris lamuriana* найпоширенішими є папороті *Pecopteris (Lobopteris) lamuriana*, птеридосперми *Neuropteris ovata* і клинолисті *Sphenophyllum oblongifolium*, а для зони *Sphenopteris mathetii* — папороті *Acithea polymorpha* і клинолисті *Sphenophyllum oblongifolium*.

Види рослин, що визначають межі та характеризують обсяг макрофлористичних зон торецького регіоярусу, входять в число діагностичних видів двох порядків — *Neuroptero ovata-Lobopteretalia lamuriana* та *Subsigillario-Acithecetalia polymorpha*, а назви цих порядків подані за видами рослин, залишки яких переважають в рослинних комплексах. Так, велика кількість

рослинних решток у озерних відкладах і панування в них листя папоротей *Pecopteris (Lobopteris) lamuriana* і птеридоспермів *Neuropteris ovata* свідчить про домінування цих рослин у найпоширеніших угрупованнях порядку *Neuroptero ovata-Lobopteretalia lamuriana*, які росли в зоні приморських заболочених низовин. Серед них папороті з листям *Pecopteris (Lobopteris) lamuriana*, *Nemejcopteris feminaeformis*, *P. jongmansii* та *Sphenopteris mathetii*, рештки яких трапляються лише в озерних відкладах, віднесені до характерних видів цього порядку.

Рештки папоротей *Acithea polymorpha* часто знаходяться в дельтово-озерних відкладах, що свідчить про велике поширення цих папоротей на заплавно-дельтових рівнинах у складі угруповань порядку *Subsigillario-Acithecetalia polymorpha*. Папороті з листям *Acithea polymorpha* є диференційним видом двох порядків — *Neuroptero ovata-Lobopteretalia lamuriana* і *Subsigillario-Acithecetalia polymorpha*, оскільки рослинні рештки цих папоротей трапляються як в озерних, так і в озерно-дельтових відкладах.

Угруповання річкових долин та межиріч двох порядків *Cordaito principalis-Odontopteretalia subcrenulata* та *Utrechtio floriniformis-Culmitzchietalia parvifolia* реконструйовані на основі поодиноких решток викопних рослин, що може бути результатом незначної ролі цих угруповань в рослинному покриві торецького віку в межах басейну седиментації.

Розглянутий синтаксономічний склад рослинності торецького часу свідчить про те, що торецький регіоярус в обсязі однієї підзони *Sphenopteris rossica* і двох макрофлористичних зон *Lobopteris lamuriana* та *Sphenopteris mathetii* відповідає етапу розвитку рослинного покриву, який характеризується домінуванням вологих тропічних лісів приморських заболочених низовин із каламітово-папоротевими і папоротевоптеридоспермовими угрупованнями порядку *Neuroptero ovata-Lobopteretalia lamuriana* та вологих тропічних лісів заплавно-дельтових рівнин із плауновидно-папоротевими угрупованнями порядку *Subsigillario-Acithecetalia polymorpha* (див. рис. 3). Види-індекси та маркуючі види макрофлористичних зон торецького регіоярусу є характерними таксонами цих порядків.

Зважаючи на цю характеристику, можна зробити такий висновок. Подошва торецького регіоярусу, що збігається з нижньою межею підзони *Sphenopteris rossica*, відповідає рівню палео-

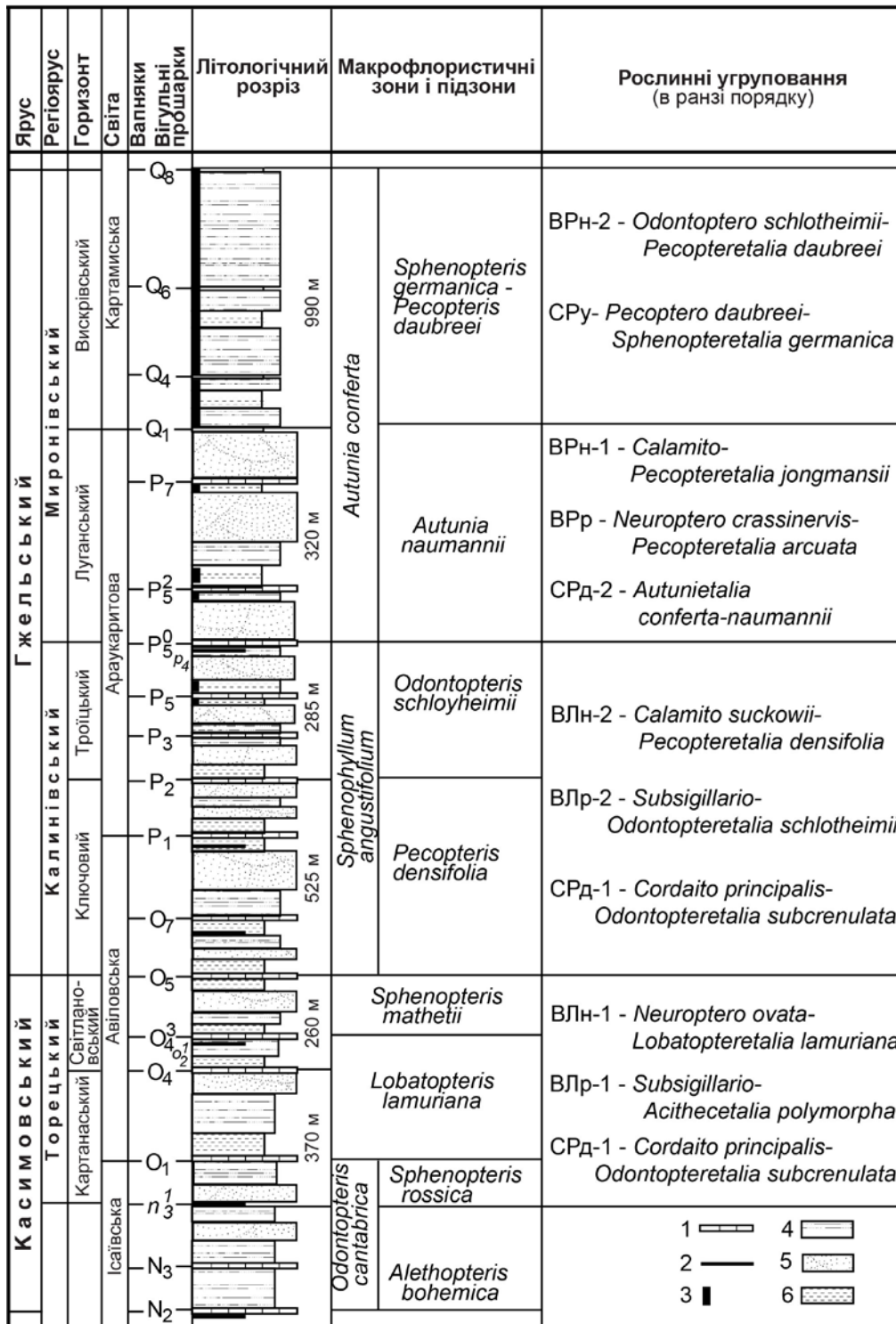


Рис. 3. Фітостратиграфічна і палеофітоценологічна характеристики верхньокам'яновугільних регіональних підрозділів Донецького басейну:

Умовні позначення: 1 – вапняки, 2 – вугільні прошарки, 3 – червоноколірні пласти, 4 – алевроліти, 5 – пісковики, 6 – аргіліти;

Типи рослинності: вологі ліси (ВЛн) і рідколісся (ВРН) приморських низовин; вологі ліси (ВЛр) і рідколісся (ВРр) заплавно-дельтових рівнин; сезонно-сухі рідколісся річкових долин (СРД) і рідколісся озерно-лагунних узбережжів (СРП).

Fig. 3. Phytostratigraphic and palaeophytocoenological characteristics of the upper Carboniferous regional subdivisions of the Donets Basin:

Legend: 1 – limestones, 2 – coal seams, 3 – red beds, 4 – siltstones, 5 – sandstones, 6 – claystones;

Vegetation types: wetland forests (ВЛн) and woodlands (ВРН) of coastal lowlands; wetland forests (ВЛр) and woodlands (ВРр) of deltaic plains; seasonally dry woodlands of river valleys (СРД) and woodlands of lagoon coasts (СРП).

фітоценотичної події, яка виражена еволюційним оновленням видового складу вологих тропічних лісів приморських низовин та заплавно-дельтових рівнин.

Поява і період розквіту впродовж торецького часу названих вище папоротей, які розширили склад палеофітоценозів, але без зміни їх синтаксономічної належності, фіксуються такими двома макрофлористичними зонами. Подошви цих зон характеризуються такими фітоценотичними змінами. Так, нижня межа зони *Lobatopteris lamuriana* відповідає часовому рівню збагачення видового складу і більш широкого розповсюдження каламітово-папоротевих і папоротево-птеридоспермових угруповань вологих лісів приморських низовин порядку *Neuroptero ovata-Lobatopteretalia lamuriana*, а також прибережно-водних і напівводних угруповань хвощевидних порядку *Sphenophyllo oblongifolium-Calamitetalia suckowii*. Домінантою і характерним видом лісових угруповань продовжували бути деревовидні папороті з листям *Pecopteris (Lobatopteris) lamuriana*. Подошва зони *Sphenopteris mathetii* маркує подальше зростання видового різноманіття при збереженні домінантів каламітово-папоротевих і папоротево-птеридоспермових угруповань вологих лісів приморських низовин того ж порядку *Neuroptero ovata-Lobatopteretalia lamuriana* і більш широкого розповсюдження плауновидно-папоротевих угруповань вологих лісів заплавно-дельтових рівнин порядку *Subsigillario-Acithetecetalia polymorpha*. У складі останніх домінуюча роль належала деревовидним папоротям з листям *Pecopteris (Acithea) polymorpha*.

### **Калинівський регіоярус**

Калинівському регіоярусу відповідає зона *Sphenophyllum angustifolium* з двома підзонами. Поява і велика кількість рослинних решток *Pecopteris densifolia*, а також поява *Sphenophyllum angustifolium*, *Odontopteris schlotheimii*, *Neuropteris crassinervis* і *Pecopteris mironovana* в нижній частині зони є критерієм виділення зони та її нижньої підзони *Pecopteris densifolia*, а максимальне поширення *Odontopteris schlotheimii* у верхній частині зони — критерієм виділення верхньої підзони *Odontopteris schlotheimii*.

За цими домінуючими видами названі синтаксони, що включають угруповання вологих тропічних лісів калинівського часу. У складі цих лісів папороті з листям *Pecopteris densifolia* і ка-

ламіти зі стволами *Calamites suckowii* визначені як доміанти рослинних угруповань приморських низовин порядку *Calamito suckowii-Pecopteretalia densifolia*, а плауновидні роду *Subsigillaria* і птеридосперми з листям *Odontopteris schlotheimii* — як доміанти угруповань заплавно-дельтових рівнин порядку *Subsigillario-Odontopteretalia schlotheimii*. Характерними видами першого порядку є папороті з листям *Pecopteris densifolia*, *P. arborescens*, *P. jongmansii* і *Nemejcopteris feminaeformis*. В угрупованнях заплавно-дельтових рівнин другого порядку до характерних видів належать птеридосперми з листям *Odontopteris schlotheimii* і *Neuropteris crassinervis*, а також папороті з листям *Pecopteris mironovana*.

Впродовж калинівського часу роль угруповань цих двох порядків в рослинному покриві змінювалась. Згідно із стратиграфічним поширенням та кількісним складом фітоориктоценозів в озерних та озерно-дельтових відкладах, у ранньокалинівський час досить широко були розповсюджені рослинні угруповання приморських низовин, тоді як у пізньокалинівський час роль цих угруповань значно скорочується, а угруповань заплавно-дельтових рівнин — зростає.

Таким чином, на підставі розглянутих даних калинівський регіоярус у складі двох горизонтів, що зіставляються з двома підзонами зони *Sphenophyllum angustifolium*, відповідає етапу розвитку рослинного покриву, який характеризується домінуванням вологих лісів приморських низовин із каламітово-папоротевих угруповань порядку *Calamito suckowii-Pecopteretalia densifolia* та вологих лісів заплавно-дельтових рівнин із плауновидно-птеридоспермових угруповань порядку *Subsigillario-Odontopteretalia schlotheimii* (див. рис. 3). Вид-індекс нижньої підзони *Pecopteris densifolia* є домінантою угруповань приморських низовин і характерним видом порядку *Calamito suckowii-Pecopteretalia densifolia*, а вид-індекс верхньої підзони *Odontopteris schlotheimii* — домінантом угруповань заплавно-дельтових рівнин та характерним видом порядку *Subsigillario-Odontopteretalia schlotheimii*.

Синтаксономічний склад рослинного покриву калинівського часу є результатом проявів фітоценогенезу, тобто появи нових типів фітоценозів. Тому подошва калинівського регіоярусу, що збігається з подошвою зони *Sphenophyllum angustifolium*, відповідає рівню палеофітоценотичної події, яка проявилась в формуванні нових угруповань двох порядків у результаті еволюцій-



ного оновлення складу вологих тропічних лісів приморських низовин та заплавно-дельтових рівнин. Зміни нижчого палеофітоценотичного рівня встановлені в пізньокалінівський (троїцький) час. Так, підшва троїцького горизонту, що відповідає нижній межі підзони *Odontopteris schlotheimii*, фіксує початок періоду змін ареалів палеофітоценозів, а саме скорочення угруповань приморських низовин порядку *Calamito suckowii-Pecopteretalia densifolia* і більш широкого розповсюдження угруповань заплавно-дельтових рівнин порядку *Subsigillario-Odontopteretalia schlotheimii* з дещо розширеним флористичним складом, але без зміни синтаксономічної належності.

### Миронівський регіоярус

Миронівському регіоярусу з двома горизонтами відповідає зона *Autunia conferta* з двома підзонами (див. рис. 3).

Луганський горизонт зіставляється з нижньою підзоною *Autunia naumannii*. Підшва цієї підзони і зони *Autunia conferta* визначається появою каліптеридних птеридоспермів. Численні фрагменти листя каліптерид *Autunia naumannii*, *A. conferta*, *Lodevia nicklesii* в заплавно-озерних і заплавних відкладах, а також листя папоротей *Pecopteris arcuata* і птеридоспермів *Neuropteris crassinervis* в заплавно-дельтових відкладах свідчать про появу в рослинному покриві нових угруповань, які відіграли провідну роль в луганський час та виділені в два нових порядки. Птеридосперми з листям *Autunia naumannii* і *A. conferta* є домінантами сезонно-сухої тропічної рослинності заплавних рівнин, яка складалася з рідколісних угруповань порядку *Autunietalia conferta-naumannii*. Зазначені види птеридоспермів є характерними видами цього порядку та маркуючими таксонами зони *Autunia conferta*. Папороті з листям *Pecopteris arcuata* і птеридосперми з листям *Neuropteris crassinervis* віднесені до характерних видів порядку *Neuroptero crassinervis-Pecopteretalia arcuata*, який включає угруповання вологого тропічного рідколісся заплавно-дельтових рівнин. Папороті з листям *Pecopteris jongmansii*, *P. daubreei*, *P. arborescens*, *P. martinezii* та каламіти *Calamites* sp. входили до угруповань вологого тропічного рідколісся приморських низин порядку *Calamito-Pecopteretalia jongmansii*.

Вискрівському горизонту відповідає верхня підзона *Sphenopteris germanica-Pecopteris daubreei* зони *Autunia conferta*. Вище підшви цієї підзони виявлені *Pecopteris daubreei*, *P. jongmansii*,

*P. subelegans*, *Odontopteris schlotheimii* і *Sphenopteris germanica*, які в розрізі трапляються вже не вперше. На основі поширення цих викопних рослин в озерних і озерно-лагунах відкладах виділено названу вище підзону, а також встановлено два нових порядки. Угруповання вологого тропічного каламітово-папоротевого і папоротево-птеридоспермового рідколісся приморських низовин віднесено до порядку *Odontoptero schlotheimii-Pecopteretalia daubreei*, а угруповання сезонно-сухого папоротево-птеридоспермового рідколісся озерно-лагунах рівнин – до порядку *Pecoptero daubreei-Sphenopteretalia germanica*. Папороті з листям *Pecopteris daubreei* розглядаються як диференційний вид цих двох порядків, а птеридосперми з листям *Odontopteris schlotheimii* та *Sphenopteris germanica* визначені як характерні види відповідного порядку, до якого вони входять.

Зазначені вище флористичні і синтаксономічні зміни рослинного покриву дозволяють зробити обґрунтування обсягу і меж двох горизонтів миронівського регіоярусу.

Луганський горизонт, що зіставляється з підзоною *Autunia naumannii*, відповідає етапу розвитку рослинного покриву, який характеризується домінуванням сезонно-сухого рідколісся і чагарникових заростей річкових долин із угруповань каліптеридних птеридоспермів порядку *Autunietalia conferta-naumannii*, а також поширенням вологого рідколісся приморських низин із каламітово-папоротевих угруповань порядку *Calamito-Pecopteretalia jongmansii* та вологого рідколісся і чагарників заплавно-дельтових рівнин із каламітово-папоротевих і птеридоспермових угруповань порядку *Neuroptero crassinervis-Pecopterion arcuata*.

Вискрівський горизонт, що зіставляється з підзоною *Sphenopteris germanica-Pecopteris daubreei*, відповідає етапу поширення вологого рідколісся приморських низовин із каламітово-папоротевих і папоротево-птеридоспермових угруповань порядку *Odontoptero schlotheimii-Pecopteretalia daubreei* та сезонно-сухого рідколісся і чагарників лагунах узбереж із папоротево-птеридоспермових угруповань порядку *Pecoptero daubreei-Sphenopteretalia germanica*.

На основі цих характеристик можна зробити висновок, що миронівський регіоярус в обсязі двох горизонтів та однієї макрофлористичної зони *Autunia conferta* з двома підзонами характеризується двома періодами розвитку угруповань

вологого і сезонно-сухого тропічного рідколісся різних нових порядків, які були поширені в різних еколого-ландшафтних умовах упродовж двох послідовних часових інтервалів. Ці періоди відповідають двом етапам у розвитку рослинності (див. рис. 3).

Видовий склад та домінанти угруповань луганського часу свідчать про те, що формування нового порядку *Autunietalia conferta-naumannii* в межах річкових долин обумовлене появою та домінуванням нових видів птеридоспермів, а формування нових типів рідколісних фітоценозів порядку *Calamito-Pecopteretalia jongmansii* приморських низовин та порядку *Neuroptero crassinervis-Pecopterion arcuata* заплавно-дельтових рівнин — трансформуванням складу та зміною домінантів вологих лісів калинівського віку. На основі аналізу цих процесів можна зробити висновок, що підосва миронівського регіорусу і луганського горизонту відповідає рівню палеофітоценотичної події, яка виражена появою нових типів угруповань трьох порядків, із яких формування сезонно-сухого рідколісся річкових долин пов'язано з еволюційним оновленням їх складу, а вологого рідколісся приморських низовин і заплавно-дельтових рівнин — із скороченням видового складу та зміною домінантів угруповань. Види-індекси зони *Autunia conferta* і нижньої підзони *Autunia naumannii* є домінантами домінуючих угруповань заплавних рівнин і характерними видами порядку *Autunietalia conferta-naumannii*.

Зміна ландшафтних умов, яка встановлена на основі літолого-фаціального аналізу відкладів вискрівського горизонту, зумовила перебудову рослинного покриву (Boyarina, 2021). Фітоценотичні зміни були спричинені міграцією певних груп рослин із дельтових та заплавних рівнин у приморські та озерно-лагунні площі в результаті трансформації річкових систем у тимчасові водотоки в умовах зростаючої пізньопалеозойської аридизації клімату. Отже, аналіз фітоценотичних процесів свідчить про те, що нижня межа вискрівського горизонту відповідає рівню палеофітоценотичної події, яка виражена появою нових типів вологих рідколісних угруповань приморських низовин та сезонно-сухих рідколісних угруповань озерно-лагуних рівнин, формування яких пов'язано із розширенням видового складу угруповань в результаті міграції рослин та появою нових домінантів без еволюційних змін флори.

Вид-індекс *Sphenopteris germanica* верхньої підзони *Sphenopteris germanica-Pecopteris daubreei* є характерним видом порядку *Pecoptero daubreei-Sphenopteretalia germanica*, що включає угруповання озерно-лагуних рівнин. Другий вид-індекс *Pecopteris daubreei* цієї підзони є диференційним видом двох порядків, один з яких об'єднує угруповання порядку *Odontoptero schlotheimii-Pecopteretalia daubreei* приморських низовин, а другий включає угруповання озерно-лагуних рівнин.

#### ВИСНОВКИ

На основі аналізу фітостратиграфічних і палеофітоценологічних даних встановлено чотири етапи розвитку пізньокам'яновугільного рослинного покриву, які відповідають обсягам чотирьох регіональних підрозділів Донецького басейну — торецькому і калинівському регіорусам та луганському і вискрівському горизонтам миронівського регіорусу.

Етапи характеризуються набором палеосинтаксонів у ранзі порядку, серед яких визначальна роль належить домінуючим рослинним угрупованням найбільш поширених ландшафтів. Формування нових типів угруповань є проявами фітоценогенетичних процесів, які приводили до палеофітоценотичних перебудов та зміни етапів. Зміни етапів розглядаються як палеофітоценотичні події, які виражені зміною домінуючих рослинних угруповань певних типів ландшафтів.

Визначені рівні палеофітоценотичних подій фіксують основні палеоекосистемні перебудови в світлі етапності розвитку рослинного покриву та збігаються з підосвами регіональних підрозділів. Палеофітоценотичні події проявились в формуванні нових типів угруповань в результаті: (1) еволюційного оновлення вологих лісів приморських низовин та заплавно-дельтових рівнин (підосви торецького і калинівського регіорусів) та сезонно-сухого рідколісся річкових долин (підосва миронівського регіорусу); (2) скорочення видового складу і зміною домінантів рідколісся приморських низовин та заплавно-дельтових рівнин (підосва миронівського регіорусу); (3) міграції рослин і появою нових домінантів вологого рідколісся приморських низовин та сезонно-сухих рідколіс озерно-лагуних рівнин (підосва вискрівського горизонту).

REFERENCES

- Boyarina N. I., 2006a. To the issue of classification of the Gzhelian and early Asselian vegetation of the Western Donbass. In: *Geological research in Ukraine: Collection of Scientific Works for the 75<sup>th</sup> birth anniversary of Professor O. P. Fisunenکو*. Lugansk: Alma-mater, pp. 20–27. (In Russian).
- Boyarina N. I., 2006b. The late Stephanian-early Autunian flora of the Kartamyshian Suit of the Donets Basin. *Palaeontologichnyi Zbirnyk*, No 38, pp. 3–10. (In Ukrainian).
- Boyarina N. I., 2016a. Middle and Upper Carboniferous (Pennsylvanian) megafloral zones of the Donets Basin. *Geological Journal (Ukraine)*, No 1 (354), pp. 21–35. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.30836/igs.1025-6814.2016.1.97280>
- Boyarina N. I., 2016b. The late Carboniferous dominant palaeophytocoenoses of the Donets Basin (according to vegetation classification by the Braun-Blanquet method). In: *Problems of geology of Phanerozoic of Ukraine: Proceedings of the 7nd Ukrainian Scientific Conference* (Lviv, 6–8 October 2016). Lviv, pp. 36–39. (In Ukrainian).
- Boyarina N. I., 2017. Palaeophytocoenological research of the late Carboniferous vegetation of the Donets Basin. In: *Collection of Scientific Works of the Institute of Geological Sciences of Ukraine NAS*. Kyiv, vol. 10, pp. 4–14. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.30836/igs.2522-9753.2017.141682>
- Oshurkova M. V., 1967. Palaeophytological justification of the stratigraphy of upper suits of the Carboniferous deposits of the Karaganda Basin. Leningrad: Nauka, 152 p. (in Russian).
- Fisunenکو O. P., 1975. The Donets Basin as the floristic standard of the Carboniferous of south of the European part of the USSR. In: *The Carboniferous stratigraphy and geology of coal-bearing formatins of the USSR: Proceedings of the VII International Congress on Carboniferous Stratigraphy and Geology*. Moscow: Nedra, pp. 90–101. (In Russian).
- Shchegolev A. K., 1964. The differentiation of the late Carboniferous vegetation of the Westphalian province. In: *Issues of the regularities and forms of the organic world development: Proceedings of the VII session All-Union Palaeontological Conference*. Moscow: Nedra, pp. 158–170. (In Russian).
- Shchegolev A. K., 1975. The flora and vegetation evolution of the territory of the southern European part of the USSR from the end of the middle Carboniferous to the beginning of the Permian. Volume and dismemberment of the upper Carboniferous, Stephanian. In: *The Carboniferous stratigraphy and geology of coal-bearing formatins of the USSR: Proceedings of the VII International Congress on Carboniferous Stratigraphy and Geology*. Moscow: Nedra, pp. 101–108. (In Russian).
- Shchegolev A. K., 1991. The late Carboniferous lycopods and horsetails. Kyev: Naukova dumka. 128 p. (In Russian).
- Boyarina N. I., (forthcoming). Late Carboniferous vegetation cover changes in the Donets Basin: syndynamic aspect. *Visnyk of V. N. Karazin Kharkiv National University. Series «Geology, Geography, Ecology»*.
- Boyarina N. I., Shchegolev A. K., (forthcoming). Late Carboniferous flora and vegetation of the Donets Basin. Kiev.
- Боярина Н. И. К вопросу о классификации гзельской и раннеассельской растительности Западного Донбасса. *Геологічні дослідження в Україні: Зб. наук. праць до 75-річчя професора О. П. Фісуненка*. Луганськ: Альма-матер, 2006а. С. 20–27.
- Боярина Н. И. Пізньостефансько-ранньоотенська флора картамиської світи Донецького басейну. *Палеонтол. зб.* 2006б. № 38. С. 3–10.
- Боярина Н. И. Макрофлористические зоны среднего и верхнего карбона (пенсильванской подсистемы) Донецкого бассейна. *Геол. журн.* 2016а. № 1 (354). С. 21–35. DOI: <https://doi.org/10.30836/igs.1025-6814.2016.1.97280>
- Боярина Н. И. Пізньокам'яновугільні домінуючі палеофітоценози Донецького басейну (згідно класифікації рослинності за методом Ж. Браун-Бланке). *Проблеми геології фанерозою України: Матеріали VII Всеукр. наук. конф.* (6–8 жовтня 2016 р.). Львів, 2016б. С. 36–39.
- Боярина Н. И. Палеофитоценологические исследования позднекаменноугольной растительности Донецкого бассейна. *Збірник наукових праць Інституту геологічних наук НАН України*. Київ, 2017. Т. 10. С. 4–14. DOI: <https://doi.org/10.30836/igs.2522-9753.2017.141682>
- Ошуркова М. В. Палеофитологическое обоснование стратиграфии верхних свит каменноугольных отложений Карагандинского бассейна. Ленинград: Наука, 1967. 152 с.
- Фисunenکو О. П. Донецкий бассейн как флористический эталон карбона юга европейской части СССР. *Стратиграфия карбона и геология угленосных формаций СССР: Матеріали VII Междунар. конгр. по стратиграфии и геологии карбона*. Москва: Недра, 1975. С. 90–101.
- Щеголев А. К. Дифференциация растительности в позднем карбоне вестфальской провинции. *Вопросы закономерности и форм развития органического мира: Тр. УП сес. ВПО*. Москва: Недра, 1964. С. 158–170.
- Щеголев А. К. Эволюция флоры и растительности территории юга европейской части СССР с конца среднего карбона до начала перми. Объем и расчленение верхнего, стефанского, отдела каменноугольной системы. *Стратиграфия карбона и геология угленосных формаций СССР: Матеріали VII Междунар. конгр. по стратиграфии. и геологии. карбона*. Москва: Недра, 1975. С. 101–108.
- Щеголев А. К. Плауновидные и клинолисты позднего карбона. Киев: Наук. думка, 1991. 128 с.
- Boyarina N. I. Late Carboniferous vegetation cover changes in the Donets Basin: syndynamic aspect. *Вісн. ХНУ ім. В. Н. Каразіна. Сер. Геологія. Географія. Екологія* (підготовка до публікації).
- Boyarina N. I., Shchegolev A. K. Late Carboniferous flora and vegetation of the Donets Basin. Київ: (підготовка до публікації).

## **ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ ПОЗДНЕКАМЕННОУГОЛЬНЫХ ФЛОРЫ И РАСТИТЕЛЬНОСТИ ДОНЕЦКОГО БАСЕЙНА КАК ОСНОВА ОБОСНОВАНИЯ РЕГИОНАЛЬНЫХ СТРАТОНОВ НА ПАЛЕОЭКОСИСТЕМНОМ УРОВНЕ**

**Н. И. Боярина**

Установлено четыре этапа развития позднекаменноугольного растительного покрова, соответствующие временным интервалам четырех региональных подразделений Донецкого бассейна — торецкому и калиновскому региоярусам, луганскому и выскривскому горизонтам мироновского региояруса. Анализ фитостратиграфических и палеофитоценологических данных показал, что этапы характеризуются доминирующими растительными сообществами в ранге порядка наиболее распространенных ландшафтов. Смены этапов рассматриваются как палеофитоценотические события, которые выражены изменением доминирующих сообществ определенных типов ландшафтов. Уровни палеофитоценологических событий совпадают с основаниями региональных подразделений. Основания торецкого и калиновского региоярусов соответствуют уровням палеофитоценологических событий, которые проявились в формировании новых типов сообществ в результате эволюционного обновления состава влажных каламитово-папоротниковых и папоротниково-птеридоспермовых лесов приморских низменностей, а также плауновидных и каламитово-папоротниковых лесов пойменно-дельтовых равнин. Основание мироновского региояруса (луганского горизонта) соответствует уровню палеофитоценологического события, выраженного появлением новых типов сообществ сезонно-сухих птеридоспермовых редколесий речных долин в результате эволюционного обновления их состава, а также появлением сообществ влажных каламитово-папоротниковых редколесий приморских низменностей и каламитово-папоротниковых и птеридоспермовых редколесий пойменно-дельтовых равнин, формирование которых обусловлено сокращением видового состава лесных сообществ и изменением доминантов. Нижняя граница выскривского горизонта соответствует уровню палеофитоценологического события, выраженного появлением новых типов влажных каламитово-папоротниковых и папоротниково-птеридоспермовых редколесных сообществ приморских низменностей и сезонно-сухих папоротниково-птеридоспермовых редколесных сообществ озерно-лагунных равнин, формирование которых связано с миграцией растений и появлением новых доминантов. Рассмотренные палеофитоценотические события являются проявлениями фитоценогенетических процессов, которые приводили к фитоценотическим изменениям, и фиксируют основные палеоэкосистемные перестройки в свете этапности развития растительного покрова. *Ключевые слова:* развитие растительности, региональные подразделения, верхний карбон, Донецкий бассейн.