

DOI: <https://doi.org/10.30836/igs.2522-9753.2025.330439>

УДК 551.778.52:551.558.2;
;56.074(477)

E-mail:

ochakovsky

<https://orcid.org/0000-0001-9147-0590>

efimenko

<https://orcid.org/0000-0003-2580-1501>

РЕКОНСТРУКЦІЯ КЛІМАТУ ДОНБАСУ У ПІЗНЬОМУ ЕОЦЕНІ– РАННЬОМУ МІОЦЕНІ ЗА МЕТОДОМ COEXISTENCE APPROACH НА ПІДСТАВІ ДАНИХ СПОРОВО-ПИЛКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

RECONSTRUCTION OF THE CLIMATE OF DONBASS DURING THE LATE EOCENE-EARLY MIOCENE USING THE COEXISTENCE APPROACH METHOD BASED ON SPORE-POLLEN DATA

Очаковський В. Ю., Єфіменко В. І.

Volodymyr Yu. Ochakovskiy, Valentyna I. Yefimenko

Institute of Geological Sciences, NAS of Ukraine, 55-b O. Honchara Str., Kyiv, Ukraine, 01601

Методом Coexistence approach виконано реконструкцію клімату регіону Донецької складчастої споруди впродовж пізнього еоцену–раннього міоцену на підставі результатів спорово-пилкових досліджень. Проведено порівняння отриманих результатів із такими попередніх досліджень палеоклімату олігоценового часу цього регіону за даними вивчення відповідних комплексів спор та пилку, плодів і насіння, відбитків рослин. Отримано значення сімох параметрів клімату для пізньоеоценового часу (приабон), двох проміжків ранньоолігоценового часу (ранній рюпель, середній рюпель) та пізньоолігоценового часу (хат), а також початку ранньоміоценового часу (початок аквітану). Зареєстровано поступове але нелінійне зниження середньорічної температури впродовж усього дослідженого інтервалу часу з мінімумом у пізньому еоцені, максимумом у середньорюпельський час (ранній олігоцен) і мінімумом на початку раннього міоцену. Встановлено впродовж пізнього еоцену–раннього міоцену тенденцію до зміщення максимуму опадів із теплого на холодний сезон року. Виконано порівняльний аналіз отриманих результатів із такими, що отримані автором раніше для олігоценового часу Українського щита, Дніпровсько-Донецької западини, Північного Причорномор'я та Рівнинного Криму. Визначено, що реконструйований клімат належить до теплопомірного, помірно вологого, із сухим спекотним літом, типу Csa за Кьоппенем.

Ключові слова: спори та пилки, палеоклімат, Донбас, Coexistence Approach, пізній еоцен, олігоцен, ранній міоцен.

Keywords: spores and pollen, paleoclimate, Donbas, Coexistence Approach, Late Eocene, Oligocene, Early Miocene.

The Coexistence approach method was used to reconstruct the climate of the Donetsk Folded Structure region during the Late Eocene-Early Miocene based on the results of spore-pollen studies. The results obtained were compared with previous studies of the paleoclimate of the Oligocene time in this region based on the study of the corresponding complexes of spores and pollen, fruits and seeds, and plant prints. The values of seven climate parameters were obtained for the Late Eocene (Priabon), two intervals of the Early Oligocene (Early Rupelian, Middle Rupelian) and the Late Oligocene (Khat), as well as the beginning of the Early Miocene (beginning of the Aquitanian). A gradual but nonlinear decrease in the average annual temperature was recorded throughout the studied time interval with a minimum in the late Eocene, a maximum in the middle Rupelian time (early Oligocene) and a minimum at the beginning of the early Miocen. A tendency to shift the maximum precipitation from the warm to the cold season of the year was established

© Видавець Інститут геологічних наук НАН України, 2025. Стаття опублікована за умовами відкритого доступу за ліцензією CC BY-NC-ND (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

© Publisher Institute of Geological Sciences of the National Academy of Sciences of Ukraine, 2025. This is an Open Access article under the CC BY-NC-ND license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Цитування: В. Ю. Очаковський, В. І. Єфіменко. Реконструкція клімату Донбасу у пізньому еоцені–ранньому міоцені за методом Coexistence Approach на підставі даних спорово-пилкових досліджень. Збірник наукових праць Інституту геологічних наук НАН України. 2025. Том 18. Вип. 1. С. 44–59. <https://doi.org/10.30836/igs.2522-9753.2025.330439>.

Citation: Ochakovskiy V. Yu., Yefimenko V. I., 2025. Reconstruction of the climate of Donbass during the Late Eocene-Early Miocene using the Coexistence Approach method based on spore-pollen data. Collection of Scientific Works of the Institute of Geological Sciences NAS of Ukraine. Vol. 18. Iss. 1. P. 44–59. <https://doi.org/10.30836/igs.2522-9753.2025.330439>.

during the Late Eocene–Early Miocene. A comparative analysis of the obtained results was conducted with those obtained by the author earlier for the Oligocene time of the Ukrainian Shield, the Dnieper–Donets Basin, the Northern Black Sea Region and the Plain Crimea. It was established that the reconstructed climate is attributed to the warm temperate, moderately humid, with dry hot summers, type Csa according to Köppen.

ВСТУП

Спорово-пилкові дослідження пізньоеоцен-олігоценових відкладів Донецької складчастої споруди (ДСС) були започатковані ще у середині ХХ ст. У результаті цих досліджень описано спорово-пилкові комплекси (СПК) місцевих стратонів (світ, товщ) у низці розрізів, визначено за спорами та пилком вік досліджених відкладів (Михеліс, 1973б, 1973в, 1975, 1976а, б; Михеліс, Крузіна, Узіюк, 1968, 1970; Михеліс, Узіюк, 1973, 1974, 1981), проведено міжрегіональну кореляцію відкладів за даними спорово-пилкового аналізу (Бланк, Зосимович, Михеліс, 1980; Михеліс, Зосимович, Соколов, 1975; Зосимович, Михеліс, 1979), реконструйовано склад флори та характер рослинності цього регіону у пізньоеоцен-олігоценовий час (Михеліс, 1973а, 1982в), досліджено морфологію, таксономію й стратиграфічне поширення окремих таксонів пилку у крейдових–неогенових відкладах Донбасу (Михеліс, 1982а, 1984а, б, 1988а, б, 1990, 1991).

Палеокліматичні дослідження за даними спорово-пилкового аналізу для пізньоеоценового – ранньоміоценового часу території Донбасу, були проведені раніше (Козяр, Михеліс, 1973; Михеліс, 1973в). За наявністю у складі СПК таксонів, віднесених до тієї чи іншої еколого-кліматичної групи, зроблено висновки щодо типу клімату того чи іншого відрізка геологічного часу. Проведений Л. А. Козяр та А. А. Михеліс палеоекологічний аналіз комплексів викопних спор і пилку, плодів та відбитків рослин палеогену Донбасу показав, що умови вологості від буцацького до берецького часу не зазнали таких змін, щоб це відбилось на складі флори та характері рослинності, але температурні умови доволі значно коливались (Козяр, Михеліс, 1973). Також дослідники зазначали, що у СПК нижньої частини харківських (нижньо-середньоолігоценових на їх думку) відкладів суттєво знижується роль тропічних та субтропічних елементів та підвищується роль помірних елементів. Дослідники виявили значне зростання ролі тропічних і субтропічних елементів у пізньоолігоценовий (берецький, за даними авторів) час, кількість яких стає такою як у київський (середньоеоценовий, на думку авторів) час, й одночасно великий розвиток помірних форм, що

автори пов'язують з підвищенням континентальності клімату а також більшою розчленованістю рельєфу (Козяр, Михеліс, 1973).

Нами було поставлено за мету провести кількісну реконструкцію клімату пізнього еоцену – раннього міоцену регіону ДСС (Артемівська антикліналь) на підставі результатів спорово-пилкових досліджень (Михеліс, 1974, звіт) відкладів, що розкриті св. А-774, розташованою на території м. Бахмут (Бахмутський район, Донецька область, Україна) за методом Coexistence Approach (CA), який розробили В. Моссбрюгер і Т. Утешер (Mosbrugger, Utescher, 1997; Utescher et al., 2014).

МАТЕРІАЛ

Регіон досліджень (рис. 1) розміщується на Артемівській антикліналі, він належить до західних окраїн ДСС (Зосимович, Шевченко 2015). Матеріалом дослідження є результати спорово-пилкових досліджень (Михеліс, 1974, звіт) верхньоеоцен-нижньоміоценових відкладів, що розкриті св. А-774 (м. Бахмут, Бахмутський район, Донецька область, Україна). Свердловиною розкрито увесь наявний тут розріз палеогену, неогену та антропогену. Верхньоеоценові відклади залягають безпосередньо на слов'янській світі нижньої пермі. А. А. Михеліс (1974, звіт) визначила п'ять СПК з монотонної піщано-глинистої товщі з проверстками бурого вугілля (Михеліс, 1974, звіт). Це дало їй можливість провести стратиграфічний поділ розрізу в межах від верхнього еоцену до нижнього міоцену на київську, харківську, берецьку (виділено два СПК) і полтавську світи за регіональною стратиграфічною схемою (Зосимович, Ключников, Носовский, 1963), прийнята МСК СРСР у 1964 р. та порівняти зазначені вище комплекси з комплексами опорного розрізу у Новодмитрівській воронці (Михеліс, Крузіна, Узіюк, 1968, 1970). Співвідношення стратиграфічного поділу за даними звіту (Михеліс 1974) і за сучасною схемою (рис. 2) (Зосимович, Шевченко 2015) показано на Рис. 3.

У розрізі св. А-774 на слов'янській світі нижньої пермі лежать палеогенові відклади – (київська світа за Михеліс, 1974, звіт) (102,0–81,5 м). Загальна потужність київської світи – 20,5 м.



Рис. 1. Розміщення дослідженого розрізу.

Fig. 1. Location of the investigated section.

102,0–96,8 м товща пісковиків світло-зелених, кварц-глауконітових, погано сортованих, з намівами и гніздами каолініту, гравієм і галькою до 0,5–1 см і проверстками глин потужністю до 20–40 см. Загальна потужність товщі — 8,8 м.

96,8–81,5 м товща пісків темно-зелених кварц-глауконітових, глинистих, з неясно-хвилястою шаруватістю. На границі товщ залягає прошарок дуже глинистого пісковіку потужністю 0,8 м. Загальна потужність товщі—11,7 м.

З глибин 101,8 м, 98,0 м, 89,0 м, 83,0 м. А. А. Міхеліс (1974, звіт) отримала СПК. Спорово-пилкові спектри з обох товщ близькі за складом і об'єднані А. А. Міхеліс у єдиний СПК. Тут домінує пилки покритонасінних (63–95%) голонасінні займають друге місце (до 70%), спори одиничні — Polypodiaceae. Родина Pinaceae представлена родами *Pinus* (*P. protocembra*, *P. cembraeformis*, *P. koraiensis*, *P. banksianiformis*, *P. longifoliaformis*, *P. ex gr. sylvestris*, *P. singularis*, *P. strobiformis*, *P. ex gr. sibirica*, *P. taedaformis*, *P. excelsaeformis*, *P. cristata*), *Cedrus*. Наявний пилки Taxodiaceae. Покритонасінні представлені родинами теплолюбних субтропічних рослин: Myricaceae — до 5% (*Myrica esculentiformis*, *M. mirabilis*, *M. paradoxa*, *M. galeformis*, *Comptonia*), *Engerhardia* — одинично, Sapotaceae — до 2%. Також поширені *Quercus* — до 8% (*Q. conferta*, *Q. graciiformis*, *Q. sparsa*), *Alnus* — до 2%, *Betula* — до 2%, *Nyssa* — до 4%, Ericaceae — до 2%, одинично виявлені *Tilia*, Chenopodiaceae. Значний вміст пилку, що

визначений за морфографічною класифікацією: *Pompeckjioidaepollenites*, *Tricolporollenites psedocingulum* — до 8%, *T. cingulum* — до 15%, *T. megexactus* spp. *exactus*—до 2%, *T. villensis* — до 30%, *T. krutschii* та *T. iliaceus* (cf. *Ilex*) — одинично. *Tricolpopollenites liblarensis* — до 10%, *T. henrici* — до 30%.

А. А. Міхеліс віднесла отриманий нею СПК до київської світи верхнього еоцену (1974, звіт). Ми також схильні відносити цей СПК до верхнього еоцену — обухівського регіоярису за схемою (Зосимович, Шевченко, 2015) на підставі наявності у його складі доволі високої частки пилку покритонасінних, що визначений за морфографічною класифікацією і належить до стеми Postnormapolles, наприклад *Tricolporopollenites villensis* — до 30%, *Tricolpopollenites henrici* — до 30% та ін. Серед пилку покритонасінних, що визначений за природною класифікацією, домінують теплолюбні субтропічні рослини (*Myrica*, *Quercus*, *Nyssa*).

Вище залягає харківська світа (за: Міхеліс, 1974, звіт). На контакті київської та харківської світи лежить прошарок кременистого пісковіку потужністю 0,2 м з фосфоритовою галькою.

81,5–78,0 м товща сірих пісків загальною потужністю 3,5 м. З глибин 78,0 м, 81,0 м, А. А. Міхеліс (1974, звіт) отримала СПК. Він характеризується домінуванням покритонасінних (93–98%). Переважає пилки Betulaceae — *Betula*, *Alnus*, *Corylus*, *Carpinus* (до 40%). Це *Betula ulmifolia*,

B. middendorfi, *Alnus* cf. *glutinosa*, *Corylus americana*, *C. avellana*. Myricaceae – близько 10% (*Myrica esculentiformis*, *M. galeiformis*, *Comptonia*), Fagaceae – порядку 5% (*Quercus graciliformis*, *Q. conferta*, *Q. porrectus*, *Q. pokrovskajae*, *Castanea*), Araliaceae и *Cornus* – біля 2%, Juglandaceae – до 4% (*Pterocarya paliurus*, *Carya glabraeformis*, *Carya* sp., *Engelhardia*), Ericaceae – близько 10%, *Nyssa* – близько 4%, Ulmaceae – до 5% (*Ulmus*, *Celtis*), Sapotaceae – близько 2%, *Tilia* – порядку 2% і морфографічних таксонів: *Tricolporopollenites henrici* – до 30%, *T. liblarensis* – порядку 10%, *Tricolporopollenites pseudocingulum* – порядку 5%, *T. ex gr. cingulum-villensis* – порядку 6%, *Triatriopollenites coryphaeus* – до 5%. Одиначно виявлено: *Liquidambar*, *Palmae*, *Symplocaseae*, *Ilex*, *Acer*, *Potamogeton*, *Plicatopollis plicatus*, *Triatriopollenites rurensis*, *Tripoporopollenites maggranifer*, *Subtripoporopollenites*, *Tricolporopollenites euphorii* (cf. *Aralia*), *T. exactus*, *Tricolporopollenites asper* и *Pompeckjoidaeapollenites*.

Для групи голонасінних (загалом 1,5–7,0%) характерний пилок Pinaceae, рідше – Taxodiaceae.

А. А. Міхеліс (Михеліс, 1974, звіт) зазначає, що аналогічний склад, має СПК у Новодмитрівській, Бовтиській, Степківській, Картамиській та Берецькій структурах ДСС. Вік відкладів (ранньо-олігоценовий) харківської світи, з яких отримано СПК, визначений А. А. Міхеліс на підставі кореляції цих відкладів з відповідними відкладами у Новоазовському геологічному районі, коса Крива, де у св. 151 (інтервал глибин 179,8–216,5 м) було вивчено комплекс форамініфер, аналогічний комплексу борисфенської світи нижнього олігоцену Причорномор'я (Коненкова, 1984). Автори у питанні віку цих відкладів поділяють думку А. А. Міхеліс (Михеліс, 1974, звіт) і відносять ці відклади до раннього олігоцену.

За схемою (Зосимович Шевченко 2015) (рис. 2) ці відклади належать до нижнього олігоцену (межигірський регіоярус).



Рис. 2. Стратиграфічна схема верхньоєоцен-олігоценових відкладів Донецької складчастої споруди (Зосимович, Шевченко 2015).

Fig. 2. Stratigraphic scheme of the Upper Eocene-Oligocene sediments of the Donetsk folded structure (Zosimovich, Shevchenko, 2015).

Вище (78,0–48,4 м) у розрізі св. А-774 залягає берецька світа (за: А. А. Міхеліс, 1974, звіт).

78,0–77,0 м вугільний пласт потужністю 1 м. Представлений атритовим вугіллям, перехідним до гелітового. Грунтом пласта є вуглистий пісковик (0,1 м), що поступово переходить вгору за розрізом у піскувате, а потім і чисте вугілля. Кровля пласта складена вуглистою глиною.

77,0–48,4 м монотонна товща світло-сірих однорідних глин потужністю 28,6 м.

А. А. Міхеліс (1974, звіт) описано два спорово-пилкових комплекси: з вугільного пласта й з товщі глин.

З вугільного пласта отримано СПК з глибин 81,0 м та 78,0 м. СПК що містять: 80–95% пилку покритонасінних, 5–10% пилку голонасінних та до 10% спор. Голонасінні представлені головно пилком *Taxodiaceae* (*Glyptostrobus*, *Taxodium*, *Sequoia*). Серед покритонасінних найбільш численний пилкок рослин родини *Betulaceae* — до 70% (*Alnus* cf. *incana*, *Alnus* sp., *Corylus*, *Betula* cf. *middendorffii*, *B. verrucosa*, *Carpinus*, *Ostrya*), *Tiliaceae* (*Tilia* sp. — до 10%), *Ulmaceae* — до 10%, *Fagaceae* — до 5% (*Quercus sparsa*, *Q. graciliformis*, *Quercus* sp., *Fagus* sp.), *Juglandaceae* — до 5% (*Carya glabraeformis*, *C. elegans*, *C. spackmama*, *Carya* sp., *Platycarya* sp.), *Aquifoliaceae* — до 3% (*Ilex* sp.), *Ericaceae* — до 2%. Одиначо зустрінутий пилкок *Myrica*, *Symplocaseae*, *Cornaceae*, *Acer*, *Arecaseae*, *Liquidambar*. Присутній пилкок штучних таксонів: *Tricolpopollenites henrici* (cf. *Quercus*), *T. liblarensis* — до 10%, *Tricolporopollenitcs cingulum* — *villiensis* (cf. *Castanea*, *Castanopsis*) — до 20%, *T. pseudocingulum* (cf. *Rhus*) — до 10%.

З товщі глин (глибини 77,0 м, 77,3 м, 77,5 м, 66,7 м, 57,0 м, 48,4 м) отримано такий СПК: покритонасінні — 80–90%, голонасінні — 2–10%, спори (*Lycopodium inundatum*) — до 20%. Голонасінні представлені пилком *Pinaceae*, що переважає над *Taxodiaceae* та *Sciadopitys*. Покритонасінні: *Fagaceae* — до 25% (*Quercus graciliformis*, *Q. conferta*, *Q. sibirica*, *Quercus* sp., *Fagus* sp.), *Betulaceae* — до 10% (*Alnus* sp., *Corylus* sp.), *Myricaceae* — до 10% (*Myrica esculentiformis*, *M. mirabilis*, *M. galeformis*), *Nyssaceae* — до 10% (*Nyssa* sp.), *Juglandaceae* — до 4% (*Carya glabraeformis*, *C. elegans*, *Carya* sp., *Engelhardia* sp.); *Aquifoliaceae* — до 4% (*Ilex* sp.). Одиначо трапляються *Cornaceae*, *Ericaceae*, *Arecaseae*.

На відміну від комплексу з вугільного пласта, в комплексі з товщі глин з числа штучних таксонів з'являються *Triatriopollenites*

coryphaeus — до 5%, *Tripoporopollenites coryloides* — до 20%, *Tricolporopollenites megexactus* spp. *exactus* — до 15% (cf. *Cyllilla*), *T. euphorii* — до 5% (cf. *Araliaceae*), високий вміст *Tricolporopollenites henrici* — *liblarensis* — до 30% (cf. *Quercus*), зменшується кількість *Tricolporopollenitcs cingulum* — *villiensis* (cf. *Castanea*, *Castanopsis*) — до 5%, практично відсутні *T. pseudocingulum* (cf. *Rhus*).

У порівнянні зі СПК вугільного пласта, в комплексі з товщі глин зменшується кількість *Betulaceae* та *Ulmaceae*, зникають *Tilia*, *Liquidambar*, *Symplocaseae*, збільшується роль пилку *Fagaceae* (особливо *Quercus* та його таксономічне різноманіття) та *Myricaceae*.

Спорово-пилкові комплекси з глибин 78,0–48,4 м (берецька світа) зіставлені А. А. Міхеліс із СПК берецької світи опорного розріза центральної частини Новодмитрівської структури (основного буровугільного покладу та діатомітової товщі), а саме комплексами V та VI за даними (Міхеліс і др., 1970). Ці СПК інтерпретуються (Міхеліс і др., 1970) як середньо- та верхньооліоценові за тодішнім стратиграфічним поділом оліоцену (Міхеліс і др. 1968, звіт; Міхеліс, 1974, звіт). Нині (Зосимович, Шевченко, 2015) ці відклади відносяться до верхньої частини нижньооліоценових (середньорюпельських) та верхньооліоценових (хатських) відкладів (рис. 3). Ми поділяємо думку А. А. Міхеліс стосовно пізньооліоценового віку відкладів, що містять СПК глинистої частини розрізу. Вік відкладів вугільного шару може бути ранньооліоценовим, стратиграфічно відповідати рівню нижньоберецького під'ярусу.

Вище берецької світи у розрізі св. А-477 лежить полтавська світа (за Міхеліс, 1974).

48,4–44,9 м вугільний пласт. Вугілля атритове з примазками фюзену, прошарками лігніту, смоляними тільцями, текстура кучерява. Підшовою вугільного пласта є глина (0,4 м) з обвугленим детритом, уламками лігніту та фюзену, покрівлею — вуглиста глина, що поступово втрачає вуглистий матеріал та переходить у товщу звичайних чистих сірих глин.

44,9–25,4 м товща світло-сірих нешаруватих глин.

Спори та пилкок знайдені (Міхеліс, 1974, звіт) лише у нижньому вугільному пласті (гл. 44,8 м, 45,4 м). СПК цих відкладів містить *Sphagnum* sp., *Lycopodium cernum* L., *Pinus* sp., *Cedrus* sp., *Keteleeria*, *Taxodiaceae*, *Sciadopitys* sp., *Quercus graciliformis* Boitz., *Q. conferta* Boitz., *Q. dentatiformis* Pan., *Q. sibirica* Pan., *Q.*

alnifoliiformis, *Q. ovalis* Pan., *Q. pubescens* Willd., *Q. porrectus* Pan., *Q. sparsa* Mart., *Betula ulmifolia* S. et Z., *Alnus* sp., *Corylus* sp., Myricaceae *M. esculentiformis* Gladk., *M. pseudogranulata* Gladk., *M. galeformis* Gladk., *Comptonia* sp., Symplocaceae, *Nyssa* sp., *Ilex* sp., Arecaceae, *Triatriopollenites coryphaeus* Pfl., *Triporopollenites coryloides* Pfl., *Tricolporopollenites edmundi* R. Pot., Pfl. et Th., *Tricolporopollenites euphorii* R. Pot., Pfl. et Th. (cf Araliaceae), *Tricolporopollenites megexactus* subsp. *exactus* R. Pot., Th. et Pfl. (cf *Cyrilla*). На думку А. А. Міхеліс (Михеліс, 1974, звіт) цей СПК подібний до такого нижньої частини новопетрівської світи у розрізі Новодмитрівської воронки (Михеліс і др., 1970; Михеліс, 1973б), через присутність у складі обох комплексів пилку Fagaceae (*Quercus*), Myricaceae (*Myrica*), Betulaceae (*Alnus*, *Betula*, *Corylus*), *Nyssa*, *Ilex*, Arecaceae, Taxodiaceae, *Sciadopitys*. На підставі цього А. А. Міхеліс інтервал глибин 44,9 м–48,4 м у свердловині А-477 відносила до нижнього міоцену (Михеліс, 1974, звіт). Ми дотримуємось тут думки А. А. Міхеліс.

Нижньоміоценові відклади ДСС нині (Зосимович, 2021) відносять до нижньоновопетрівського регіонідр'ярусу (Рис. 3).

МЕТОДИКА

Для реконструкції клімату (пошуку значень кліматичних параметрів) нами застосовано метод Coexistence Approach (Mosbrugger, Utescher, 1997; Utescher et al., 2014). Сутність методу Coexistence Approach полягає в отриманні значень кліматичних параметрів шляхом знаходження границь інтервалу сумісного зростання (Coexistence Interval) для визначеної групи NLR-таксонів (Nearest Living Relatives taxa, найближчих рецентних таксонів — відповідників викопних таксонів за кліматичними умовами існування) для певного комплексу викопних рослинних решток — СПК, флори та ін. (докладніше опис методики див. Очаковський, 2022). Метод дає можливість отримати числові значення меж інтервалу сумісного існування (coexistence interval) для більшої кількості кліматичних параметрів (сім проти двох), ніж широко відомий метод В. П. Грічука (Гричук, Зеліксон, Борисова, 1987). Також метод Coexistence Approach дає змогу отримати доволі вузький діапазон значень кліматичних параметрів, що засвідчує його більшу точність порівняно з методом Грічука.

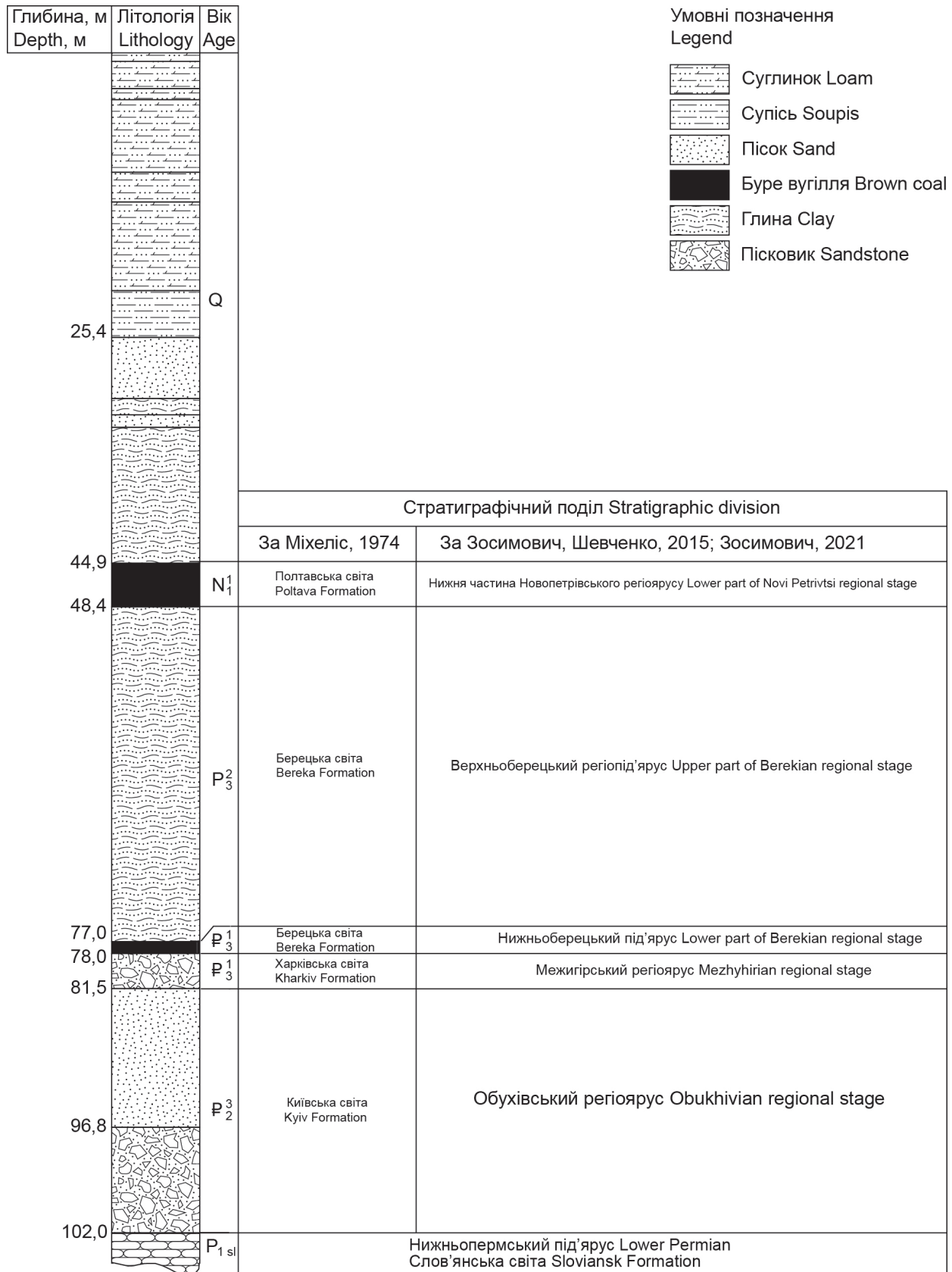
Нами отримано значення семи важливих кліматичних параметрів, знайдено межі відповід-

них інтервалів сумісного існування (Coexistence Intervals). Для кожного такого інтервалу отримано середні значення таких параметрів клімату: середньорічної температури (MAT), середньої температури найхолоднішого місяця (січня) (CMT), середньої температури найтеплішого місяця (липня) (WMT), середньорічної кількості опадів (MAP), кількості опадів упродовж найвологішого місяця (HMP), кількості опадів протягом найсухішого місяця (LMP), кількості опадів упродовж найтеплішого місяця (WMP). Сутність методу Coexistence Approach полягає у знаходженні інтервалу сумісного існування (Coexistence Interval) набору таксонів (спорово-пилкового спектра (СПС), СПК) за кліматичними параметрами.

На першому етапі для кожного викопного таксона рослин знаходиться його найближчий існуючий відповідник (Nearest living relative, NLR-таксон).

На другому етапі для кожного стратиграфічного (хронологічного) інтервалу (стратону), що схарактеризований відповідним СПК, зі складу цього комплексу формується список найближчих існуючих відповідників (Nearest Living Relatives, NLR — таксонів). Для реконструкції клімату нами використані здебільшого таксони родового рангу (лише інколи — видового), оскільки їх NLR видового рівня не завжди можна впевнено співвідносити з видами, що існували в пізньоеоценовий — ранньоміоценовий час. Імовірно, для більш молодих стратиграфічних інтервалів можливе застосування існуючих таксонів нижчого рангу (підрід, секція, вид, підвид).

На третьому етапі знаходяться інтервали сумісного існування для набору NLR-таксонів кожного СПК за сімома кліматичними параметрами: середньорічна температура (MAT), середня температура найхолоднішого місяця (січня) (CMT), середня температура найтеплішого місяця (липня) (WMT), середньорічна кількість опадів (MAP), кількість опадів упродовж найвологішого місяця (HMP), кількість опадів упродовж найсухішого місяця (LMP), кількість опадів упродовж найтеплішого місяця (WMP). Coexistence Interval визначається як набір найбільшого числа NLR таксонів, чиї Coexistence-інтервали збігаються хоча б частково. Його знаходять за кожним із семи кліматичних параметрів. Нижня межа Coexistence Interval визначається тим таксоном зі складу відповідного СПС чи СПК, у якого значення нижньої межі діапазону толерантності є найбільшим, верхня межа Coexistence Interval визначається тим таксоном



Умовні позначення
Legend


-  Суглинок Loam
-  Супісь Soupis
-  Пісок Sand
-  Буре вугілля Brown coal
-  Глина Clay
-  Пісковик Sandstone

Рис. 3. Розріз палеогенових відкладів Артемівської антиклиналі, свердловина А-774. Масштаб 1:500 (Михеліс, 1974, звіт).

Fig. 3. Paleogene section of Artemivsk antecline, hole A-774. Scale 1:500 (Mikhelіs, 1974, report).

зі складу СПС чи СПК, у якого значення верхньої межі діапазону толерантності є найменшим. Також обчислюється середнє арифметичне значення для кожного параметра як арифметична величина середини кожного інтервалу сумісного існування (Coexistence Interval).

РЕЗУЛЬТАТИ

Для кожного з п'ятьох отриманих А.А Міхеліс (1974, звіт) СПК (назва – за: (Міхеліс, 1974)) з розрізу свердловини А-774 нами сформовано список NLR-таксонів (Nearest Living Relatives), рецентних таксонів-аналогів викопних за кліматичними характеристиками.

Список NLR-таксонів верхньоеоценового СПК товщі темно-зелених кварц-глауконітових глинистих пісків (київська світа, за: (Міхеліс, 1974, звіт)): *Cedrus* sp., *Myrica* sp., *Comptonia peregrina* (L.) Coult., *Engelhardia* sp., *Quercus* sp., *Alnus* sp., *Betula* sp., *Tilia* sp., *Chenopodiaceae*, *Nyssa* sp.

Список NLR-таксонів СПК товщі сірих пісків, харківського (за: А. А. Міхеліс, 1974, звіт): *Betula* sp., *Alnus* sp., *Corylus* sp., *Carpinus* sp., *Myrica* sp., *Quercus* sp., *Castanea* sp., *Cornus* sp., *Pterocarya* sp., *Carya* sp., *Engelhardia* sp., *Nyssa* sp., *Ulmus* sp., *Celtis* sp., *Tilia* sp., *Liquidambar* sp., *Ilex* sp., *Acer* sp.

Список NLR-таксонів СПК вугільного пласта берецької світи (за: А. А. Міхеліс, 1974, звіт): *Taxodium distichum* (L.) Rich., *Alnus* sp., *Alnus incana* (L.) Moench, *Corylus* sp., *Betula* sp., *Carpinus* sp., *Ostrya* sp., *Tilia* sp., *Quercus* sp., *Fagus* sp., *Carya* sp., *Platycarya* sp.), *Nyssa* sp., *Myrica* sp., *Acer* sp., *Liquidambar* sp., *Rhus* sp., *Castanea* sp.

Список NLR-таксонів СПК товщі світло-сірих однорідних глин берецької світи (за: А. А. Міхеліс, 1974, звіт): *Taxodium distichum* (L.) Rich., *Sciadopitys verticillata* Sieb. et Zucc., *Quercus* sp., *Fagus* sp., *Alnus* sp., *Corylus* sp., *Myrica* sp., *Nyssa* sp., *Carya* sp., *Engelhardia* sp., *Ilex* sp.

Список NLR-таксонів СПК вугільного пласта полтавської світи (за: Міхеліс, 1974): *Sciadopitys verticillata* Sieb. et Zucc., *Quercus* sp., *Myrica* sp., *Comptonia peregrina* (L.) Coult., *Alnus* sp., *Corylus* sp., *Betula* sp., *Ilex* sp., *Nyssa* sp.

У результаті палеокліматичних досліджень визначено межі інтервалів сумісного існування (coexistence interval) і середні значення для інтервалів (таблиця 1).

Для часу формування товщі темно-зелених кварц-глауконітових глинистих пісків (пізній еоцен):

- 1) середньорічна температура (MAT = +11,6...+15,6 °С, середнє – +13,6 °С); coexistence interval: нижня межа – *Cedrus* sp., верхня межа – *Comptonia peregrina*.
- 2) середня температура найхолоднішого місяця (січня) (CMT = –0,3...+12,5 °С, середнє – +6,1 °С); coexistence interval: нижня межа – *Cedrus* sp., верхня межа – *Cedrus* sp.
- 3) середня температура найтеплішого місяця (липня) (WMT = +24,7...+27,9 °С, середнє – +26,3 °С); coexistence interval: нижня межа – *Engelhardia* sp., верхня межа – *Nyssa* sp.
- 4) середньорічна кількість опадів (MAP = 823...1577мм, середнє – 1200мм); coexistence interval: нижня межа – *Engelhardia* sp., верхня межа – *Cedrus* sp.
- 5) кількість опадів упродовж найвологішого місяця (НМР = 204...236мм, середнє – 220мм); coexistence interval: нижня межа – *Engelhardia* sp., верхня межа – *Tilia* sp.
- 6) кількість опадів протягом найсухішого місяця (LMP = 9...41мм, середнє – 25мм); coexistence interval: нижня межа – *Tilia* sp., верхня межа – *Cedrus* sp.
- 7) кількість опадів упродовж найтеплішого місяця (WMP = 79...172мм, середнє – 125,5мм); coexistence interval: нижня межа – *Engelhardia* sp., верхня межа – *Betula* sp.

Для часу формування товщі сірих пісків (ранній олігоцен):

- 1) середньорічна температура (MAT = +11,5...+20,8 °С, середнє – +16,15 °С); coexistence interval: нижня межа – *Liquidambar* sp., верхня межа – *Tilia* sp.
- 2) середня температура найхолоднішого місяця (січня) (CMT = +5...+13,3 °С, середнє – +9,15 °С); coexistence interval: нижня межа – *Engelhardia* sp., верхня межа – *Tilia* sp.
- 3) середня температура найтеплішого місяця (липня) (WMT = +24,7...+28,1 °С, середнє – +26,4 °С); coexistence interval: нижня межа – *Engelhardia* sp., верхня межа – *Tilia* sp.
- 4) середньорічна кількість опадів (MAP = 823...1682, середнє – 1253мм); coexistence interval: нижня межа – *Engelhardia* sp., верхня межа – *Corylus* sp.
- 5) кількість опадів упродовж найвологішого місяця (НМР = 204...236мм, середнє – 220мм); coexistence interval: нижня межа – *Engelhardia* sp., верхня межа – *Tilia* sp.
- 6) кількість опадів протягом найсухішого місяця (LMP = 9...24мм, середнє – 16,5мм);

coexistence interval: нижня межа — *Tilia* sp., верхня межа — *Celtis* sp.

- 7) кількість опадів упродовж найтеплішого місяця (WMP = 79...172мм, середнє — 125,5мм); coexistence interval: нижня межа — *Engelhardia* sp., верхня межа — *Betula* sp.

Для часу формування вугільного пласту (ранній олігоцен, ранньоберецький час):

- 1) середньорічна температура (MAT = +13,3...+20,8 °C, середнє — +17,05 °C); coexistence interval: нижня межа — *Taxodium distichum* (L.) Rich., верхня межа — *Tilia* sp.
- 2) середня температура найхолоднішого місяця (січня) (CMT = -0,1...+13,3 °C, середнє — +6,6 °C); coexistence interval: нижня межа — *Taxodium distichum* (L.) Rich., верхня межа — *Tilia* sp.
- 3) середня температура найтеплішого місяця (липня) (WMT = +25,6...+27,9 °C, середнє — +26,75 °C); coexistence interval: нижня межа — *Liquidambar* sp., верхня межа — *Nyssa* sp.
- 4) середньорічна кількість опадів (MAP = 897...1355мм, середнє — 1126мм); coexistence interval: нижня межа — *Taxodium distichum* (L.) Rich., верхня межа — *Ostrya* sp.
- 5) кількість опадів упродовж найвологішого місяця (HMP = 109...195мм, середнє — 152мм); coexistence interval: нижня межа — *Taxodium distichum* (L.) Rich., верхня межа — *Rhus* sp.
- 6) кількість опадів протягом найсухішого місяця (LMP = 42...43мм, середнє — 42,5мм); coexistence interval: нижня межа — *Alnus incana* (L.) Moench, верхня межа — *Ostrya* sp.
- 7) кількість опадів упродовж найтеплішого місяця (WMP = 84...172мм, середнє — 128мм); coexistence interval: нижня межа — *Taxodium distichum* (L.) Rich., верхня межа — *Betula* sp.

Для часу формування товщі світло-сірих однорідних глин (пізній олігоцен, пізньоберецький час):

- 1) середньорічна температура (MAT = +13,3...+16,6 °C, середнє — 14,95 °C); coexistence interval: нижня межа — *Taxodium distichum* (L.) Rich., верхня межа — *Cedrus* sp.
- 2) середня температура найхолоднішого місяця (січня) (CMT = -0,1...+7 °C, середнє — 3,45 °C); coexistence interval: нижня межа — *Podocarpaceae*, верхня межа — *Cedrus* sp.
- 3) середня температура найтеплішого місяця (липня) (WMT = +25,6...+27,8 °C, середнє — +26,7 °C); coexistence interval: нижня межа — *Pterocarya* sp., верхня межа — *Myrtaceae*.

- 4) середньорічна кількість опадів (MAP = 1300...1520мм, середнє — 1410мм); coexistence interval: нижня межа — *Myrtaceae*, верхня межа — *Taxodiaceae*.

- 5) кількість опадів упродовж найвологішого місяця (HMP = 130...195мм, середнє — 162,5мм); coexistence interval: нижня межа — *Carya* sp., верхня межа — *Taxodiaceae*.

- 6) кількість опадів протягом найсухішого місяця (LMP = 42...72мм, середнє — 57мм); coexistence interval: нижня межа — *Carya* sp., верхня межа — *Cedrus* sp.

- 7) кількість опадів упродовж найтеплішого місяця (WMP = 115...180мм, середнє — 147,5мм); coexistence interval: нижня межа — *Carya* sp., верхня межа — *Cedrus* sp.

Для часу формування вугільного пласта (ранній міоцен):

- 1) середньорічна температура (MAT = +7,4...+15,6) °C, середнє — (+11,5 C); coexistence interval: нижня межа — *Sciadopitys verticillata*, верхня межа — *Comptonia peregrina*.

- 2) середня температура найхолоднішого місяця (січня) (CMT = -4...+4,4 °C, середнє — +0,2 °C); coexistence interval: нижня межа — *Sciadopitys verticillata*, верхня межа — *Comptonia peregrina*.

- 3) середня температура найтеплішого місяця (липня) (WMT = +20...+26,8 °C, середнє — +23,4 °C); coexistence interval: нижня межа — *Sciadopitys verticillata*, верхня межа — *Comptonia peregrina*.

- 4) середньорічна кількість опадів (MAP = 1300...1362мм, середнє — 1331мм); coexistence interval: нижня межа — *Sciadopitys verticillata*, верхня межа — *Comptonia peregrina*.

- 5) кількість опадів упродовж найвологішого місяця (HMP = 130...153мм, середнє — 141,5мм); coexistence interval: нижня межа — *Sciadopitys verticillata*, верхня межа — *Comptonia peregrina*.

- 6) кількість опадів протягом найсухішого місяця (LMP = 25...73мм, середнє — 49мм); coexistence interval: нижня межа — *Sciadopitys verticillata*, верхня межа — *Corylus* sp.

- 7) кількість опадів упродовж найтеплішого місяця (WMP = 115...142мм, середнє — 128,5мм); coexistence interval: нижня межа — *Sciadopitys verticillata*, верхня межа — *Comptonia peregrina*.

Значення кліматичних параметрів, отримані в результаті дослідження, наведено в таблиці.

Таблиця. Значення кліматичних параметрів Донбасу для пізньоеоцен-ранньоміоценового часу, отримані в результаті палеокліматичних реконструкцій (ця робота, виділено сірою заливкою) та результати проведених нами раніше палеокліматичних досліджень. В дужках вказано обчислене середнє значення для інтервалу сумісного існування (coexistence interval).

Table. The values of climatic parameters of Donbas for the Late Eocene-Early Miocene time, obtained as a result of paleoclimatic reconstructions (this work, highlighted in gray) and the results of other paleoclimatic studies conducted by us earlier. The calculated average value for the coexistence interval is indicated in parentheses.

Час	MAT, °C	CMT, °C	WMT, °C	MAP, mm	HMP, mm	LMP, mm	WMP, mm	
Пізньоеоценовий (обухівський)	+11,6...+15,6 (+13,6)	-0,3...+12,5 (+6,1)	+24,7...+27,9 (+26,3)	823...1577 (1200)	204...236 (220)	9...41 (25)	79...172 (125,5)	
Ранньоміоценовий	Межигірський (ДСС)	+11,5...+20,8 (+16,15)	+5...+13,3 (+9,15)	+24,7...+28,1 (+26,4)	823...1682 (1253)	204...236 (220)	9...24 (16,5)	79...172 (125,5)
	Межигірський (УЩ)	+15,6-16,6 (15,8)	+5...6,6 (+5,8)	+25,4...26,8 (+26,1)	1300-1347 (1323,5)	204...246 (221)	32...37 (34,5)	115...131 (123)
	Ранньо-борисфенський (Північне Причорномор'я)	+13,5...+16,5 (+15)	+1,8...+4,8 (+3,3)	+26,5...+27,7 (+27,05)	1300...1520 (1410)	205...236 (220,5)	42...45 (43,5)	115...172 (138,5)
	Пізньо-борисфенський (Північне Причорномор'я)	+13,5...+16,5 (+15)	+5...+7 (+6)	+25,6...+27,7 (+27,05)	1300...1520 (1410)	205...241 (223)	42...72 (57)	115...172 (138,5)
	Кизилджарський-початок нікопольського (Передгір'я Криму)	+11...+15,6 (+13,3)	-0,1...+7 (+3,45)	+21,6...+26,8 (+24,2)	823...1560 (1196)	130...289 (209,5)	25...67 (46)	13...172 (92,5)
	Кінець нікопольського (Передгір'я Криму)	+14...+16,6 (+15,3)	+2,2...+7 (4,4)	+21,9...+26,8 (24,35)	1122...1520 (1321)	130...236 (183)	32...67 (49,5)	79...180 (129,5)
	молочанський+сірогозький (Північне Причорномор'я)	+15,6...+18,4 (+17)	+5,6...+7 (+6,35)	+25,4...+25,9 (+25,65)	823...1577 (1200)	130...265 (197,5)	19...41 (30)	19...172 (95,5)
	Сірогозький (Північне Причорномор'я)	8,7...16,5 (+12,6)	-0,1...6,6 (+3,25)	+18,9...+26,7 (+22,8)	897...1347 (1122)	130...227 (178,5)	19...54 (36,5)	52...175 (113,5)
	Ранньоберецький (ДСС)	+13,3...+20,8 (+17,05)	-0,1...+7,9 (+3,9)	+23...+27,9 (+25,45)	897...1355 (1126)	109...195 (152)	19...43 31	84...172 (128)
Пізньоміоценовий	Асканійський (Північне Причорномор'я)	+8,7...+16,5 (+12,6)	-0,1...+6,6 (+3,25)	+18,9...+26,7 (+22,8)	897...1347 (1122)	130-227 (178,5)	19...54 (36,5)	52...175 (113,5)
	(Горностаївський, Північне Причорномор'я)	+8,7...+16,5 (+12,6)	-0,1...+6,8 (+3,25)	+18,9...+26,7 (+22,8)	897...1347 (1122)	130...227 (178,5)	19...54 (36,5)	52...175 (113,5)
	Пізньоберецький (ДСС)	+13,3...+16,6 (+14,95)	-0,1...+7 (+3,45)	+25,6...+27,8 (+26,7)	1300...1520 (1410)	130...195 (162,5)	42...72 (57)	115...180 (147,5)
Ранньоміоценовий, Ранньоновопетрівський (ДСС)	+7,4...+15,6 (+11,5)	-4...+4,4 (+0,2)	+20...+26,8 (+23,4)	1300...1362 (1331)	130...153 (141,5)	25...73 (49)	115...142 (128,5)	

ОБГОВОРЕННЯ

Для класифікації отриманого клімату нами використано кліматичну класифікацію Кьоппена–Гейгера (Geier et al., 2022), що ґрунтується на даних про температуру та опади і складається з трилітерного коду. Перша літера (A, B, C, D, E) означає широкі групи рослинності на земній кулі, друга літера (f, m, w, s, t) вказує на кількість опадів та переважно сухий сезон, третя літера (a, b, c, d, h, k) відображає температурний режим найтепліших місяців.

Реконструйований нами у цій роботі клімат відповідає типу Csa (C – Warm temperate/temperate, s – Summer dry, a – Hot summer), тобто теплопомірний/помірний клімат, з сухим (s) і спекотним (a) літо м, за класифікацією Кьоппена–Гейгера (Geier et al., 2022) за такими критеріями:

1. Критерій для типу C: $WMT > 10\text{ }^{\circ}\text{C}$; $0\text{ }^{\circ}\text{C} < CMT < 18\text{ }^{\circ}\text{C}$. Отримані нами значення WMT – від $+23,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+26,7\text{ }^{\circ}\text{C}$; CMT – від $+0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+9,15\text{ }^{\circ}\text{C}$.
2. Критерій для підтипу Cs: $LMP < 40\text{ мм}$. Отримані нами значення для СПК глинистої частини берецької світи (пізній олігоцен) – 57 мм та полтавського СПК (ранній міоцен) – 49 мм формально виходять за межі критерія підтипу. Це пов'язане з тим, що автори даної класифікації кліматів (Geier et al., 2022) суттєво обмежують набір даних, щоб усунути великі упередження, спричинені (1) наявністю трав'янистих рослин, які можуть уникати несприятливих пір року у вигляді насіння або підземних структур, (2) азональними елементами, що ростуть у водоймах або поблизу них і тому певною мірою відокремлені від кліматичних чинників, та (3) голонасінними рослинами, які можуть неточно відображати минулу кліматичну ситуацію, оскільки на цей час вони витіснені покритонасінними рослинами та витіснені в менш чисті середовища існування (див.: Geier et al., 2022). Нами не враховано ці обмеження, оскільки вони суттєво звужують можливості методу СА.
3. Критерій для варіанта Csa: $WMT \geq 22\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Аналіз отриманих значень параметрів клімату, показав, що середньорічна температура МАТ поступово зростала від $+13,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ пізнього еоценовий час, досягла $+16,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ у ранньоолігоценовий (межигірський) час і набула найбільшого значення ($+17,05\text{ }^{\circ}\text{C}$) у ранньоберецький час (період накопичення буровугільного прошарку, середина раннього олігоцену), поступово знижувалась до $+14,95\text{ }^{\circ}\text{C}$ у пізньоберецький (пізньоолігено-

вий) час та сягала мінімуму $+11,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ у ранньоновопетрівський (ранньоміоценовий) час.

Подібну тенденцію демонструє також значення середньої температури впродовж найхолоднішого місяці року (січня) CMT: зростання від $+6,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ у обухівський (пізньоеоценовий) час, найбільше значення $+9,15\text{ }^{\circ}\text{C}$ у межигірський (ранньоолігоценовий) час і поступове зниження до $+3,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ у ранньоберецький час (період накопичення буровугільного прошарку, кінець раннього олігоцену), $+3,45\text{ }^{\circ}\text{C}$ у пізньоберецький (пізньоолігоценовий) час, мінімум $+0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ – у ранньоновопетрівський (ранньоміоценовий) час.

Водночас значення середньої температури впродовж найтеплішого місяці року (липня) WMT не демонструє значних коливань упродовж дослідженого періоду часу, спостерігається відчутне похолодання лише від $+26,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ у пізньоберецький (пізньоолігоценовий) час до $23,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ у ранньоновопетрівський (ранньоміоценовий) час.

Результати нашого дослідження демонструють, що значення середньорічної температури (МАТ) у пізньоеоценовий час є нижчим, ніж у ранньоолігоценовий час (що суперечить світовому тренду на похолодання впродовж пізнього еоцену-раннього міоцену). На нашу думку, це можна пояснити тим, що для обчислення значення температури враховано лише природні таксони зі складу СПК, які можна ототожнити із сучасними для знаходження їх сучасних існуючих відповідників (NLR-таксонів). У складі СПК наявна велика кількість штучних (морфографічних) таксонів, що не можуть бути напряму ототожнені із сучасними та використані для знайдення їх сучасних відповідників (NLR-таксонів), що певним чином викривлює отриманий результат. На нашу думку, метод СА добре працює із результатами спорово-пилкових досліджень олігоцену та раніших відрізків часу через те, що у складі відповідних СПК починає домінувати пилко природних таксонів.

Нами раніше було проведено палеокліматичні реконструкції ранньоолігоценових відкладів Українського щита (Очаковський, 2019), Дніпровсько-Донецької западини (Очаковський, 2020), Північного Причорномор'я (Очаковський, 2022) та Рівнинного Криму (Очаковський, Єфіменко, 2023) методом СА. Метод СА успішно було застосовано для реконструкції олігоценового (Akgün et al., 2013), пізньоолігоцен-ранньоміоценового (Durak, Akkiraz, 2016), ранньоміоценового (Akkiraz et al, 2020), ранньо-

середньоміоценового (Akkiraz et al, 2012) часу південно-східної частини Європи.

Отримані нами результати палеокліматичних досліджень регіону ДСС (ця робота) та результати наших палеокліматичних досліджень для інших регіонів України: межигірського часу Українського щита, зміївського часу Дніпровсько-Донецької западини, а також ранньооліоценового часу Північного Причорномор'я та Рівнинного Криму наведено у таблиці.

Порівняння викладених у цій роботі результатів із такими досліджень, що були проведені нами раніше, дало змогу виявити їх відмінності.

Значення середньої температури найхолоднішого місяця (січня) (MAT) отримані нами раніше (Очаковський, 2019) для межигірського часу у стратотиповому регіоні (Київське Придніпров'я), виявилися помітно нижчими ніж у ДСС (+5,8 °C проти +9,15 °C). Це може бути пов'язано із більш північним розташуванням досліджених свердловин на території УЩ.

Серед масиву отриманих результатів помітні такі тенденції.

Поступове зниження середньорічної температури MAT: від 16,5 °C (ДСС), 15,8 °C (УЩ) та 15,0 °C (Північне Причорномор'я) у ранньому олігоцені до 12,6 °C (Північне Причорномор'я) у пізньому олігоцені з подальшим зниженням до 11,5 °C (ДСС). Також помітне порівняно високе значення MAT для зміївського часу у +17,05 °C (ДСС) а також для молочанського та сірогозького часу у +17 °C (Північне Причорномор'я). Можливо, це пов'язане з палеогеографічними умовами (розпріснення та зменшення площі морського басейну в той час), тобто аридизацією клімату та зменшенням ролі морських повітряних мас, що знижують та стабілізують коливання температури на континенті.

Нестабільна середня температура січня СМТ: від 3,3 °C (Північне Причорномор'я) у ранньому олігоцені до 3,25 °C (Північне Причорномор'я) та 3,45 °C (ДСС) у пізньому олігоцені, з подальшим різким зниженням до +0,2 °C (ДСС) у ранньому міоцені. Коливання впродовж олігоцену можна пояснити особливостями застосованого методу і використаних вихідних даних, а похолодання на початку міоцену також відповідає світовому тренду на похолодання у той час.

Доволі стабільна середня температура (липня) WMT упродовж усього дослідженого часового інтервалу: +26,3 °C у пізньому еоцені ДСС, від 27,05 °C (Північне Причорномор'я) до 26,4 °C

(ДСС) та 25,45 °C –26,1 °C (УЩ) у ранньому олігоцені, 22,8 °C (Північне Причорномор'я) та навіть 26,7 °C (ДСС) у пізньому олігоцені. Примітно, що температура на початку раннього міоцену у ДСС змінювалась не різко відносно пізнього олігоцену – від 26,7 °C до 23,4 °C (ДСС). Очевидно, похолодання спочатку виявляється у зниженні температури впродовж холодного сезону, що знижує також середньорічне значення, літня же температура ймовірно, знижувалась на наступному етапі похолодання у пізніший час.

Кількість опадів MAP упродовж року також змінюється несуттєвим чином: від 1200 мм у пізньоеоценовий час (ДСС) через незначне зростання до 1253 мм (ДСС), 1323,5 мм (УЩ) та 1410 мм (Північне Причорномор'я) впродовж раннього олігоцену до мінімуму впродовж пізнього олігоцену – 1122 мм (Північне Причорномор'я) та 1410 мм (ДСС), і знову дещо зростає до 1331 мм на початку раннього міоцену.

Кількість опадів впродовж найтеплішого місяця року НМР у регіоні ДСС також має тенденцію до зниження від 220 мм (ДСС) у пізньому еоцені до 141,5 мм (ДСС) у ранньому міоцені. Це ілюструє прогресуюче зниження кількості опадів влітку.

Кількість опадів впродовж найхолоднішого місяця року (LMP) у регіоні ДСС демонструє зворотну тенденцію до збільшення від 25 мм у пізньому еоцені, сягає мінімуму у 16 мм на початку раннього олігоцену та починає зростати в кінці раннього олігоцену (31 мм), сягала максимуму у пізньому олігоцені та несуттєво знижувалась до 49 мм у ранньому міоцені. Це ілюструє збільшення вологості холодного сезону року

Отже, бачимо зміщення максимуму опадів упродовж року із теплого на холодний сезон.

Кількість опадів впродовж найвологішого місяця року (WMP) у регіоні ДСС змінюється несуттєво – від 125 мм впродовж пізнього еоцену – раннього олігоцену з максимумом 147,5 мм у пізньому олігоцені з поверненням до тих самих значень (128,5 мм) у ранньому міоцені.

ВИСНОВКИ

Проведені нами палеокліматичні дослідження дали змогу зробити такі висновки.

Результати реконструкції клімату, викладені нами у цій роботі вказують, що клімат регіону Донецької складчастої споруди впродовж пізнього еоцену–раннього міоцену був теплопомірним, із сухим спекотним літом. Він відповідає типу Csa (C – Warm temperate/temperate, s – Summer dry,

a – Hot summer), тобто теплопомірний/помірний, із сухим (s) і спекотним (a) літом за класифікацією Кьоппена-Гейгера (Geier et al., 2022).

Загальна тенденція зміни клімату впродовж дослідженого інтервалу часу (пізній еоцен – ранній міоцен) вкладається у загальносвітовий тренд – похолодання від пізнього еоцену до раннього міоцену.

Зокрема, відбувається поступове зниження середньорічної температури МАТ. Однак цей процес має нелінійний характер: за нашими даними, значення середньорічної температури проходить шлях від +13,6 °С у пізньоеоценовий час до +11,5 °С у ранньоміоценовий, із зареєстрованим зростанням до максимуму у +17,05 °С у кінці ранньоолігоценового часу.

Зниження значень середньої температури найхолоднішого місяця року (січня) СМТ також вкладається у світовий тренд на похолодання.

Встановлено, що середня температура (липня) WMT упродовж усього дослідженого часового інтервалу була доволі стабільна, без значного

зниження. Ймовірно, цей кліматичний параметр найменше відповідає загальносвітовому тренду до зниження температури чи тренд проявляється пізніше.

Кількість опадів МАР упродовж року також змінюється несуттєво, що вказує на досить стабільні умови існування повітряних мас (перенесення ними вологи), що впливають на кількість опадів.

Упродовж дослідженого часового інтервалу встановлено тенденцію до зміщення максимуму опадів із теплого на холодний сезон року.

Таким чином, отримані нами результати суттєво розширюють вивченість клімату регіону ДСС упродовж пізнього еоцену – раннього міоцену та можуть слугувати підґрунтям для подальших поглиблених палеокліматичних, палеоекологічних та кліматостратиграфічних досліджень.

Дослідження проведено в межах держбюджетної теми «Розробка та апробація стратиграфічної моделі осадових басейнів палеогену, неогену та квартеру України», державний реєстраційний номер роботи 0122U001698.

REFERENCES

Blank M. Ya., Zosimovich V. Yu., Mikhelis A. A., 1980. On the Upper Eocene and Oligocene formations of northeastern Ukraine. *Geological Journal (Geologičnij žurnal)*. № 4. Pp. 25–33. (In russian).

Grichuk V. P., Zelikson E. M., Borisova O. K., 1987. Reconstruction of climatic indicators of the early Cenozoic based on paleofloristic data. *Climates of the Earth in the geological past*. moscow: Nauka, Pp. 69–77. (In russian).

Zosymovych V. Yu., 2021. The Novi Petrivtsi Regional Stage of the Miocene of the Northern Ukraine. *Geological Journal (Geologičnij žurnal)*. 4 (377), 03–16. <https://doi.org/10.30836/igs.1025-6814.2021.4.238658> (In Ukrainian).

Zosymovych V. Yu. Klushnikov M. M., Nosovsky M. F., 1963. On the scheme of stratigraphic division of Paleogene deposits of the platform part of the Ukrainian SSR. *Geological Journal (Geologičnij žurnal)*. vol. XXIII, № 6. Pp. 41–48. (In Ukrainian).

Zosimovich, V. Yu., Mikhelis A. A., 1979. The boundary between Upper Eocene and Oligocene in the Kyiv Dnieper area is based on palynological data. *Reports of the Academy of Sciences of UkrSSR. Serie B*. Pp. 698–701. (In russian).

Zosimovich V. Yu., Shevchenko T. V., 2015. Paleogene deposits of the Northern Ukraine paleosedimentary province. *Collection of scientific works of the Institute of Geological Sciences NAS of Ukraine*. Vol. 8. Pp. 68–121. (In Ukrainian). DOI: <https://doi.org/10.30836/igs.2522-9753.2015.146712>.

Kozar L. A., Mikhelis A. A., 1973. To the study of the Paleogene flora of the northwestern regions of the Donbass. *Bulletin of Moscow Society of Naturalists. Biological Series*. Vol. LXXVIII (6), Pp. 101–108. (In russian).

Бланк М. Я., Зосимович В. Ю., Михелис А. А. О верхнеэоценовых и олигоценовых образованиях северо-восточной Украины. *Геол. журн.*, 1980. № 4. С. 25–33.

Гричук В. П., Зеликсон Э. М., Борисова О. К. Реконструкция климатических показателей раннего кайнозоя по палеофлористическим данным. *Климаты Земли в геологическом прошлом*. Москва: Наука, 1987. С. 69–77.

Зосимович В. Ю. Новопетрівський регіонарус міоцену Північної України. *Геологічний журнал*. 2021. № 4 (377). С. 03–16. <https://doi.org/10.30836/igs.1025-6814.2021.4.238658>.

Зосимович В. Ю., Ключников М. М., Носовський М. Ф. Про схему стратиграфічного розчленування палеогенових відкладів платформеної частини УРСР. *Геологічний журнал*, 1963. т. XXIII, вип. 6. С. 41–48.

Зосимович В. Ю., Михелис А. А. Граница верхнего эоцена и олигоцена в области Киевского Приднепровья по палинологическим данным. *Доклады АН УССР Серия Б*. 1979. С. 698–701.

Зосимович В. Ю., Шевченко Т. В. Палеогенові відклади Північноукраїнської палеоседиментарної провінції. *Збірник наукових праць Інституту геологічних наук НАН України*. 2015. Том 8. С. 68–121.

Козяр Л. А., Михелис А. А. К изучению палеогеновой флоры северо-западных районов Донбасса. *Бюлетень МОИП, отдел Биологический*. Т. LXXVIII (6), 1973. С. 101–108.

Konenkova I. D. Chernov M. K., Potapchuk I. S., Nazarenko A. M., 1980. On the Oligocene-Miocene sediments of the Eastern Azov see region (Kryva spit). In: Cenozoic Stratigraphy of the Northern Near-Black Sea Region and Crimea: Collections of Scientific Works of Research Institute of Geology, Dnepropetrovsk, Pp. 38–41. (In russian).

Konenkova I. D., 1984. Stratigraphic division of the Cenozoic of the Eastern Azov see region by foraminifera. In: Cenozoic Stratigraphy of the Northern Near-Black Sea Region and Crimea: Collections of Scientific Works of Research Institute of Geology, Dnepropetrovsk, Pp. 21–30. (In russian).

Mikhelis A. A., 1973a. About the reconstruction of phytocenoses of the accumulation time of the coal-bearing strata of the Novo-Dmitrovskoye deposit (based on palynological analysis). Geological Journal (Geologičnij žurnal). № 3. Pp. 122–126. (In russian).

Mikhelis A. A., 1973b. The chief regularities of the changes of palynological assemblages of Paleogene – Neogene of Donbass. In: Palynology of Cenophytic. Moscow. Nauka, Pp. 121–127. (In russian).

Mikhelis A. A., 1973c. Paleocene and Eocene palynocomplexes of Donbass. Autoref. of dissertation cand. geol.-mineral. sciences. Moscow, 27 p. (In russian).

Mikhelis A. A. 1975. Palynological characteristics of the border areas of the Oligocene and Miocene of the southern Donbas. *Tectonics and stratigraphy*. Issue 7. Pp. 45–48. (In russian).

Mikhelis A. A., 1976a. Dissection of the Paleogene and Neogene section of the Artemovsk anticline based on palynocomplexes. *Reports of the UkrSSR Academy of Sciences*. № 6. Pp. 508–512. (In russian).

Mikhelis A. A., 1976b. Characteristics of pollen and spores and dissection of the Paleogene sections of the Azov region. Geological Journal (Geologičnij žurnal). № 5. Pp. 105–115. (In russian).

Mikhelis A. A., 1982a. Pollen of the genus *Quercus* from Paleogene and Neogene deposits of the Donets Basin. In: New data on the stratigraphy and fauna of the Phanerozoic of Ukraine. Kyiv. Naukova dumka. Pp. 110–116. (In russian).

Mikhelis A. A. 1982c. Sequence of palynofloras from the Cretaceous-Paleogene boundary deposits of the Azov massif. Geological Journal (Geologičnij žurnal). № 1. Pp. 122–126. (In russian).

Mikhelis A. A. 1984a. Some colporate pollen grains from the Paleogene of the Donets Basin. In: Problems of modern palynology. Novosibirsk. Nauka, Pp. 83–85. (In russian).

Mikhelis A. A., 1984b. Electron microscopic studies of pollen of the genus *Tripopollenites* Pf. from the Paleogene deposits of the Donetsk Basin. In: Paleontology and stratigraphy of the Phanerozoic of Ukraine. Kyiv. Naukova dumka. Pp. 143–144. (In russian).

Mikhelis A. A., 1987. Palynological data on the participation of the genera *Engelhardtia*, *Platycarya*, *Fagus* in the floras of the Donetsk Basin. Biostratigraphy, paleontology of the sedimentary cover of Ukraine. IGS UkrSSR. Dep. B-7 (07 Aug. 1987). № 5728. Pp. 111–117. (In russian).

Коненкова И. Д. Чернов М. К., Потапчук И. С., Назаренко А. М. Об олигоцен-миоценовых отложениях Восточного Приазовья (коса Кривая). *Стратиграфия кайнозоя Северного Причерноморья и Крыма*. Днепропетровск. 1980. С. 38–41.

Коненкова И. Д. Стратиграфическое расчленение кайнозойских отложений Восточного Приазовья по фораминиферам. *Стратиграфия кайнозоя Северного Причерноморья и Крыма*. Днепропетровск. 1984. С. 21–30.

Михелис А. А. О реконструкции фитоценозов времени накопления угленосной толщи Ново-Дмитровского месторождения (на основе палинологического анализа). Геол. журн., 1973а. № 3. С. 122–126.

Михелис А. А. Основные закономерности изменения палинокомплексов палеогеновых и неогеновых отложений Донбасса. Палинология кайнофита. Москва. Наука, 1973б. С. 121–127.

Михелис А. А. Палеоценовые и эоценовые палинокомплексы Донбасса: Автореферат канд. диссертации. Москва, 1973в, 27 с.

Михелис А. А. Палинологічна характеристика пограничних верств олігоцену та міоцену північно-західного Донбасу. *Тектоніка і стратиграфія*, 1975. Вип. 7. С. 45–48.

Михелис А. А. Расчленение разреза палеогена и неогена Артемовской антиклинали на основании палинокомплексов. ДАН УССР, 1976а. № 6. С. 508–512.

Михелис А. А. Характеристика пыльцы и спор и расчленение разрезов палеогена Приазовья. Геол. журн., 1976б. № 5. С. 105–115.

Михелис А. А. Пыльца рода *Quercus* из палеогеновых и неогеновых отложений Донецкого бассейна. Новые данные по стратиграфии и фауне фанерозоя Украины. Киев: Наук. думка, 1982а. С. 110–116.

Михелис А. А. Последовательность палинофлор из пограничных отложений мела-палеогена Приазовского массива. Геол. журн., 1982в. № 1. С. 122–126.

Михелис А. А. Некоторые бороздно-поровые пыльцевые зерна из палеогена Донецкого бассейна. Проблемы современной палинологии. Новосибирск: Наука, 1984а. С. 83–85.

Михелис А. А. Электронно-микроскопические исследования пыльцы рода *Tripopollenites* Pf. из палеогеновых отложений Донецкого бассейна. Палеонтология и стратиграфия фанерозоя Украины. Киев: Наук. думка, 1984б. С. 143–144.

Михелис А. А. Палинологические данные об участии родов *Engelhardtia*, *Platycarya*, *Fagus* во флорах Донецкого бассейна. Биостратиграфия, палеонтология осадочного чехла Украины. ИГН УССР. 1987. деп. В-7 (07 авг. 1987). № 5728. С. 111–117.

- Mikhelis A. A., 1988a. The importance of the genera *Carya*, *Juglans*, *Pterocarya* in the Paleogene and Neogene flora of the Donetsk Basin. *Paleontological Collection. (Paleontologicheskii sbornik)*. № 25. Pp. 74–78. (In russian).
- Mikhelis A. A., 1988b. The significance of *Carpinus* and *Corylus* in the Tertiary floras of Donetz basin (palynological data). In: *Palynology in the USSR*. Novosibirsk. Nauka. Pp. 71–73. (In russian).
- Mikhelis A. A., 1990. Participation of Betulaceae in the tertiary floras of the Donetsk basin according to palynological data. *Paleontological and biostratigraphic studies*. Kyiv. Naukova dumka. Pp. 103–107. (In russian).
- Mikhelis A. A., 1991. The role of the genera *Tilia* and *Pinanga* in the tertiary floras of the Donetsk Basin (based on palynological data). *Paleontological Collection (Paleontologicheskii sbornik)*. Pp. 48–50. (In russian).
- Mikhelis A. A., Zosimovich V. Yu., Sokolov I. P., 1975. The age and correlation of mud sediments in the Kiev area of the Dnieper region, based on palynological data. *Izvestiya Akademii Nauk SSSR, Ser. Geologicheskaya*, № 8, Pp. 130–135. (In russian).
- Mikhelis A. A., Krusina A. H., Usijuk V. S., 1968. Correlation of Mesozoic-Cenozoic deposits of the western outskirts of the Donbas based on palynological and coal petrographic analyses. Part 1. Paleogene-Neogene deposits. Artemovsk. («Artemgeologia» funds). (In russian).
- Mikhelis A. A., Krusina A. H., Usijuk V. S., 1970. Palynological studies of the reference section of Paleogene-Neogene deposits of the northwestern outskirts of Donbass. *Geological Journal (Geologičnij žurnal)*. № 1. Pp. 56–61. (In russian).
- Mikhelis A. A., Uzijuk V. S., 1973. Justification of stratigraphic subdivision of Paleogene-Neogene deposits of the northwestern outskirts of Donbass (based on palynological data). *Reports of the USSR Academy of Sciences*. № 211, № 1. Pp. 173–176. (In russian).
- Mikhelis A. A., Uzijuk V. S., 1974. Fossil pollen of some angiosperms and its significance for division of paleogene-neogene sediments of Donbass. *Paleontological collection (Paleontologicheskii sbornik)*. № 11, Pp. 87–89. (In russian).
- Mikhelis A. A., Uzijuk V. S., 1974. Palynological and stratigraphic subdivision of the Paleogene and Neogene deposits of the Donbass and the Azov crystalline massif. Vol. 1. Artemovsk. 445 p. (In russian).
- Mikhelis A. A., Uzijuk V. S., 1981. Palynological studies of the Chasiv-Yar refractory clay deposit section. *Paleontological collection (Paleontologicheskii sbornik)*. № 18. Pp. 72–75. (In russian).
- Ochakovskiy V. Yu., 2019. Reconstruction of climate of period of formation of amber-containing sediments of Ukrainian Polissia on the base of palynological data by Coexistence Approach method. *Collection of scientific works of the Institute of Geological Sciences of NAS of Ukraine*, vol. 12, p. 55–60. (In Ukrainian). <https://doi.org/10.30836/igs.2522-9753.2019.185740>.
- Ochakovskiy V. Yu., 2020. Climate reconstruction of Zmiiv time (early Oligocene, late Rupelian) in stratoregion of Zmiiv regional stage on the basis of spore-pollen analysis data by the Coexistence Approach method. *Collection of scientific works*
- Михелис А. А. Значение родов *Carya*, *Juglans*, *Pterocarya* в палеогеновой и неогеновой флоре Донецкого бассейна. *Палеонтологический сборник*. 1988а. № 25. С. 74–78.
- Михелис А. А. Пыльца *Carpinus*, *Corylus* в третичных флорах Донецкого бассейна. *Палинология в СССР*. Новосибирск: Наука, 1988б. С. 71–73.
- Михелис А. А. Участие березовых в третичных флорах Донецкого бассейна по палинологическим данным. *Палеонтологические и биостратиграфические исследования*. Киев. Наук. думка, 1990. С. 103–107.
- Міхеліс А. А. Роль родів *Tilia* та *Pinanga* у третинних флорах Донецького Басейну (за палинологічними даними). *Палеонтологічний збірник*. 1991. С. 48–50.
- Михелис А. А., Зосимович В. Ю., Соколов И. П. Возраст и корреляция нагlinkа Киевского Приднепровья по палинологическим данным. *Изв. АН СССР*, 1975. № 8. С. 130–135.
- Михелис А. А., Крузина А. Х., Узиюк В. С. Корреляция мезо-кайнозойских отложений западных окраин Донбасса на основании палинологического и углететрографического анализа. Часть 1. Палеоген-неогеновые отложения. *Артемовск*. 1968. (фонды «Артемгеология»).
- Михелис А. А., Крузина А. Х., Узиюк В. И. Палинологические исследования опорного разреза палеоген-неогеновых отложений северо-западных окраин Донбасса. *Геол. журн.*, 1970. № 1. С. 56–61.
- Михелис А. А., Узиюк В. С. Обоснование стратиграфического расчленения палеоген-неогеновых отложений северо-западных окраин Донбасса (по палинологическим данным). *ДАН СССР*, 1973. № 211, № 1. С. 173–176.
- Михелис А. А., Узиюк В. С. Ископаемая пыльца некоторых покрытосеменных и ее значение для расчленения палеоген — неогеновых отложений Донбасса. *Палеонтологический сборник*. 1974. № 11. Вып. 1. С. 87–89.
- Михелис А. А., Узиюк В. С. Палинологическо-стратиграфическое расчленение отложений палеогена и неогена Донбасса и Приазовского кристаллического массива. Том 1. *Артемовск*, 1974. 445 с. (звіт).
- Михелис А. А., Узиюк В. С. Палинологические исследования разреза Часов-Ярского месторождения огнеупорных глин. *Палеонтологический сборник*. 1981. № 18. С. 72–75.
- Очаковський В. Ю. Реконструкція клімату періоду формування бурштиномісних відкладів Західного Полісся за спорово-пилковими даними методом Coexistence Approach (CA). *Зб. наук. пр. ІГН НАН України*. 2019. Т. 12. С. 55–60.
- Очаковський В. Ю. Реконструкція клімату зміївського часу (ранній олігоцен, пізній рупель) у страторегіоні зміївського регіоарусу на основі даних спорово-пилкового аналізу методом Coexistence Approach. *Збірник наукових праць Інституту*

of the Institute of Geological Sciences NAS of Ukraine. Vol. 13. Pp. 72–79. (In Ukrainian). <https://doi.org/10.30836/igs.2522-9753.2020.217310>.

Ochakovskiy V. Yu., 2022. Construction of a climate-stratigraphic model of the late Eocene–Early Miocene of Northern and Southern Ukraine using the Coexistence Approach method based on the results of spore-pollen analysis. In: Current issues of stratigraphy of sedimentary basins of Ukraine: new ideas and priority areas of research. Abstracts of scientific conference reports. Kyiv. Pp. 33–34. (In Ukrainian).

Ochakovskiy V. Yu., Yefimenko V. I., 2023. Climate reconstruction of plain Crimea in the early Oligocene on the basis of spore-pollen study data by the Coexistence Approach method. *Collection of scientific works of the Institute of Geological Sciences NAS of Ukraine*, Vol. 16. Iss. 2. Pp. 66–75. (In Ukrainian).

Akgün F., Akkiraz M. S., Üçbaş S. D., Bozcu M., Kapan Yeşilyurt S., Bozcu A., 2013. Oligocene vegetation and climate characteristics in north-west Turkey: data from the south-western part of the Thrace Basin. *Turkish Journal of Earth Sciences*. 22. Pp. 277–303.

Akkiraz M. S., Akgün F., Utescher T., Wilde V., Bruch A., Mosbrugger V., Üçbaş S. D., 2012. Palaeoflora and Climate of Lignite-bearing Lower–Middle Miocene Sediments in the Seyitömer and Tunçbilek Sub-basins, Kütahya Province, Northwest Turkey. *Turkish Journal of Earth Sciences*. Vol. 21. No 2. Pp. 213–235.

Akkiraz M. S., Utescher T., Bruch A., Wilde V., Durak S. D. Ü., Mosbrugger V., 2020. Early Miocene palaeoflora and palaeoecology of the Soma Basin, Western Turkey. *Palaeobiodiversity and Palaeoenvironments*. 100. Pp. 921–938.

Durak S. D. Ü., Akkiraz M. S., 2016. Late Oligocene–Early Miocene palaeoecology based on pollen data from the Kalkım-Gönen Basin (Northwest Turkey). *Geodinamica Acta*. Vol. 28, No. 4. Pp. 295–310.

Geier C., Bouchal J. M., Ulricha S., Gross M., Zetter R., Denk T., Grímsson F., 2022. Paleovegetation and paleoclimate inferences of the early late Sarmatian palynoflora from the Gleisdorf Fm. at Gratkorn, Styria, Austria. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 307. 104767. Pp. 1–65. <https://doi.org/10.1016/j.revpalbo.2022.104767>.

Mosbrugger V., Utescher T., 1997. The coexistence approach – a method for quantitative reconstructions of Tertiary terrestrial palaeoclimate data using plant fossils. *Palaeogeography. Palaeoclimatology. Palaeoecology*. Vol. 134. Pp. 61–86.

Utescher T., Bruch A., Erdai B., Francois L., Ivanov D., Jacques F. M. B., Kern A. K., Liu Y., Mosbrugger V., Spicer R. A., 2014. The Coexistence Approach – theoretical background and practical considerations of using plant fossils for climate quantification. *Palaeogeography. Palaeoclimatology. Palaeoecology*. 410. Pp. 58–73. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2014.05.031>.

Manuscript received March 8, 2025;
revision accepted May 20, 2025.

геологічних наук НАН України. 2020. Том 13. С. 72–79. <https://doi.org/10.30836/igs.2522-9753.2020.217310>.

Очаковський В. Ю. Побудова кліматостратиграфічної моделі пізнього еоцену-раннього міоцену Північної та Південної України за допомогою методу Coexistence Approach на основі результатів спорово-пилкового аналізу. Актуальні питання стратиграфії осадових басейнів України: нові ідеї і пріоритетні напрями досліджень. Тези доповідей наукової конференції. Київ. 2022. С. 33–34.

Очаковський В. Ю., Єфіменко В. І. Реконструкція клімату раннього олігоцену на території Рівнинного Криму за спорово-пилковими даними методом Coexistence Approach. *Зб. наук. пр. Ін-ту геол. наук НАН України*. 2023. Том 16. № 2. С. 66–75. <https://doi.org/10.30836/igs>.

Akgün F., Akkiraz M. S., Üçbaş S. D., Bozcu M., Kapan Yeşilyurt S., Bozcu A. Oligocene vegetation and climate characteristics in north-west Turkey: data from the south-western part of the Thrace Basin. *Turkish Journal of Earth Sciences*. (2013) 22: 277–303. <https://doi.org/10.3906/yer-1201-3>.

Akkiraz M. S., Akgün F., Utescher T., Wilde V., Bruch A., Mosbrugger V., Üçbaş S. D. Palaeoflora and Climate of Lignite-bearing Lower–Middle Miocene Sediments in the Seyitömer and Tunçbilek Sub-basins, Kütahya Province, Northwest Turkey. *Turkish Journal of Earth Sciences*. 2012. Vol. 21, No 2. Pp. 213–235. <https://doi.org/10.3906/yer-1007-45>.

Akkiraz M. S., Utescher T., Bruch A., Wilde V., Durak S. D. Ü., Mosbrugger V. Early Miocene palaeoflora and palaeoecology of the Soma Basin, Western Turkey. *Palaeobiodiversity and Palaeoenvironments*. 2020. 100:921–938. <https://doi.org/10.1007/s12549-020-00434-3>.

Durak S. D. Ü., Akkiraz M. S. Late Oligocene–Early Miocene palaeoecology based on pollen data from the Kalkım-Gönen Basin (Northwest Turkey). *Geodinamica Acta*. 2016. Vol. 28, No. 4, 295–310. <https://doi.org/10.1080/09853111.2016.1184777>.

Geier C., Bouchal J. M., Ulricha S., Gross M., Zetter R., Denk T., Grímsson F. Paleovegetation and paleoclimate inferences of the early late Sarmatian palynoflora from the Gleisdorf Fm. at Gratkorn, Styria, Austria. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 307. 2022. 104767. P. 1–65. <https://doi.org/10.1016/j.revpalbo.2022.104767>.

Mosbrugger V., Utescher T. The coexistence approach – a method for quantitative reconstructions of Tertiary terrestrial palaeoclimate data using plant fossils. *Palaeogeography. Palaeoclimatology. Palaeoecology*. 1997. Vol. 134. P. 61–86.

Utescher T., Bruch A., Erdai B., Francois L., Ivanov D., Jacques F. M. B., Kern A. K., Liu Y., Mosbrugger V., Spicer R. A. The Coexistence Approach – theoretical background and practical considerations of using plant fossils for climate quantification. *Palaeogeography. Palaeoclimatology. Palaeoecology*. 2014. 410, Pp. 58–73. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2014.05.031>.

Інститут геологічних наук НАН України,
Київ, Україна