

РЕКОНСТРУКЦІЯ КЛІМАТУ ПЕРІОДУ ФОРМУВАННЯ БУРШТИНОМІСНИХ ВІДКЛАДІВ  
УКРАЇНСЬКОГО ПОЛІССЯ ЗА СПОРОВО-ПИЛКОВИМИ ДАНИМИ  
МЕТОДОМ COEXISTENCE APPROACH (апроксимації інтервалу співіснування)

RECONSTRUCTION OF CLIMATE OF PERIOD OF FORMATION OF AMBER-CONTAINING  
SEDIMENTS OF UKRAINIAN POLISSIA ON THE BASE OF PALYNOLOGICAL DATA  
BY COEXISTENCE APPROACH METHOD

В.Ю. Очаковський

Volodymyr Yu. Ochakovskiy

Institute of Geological Sciences, NAS of Ukraine, 55-b O. Honchara St., Kyiv, Ukraine, 01601 (ochak76@gmail.com)

Було проведено спорово-пилкові дослідження бурштиномісних порід Українського Полісся, отримано два спорово-пилкові комплекси. Таксономічний склад обох спорово-пилкових комплексів тотожний, вони відрізняються лише пропорціями складу окремих компонентів: у першому – пилко Pinaceae переважає над Taxodiaceae та *Sciadopithys*, пилко покритонасінних досить різноманітний, хоча його роль підпорядкована, у другому – пилко Taxodiaceae та *Sciadopithys* переважає над Pinaceae, причому роль пилку покритонасінних різко зменшується до декількох відсотків, серед цієї групи значна частка належить пилку *Rhus*. На основі цих досліджень проведено палеокліматичні реконструкції межигірського часу (ранній олігоцен) методом Coexistence Approach. Розширено набір параметрів клімату цього часу, для яких обчислені значення: середньорічна температура; середня температура найхолоднішого місяця (січня); середня температура найтеплішого місяця (липня); середньорічна кількість опадів; кількість опадів упродовж найвологішого місяця; кількість опадів упродовж найсухішого місяця; кількість опадів упродовж найтеплішого місяця. Підвищено точність обчислення температур та опадів у порівнянні з попередніми дослідженнями. Встановлено, що палеоклімат був теплим, наближеним до субтропічного, з сухим спекотним літом (середньорічна температура +15,8°C). Це відповідає сучасному клімату типу «Csa» за класифікацією Кьоппена-Гейгера (середземноморському) або субтропічному клімату західних узбережжів материків за класифікацією Алісова.

**Ключові слова:** спори та пилко, олігоцен, бурштин, палеоклімат, Українське Полісся, Coexistence Approach.

Spore-pollen investigations of amber-bearing rocks of Ukrainian Polissia were conducted, two spore-pollen complexes were obtained. The taxonomic composition of both spore-pollen complexes is identical, they differ only in the proportions of the composition of the individual components: in the first complex pollen of Pinaceae prevails over Taxodiaceae and *Sciadopithys*, angiosperm pollen is quite diverse, although its role is subordinate, in the second complex pollen of Taxodiaceae and *Sciadopithys* prevails over Pinaceae, and the role of angiosperm pollen sharply decreases to several percent, a significant proportion of this group is *Rhus* pollen. On the base of own palynological investigation of amber-containing sediments of western Polissia a paleoclimate reconstruction of Mezhyhirian time (early Oligocene) by Coexistence Approach method was done. The set of climate parameters has been expanded: mean annual temperature; mean temperature of the coldest month; mean temperature of the warmest month; mean annual precipitation; precipitation of the wettest month; precipitation of the driest month; precipitation of the warmest month. Accuracy of calculation has been increased compared to previous studies. It is established that the climate was warm-temperate, narrow to subtropical (mean annual temperature +15,8°C). It corresponds to the modern climate of "Csa"-type according to the Köppen-Geiger classification (Mediterranean) or subtropical climate of the western coasts of continents according to the Alisov classification.

**Keywords:** spore and pollen, Oligocene, amber, paleoclimate, Ukrainian Polissia, Coexistence Approach.

## ВСТУП

Відклади межигірського регіонарусу (нижній олігоцен, нижній рюпель) північно-західного району Українського щита (УЩ) містять промислові поклади бурштину. Тому вони потребують поглибленого та комплексного вивчення (стратиграфічного положення, умов седиментації та палеогеографічного аналізу). Особливо важливим є визначення умов формування цих відкладів у зоні зчленування Північноукраїнської та Західно-

української палеоседиментаційних провінцій, до якої тяжіє Поліський бурштиноносний район. Для відтворення палеоумов та характеру осаконакопичення необхідним є обчислення якомога більшої кількості кліматичних параметрів, що можуть бути визначені за результатами спорово-пилкового аналізу.

У стратиграфічній схемі Північноукраїнської та Західноукраїнської палеоседиментаційних провінцій (рис. 1) олігоценові відклади, що міс-

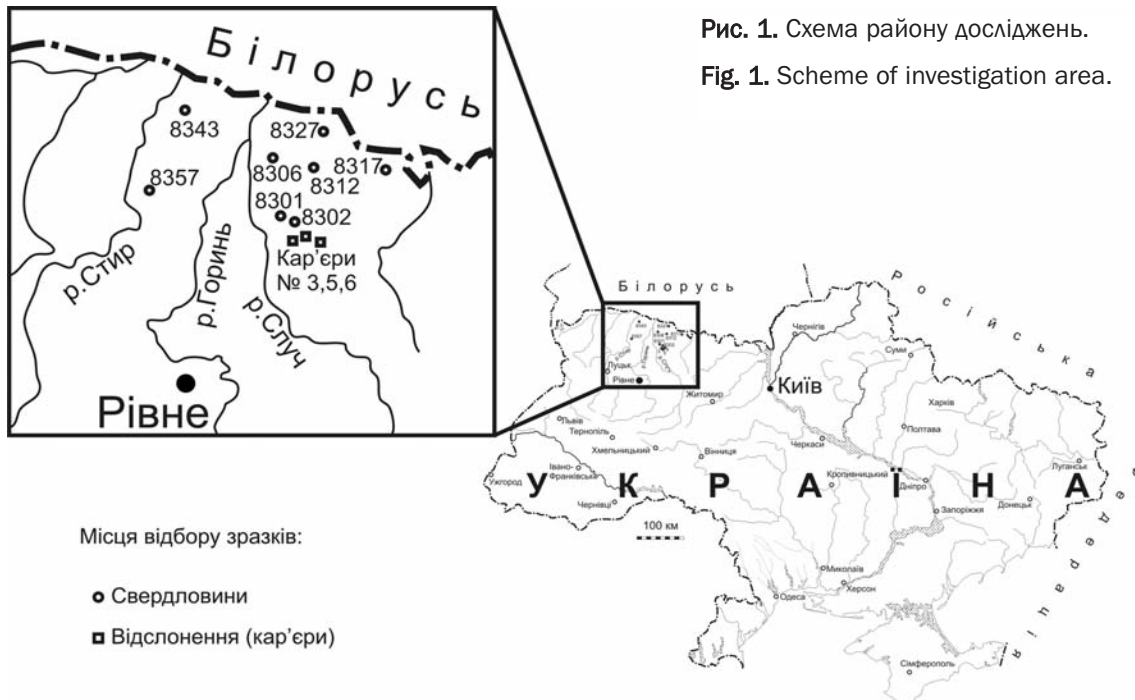


Рис. 1. Схема району досліджень.

Fig. 1. Scheme of investigation area.

Місця відбору зразків:

- Свердловини
- Відслонення (кар'єри)

тять поклади бурштину Поліського бурштиноносного району відносяться до межигірського регіоярису (Зосимович, Шевченко, 2015). У геологічних розрізах північно-західного району УЩ вони представлені товщею темноколірних кварцових гумусованих пісків і алевритів (товща ТКГПА) (Зосимович, Шевченко, 2015).

Спорово-пилкові дослідження межигірських відкладів Північної України мають давню історію (Зосимович, Михеліс, 1979; Стотланд, 1984а, 1984б; Очаковський, 2007, 2013а, 2013б, 2017). Проте вони проводилися переважно у біостратиграфічному та палеофлористичному напрямках. У наших попередніх дослідженнях було зосереджено увагу на палеокліматичних реконструкціях (Очаковський, 2003, 2013б). Дана робота є продовженням попередніх досліджень, її результати значно розширюють набір параметрів клімату, що обчислюються, а також суттєво підвищують точність обчислення значень цих параметрів.

#### МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

Нами було проведено спорово-пилкові дослідження бурштиномісних порід товщі ТКГПА (Зосимович, Шевченко, 2015) (рис. 2), в результаті чого отримано два спорово-пилкові комплекси (СПК) (Очаковський, 2017). Таксономічний склад обох СПК тотожний, вони відрізняються лише пропорціями складу окремих компонентів. В обох СПК кількісно переважає пилки голона-

сінних рослин, що є характерним для СПК нижньоолігоценових відкладів Дніпровсько-донецької западини та прилеглих регіонів. Отримані СПК мають такі відмінності:

- у першому СПК пилки Pinaceae переважає над Taxodiaceae та *Sciadopithys*, пилки покритонасінних досить різноманітні, хоча його роль підпорядкована;
- у другому СПК пилки Taxodiaceae та *Sciadopithys* переважає над Pinaceae, причому роль пилки покритонасінних різко зменшується до декількох відсотків, серед цієї групи значна частка належить пилку *Rhus*.

Для деталізації характеристики клімату межигірського часу північно-західного району УЩ нами вперше було застосовано метод Coexistence Approach (CA), розроблений німецькими дослідниками Фолькером Моссбрюгером та Торстеном Утешером (Mosbrugger, Utescher, 1997; Utescher et al., 2014). Сутність цього методу полягає у знаходженні інтервалу сумісного існування (Coexistence Interval) певної визначеної групи рослин рецентних таксонів (рис. 3), що є найближчими існуючими аналогами (Nearest Living Relatives, NLR) викопних таксонів (за кліматичними умовами зростання). Також можливе застосування методу з використанням комплексу решток рослин (іхнофітофосилій, спор та пилку, плодів та насіння та ін.).

Система	Відділ	Ярус	Діпровсько-Донецька западина, Український щит	
Палеогенова	Олігоценовий	Хатський	Берецький регіоярус	Верхній регіонід`ярус (сиваський)
		Рюпельський		Нижній регіонід`ярус (зміївський)
			Межигірський регіоярус	

**Рис. 2.** Стратиграфічна схема олігоценових відкладів Північноукраїнської та Західноукраїнської палеоседиментаційних провінцій (Зосимович, Шевченко, 2015).

**Fig. 2.** Stratigraphic chart of Oligocene of Northern Ukrainian and Western Ukrainian paleosedimentation provinces (Zosimovich, Shevchenko, 2015).

Реконструкції клімату, зроблені нами, базуються на використанні таксонів родового рівня (інколи видового) через те, що їх рецентні відповідники (NLR-таксони) видового рівня не можна впевнено співвідносити з видами, що існували в олігоценовий час. Для обчислення значень кліматичних параметрів нами використані такі таксони (рис. 3): *Osmunda*, *Gleichenia*, *Picea*, *Cedrus*, *Abies*, *Tsuga* cf. *diversifolia* (Maxim.) Mast., *Tsuga* cf. *canadensis* (L.) Carr. *Taxodium*, *Podocarpus*, *Sciadopitys*, *Lyriodendron*, *Liquidambar*, *Myrica*, *Juglans*, *Carya*, *Engelhardia*, *Platycarya*, *Pterocarya*, *Betula*, *Carpinus*, *Corylus*, *Alnus*, *Castanea*, *Quercus*, *Fagus*, *Tilia*, *Acer*, *Rhus*, *Nyssa*, *Ilex*.

#### РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

Раніше нами за різними методиками (Гричук и др., 1987; Fauquette et al., 1998) було враховано значення таких чотирьох параметрів клімату межигірського часу:

1. середньорічної температури (MAT),
2. середньої температури найхолоднішого місяця (січня) (СММ),
3. середньої температури найтеплішого місяця (липня) (WMM),
4. середньорічної кількості опадів (MAP) (Очаковський, 2003, 20136).

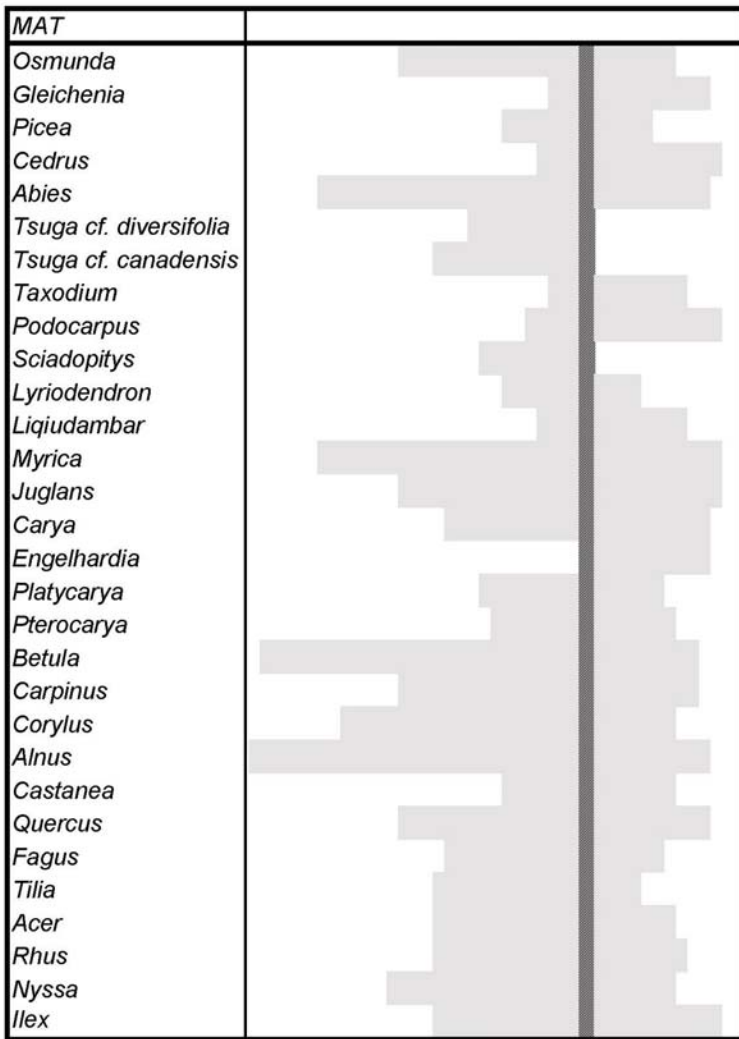
На основі таксономічного складу отриманих СПК межигірських відкладів Північної України (Очаковський, 2017) методом Coexistence Approach нами визначено відповідні інтервали сумісного існування (Coexistence Intervals) та обчислено для кожного такого інтервалу середні значення семи важливих параметрів клімату межигірського часу, а саме:

1. середньорічної температури (MAT = 15,6-16,6°C, середнє 15,8°C);
2. середньої температури найхолоднішого місяця (січня) (СМТ = 5-6,6°C, середнє 5,8°C);
3. середньої температури найтеплішого місяця (липня) (WMT = 25,4-26,8°C, середнє 26,1°C);
4. середньорічної кількості опадів (MAP = 1300-1347 мм, середнє 1323,5 мм);
5. кількості опадів упродовж найвологішого місяця (НМР = 204-246 мм, середнє 221 мм);
6. кількості опадів упродовж найсухішого місяця (LMP = 32-37 мм, середнє 34,5 мм);
7. кількості опадів упродовж найтеплішого місяця (WMP = 115-131 мм, середнє 123 мм).

Отримані нами значення кліматичних параметрів (температури повітря та опадів) через малу кількість опадів впродовж найтеплішого місяця року (WMP) та нечітко виражену сезонність опадів дозволяють віднести клімат північно-західного району УЩ у межигірський час (ранній олігоцен, рюпель), до таких типів кліматів за різними класифікаціями:

1. за Кьоппен-Гейгером (Köppen-Geiger climate classification) (Kottek et al., 2006) – до типу «Csa», а саме *середземноморського, теплопомірного клімату із сухим літом (warm temperate with dry summer)*;
2. за Алісовим (Алисов, Полтораус, 1974) – до *субтропічного клімату західних узбережжів материків*.

Варто зазначити, що використаний нами раніше метод Фогета-Гюї-Сюка (Fauquette-Guiot-Suc) (Fauquette et al., 1998) дозволяє оцінити



**Рис.3.** Графічне представлення алгоритму знаходження інтервалу сумісного існування (coexistence interval) групи реперних таксонів спорово-пилкового комплексу при обчисленні значення середньорічної температури (MAT, °C). Наведений інтервал існування для кожного таксону окремо (світло-сірий прямокутник), а також інтервал сумісного існування (coexistence interval) для групи реперних таксонів (темно-сірий прямокутник).

**Fig. 3.** Graphical representation of the algorithm of finding the coexistence interval of reference taxa group of the spore-pollen complex when calculating the mean annual temperature (MAT, °C). The interval of existence for each taxa (light-gray orthogon) and coexistence interval for reference taxa group (dark-gray orthogon) are depicted.

лише середньорічну кількість опадів, а метод Гричука та ін. (Гричук и др., 1987) взагалі не дає змоги визначати кількість опадів. Натомість метод Моссбрюгера-Утешера (Mosbrugger-Utescher) (Mosbrugger, Utescher, 1997; Utescher et al., 2014) дозволив нам виявити розподіл опадів упродовж року по окремих реперних місяцях, а саме визначити кількість опадів упродовж найвологішого, найсухішого та найтеплішого місяців року. Визначений за цим методом Coexistence Interval для кожного з кліматичних параметрів є значно вузьчим, ніж діапазон значення для відповідного параметра, визначений раніше із застосуванням інших методів (Гричук и др., 1987; Очаковський, 2003, 20136; Fauquette et al., 1998). Таким чином, метод Моссбрюгера-Утешера (Mosbrugger-Utescher) виявився точнішим у порівнянні із використаними раніше методами.

**ВИСНОВКИ**

На основі результатів спорово-пилкових досліджень території Українського Полісся обчислено значення параметрів палеоклімату межигірського часу, встановлено якісну характеристику та тип клімату. У порівнянні з нашими попередніми дослідженнями (Очаковський, 2003, 20136) підвищено точність обчислення значень параметрів клімату а також значно розширено набір характеристик клімату цього часу. Окрім уточнених значень чотирьох кліматичних показників (MAT, СММ, WMM, MAT), отримано значення ще трьох важливих параметрів (НМР, LMP, WMP). Одержані результати суттєво змінили уявлення (Очаковський, 2003, 20136) про якісну характеристику клімату регіону у зазначений час – він виявився більш вологим і значно більш теплим, ніж вважалось раніше (Очаковський, 2003, 20136): обчислене значення середньорічної температури дорівнює +15,8°С (вище на 4,8°С), середньої температури найхолоднішого місяця



(січня) – +5,8 °С (вище на 2,8 °С), середньої температури найтеплішого місяця (липня) – +26,1 °С (вище на 5,1 °С), середньорічної кількості опадів – 1323,5 мм (вище на 123,5 мм).

Таким чином, обчислені нами значення параметрів клімату дозволяють змогу зробити висновок, що відтворений нами методом Coexistence Approach клімат ранньоолігоценово-

го часу був дуже теплим, з місячними максимумами опадів, що припадають на весну – осінь, зі спекотним сухим літом, за температурними параметрами він наближається до субтропічного, значення середньорічної температури для якого (+18 °С) лише на 2,2 °С вище, ніж отримані у результаті наших досліджень.

## REFERENCES

- Alisov B.P., Poltoraus B.V., 1974. Climatology. Moscow: Moscow University Press, 300 p. (In Russian).
- Alisov B.P., Poltoraus B.V. Климатология. Москва: Изд-во Моск. ун-та, 1974. 300 с.
- Grichuk V.P., Zelikson E.M., Borisova O.K., 1987. Reconstruction of a climate indicators of Early Cenozoic by paleofloristic data. Earth's climates in a geological past. Moscow: Nauka, pp. 69–77. (In Russian).
- 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.
- Zosimovich V.Y., Michelis A.A., 1979. Boundary of the Upper Eocene and Oligocene of the Kyiv Dnieper region by palynological data. Doklady AN USSR. Ser. B, no 9, pp. 698–701. (In Russian).
- Зосимович В.Ю., Михелис А.А. Граница верхнего эоцена и олигоцена в области Киевского Приднепровья по палинологическим данным. Докл. АН УССР. Сер. Б. 1979. № 9. С. 698–701.
- Zosimovich V.Yu., Shevchenko T.V., 2015. Development stages of paleogene sedimentary basins of Northern Ukraine. Collection of scientific works of the Institute of Geological Sciences NAS of Ukraine, vol. 8, pp. 68–121. (In Ukrainian).
- Зосимович В.Ю., Шевченко Т.В. Палеогенові відклади Північноукраїнської палеоседиментаційної провінції. Зб. наук. пр. Ін-ту геол. наук НАН України. 2015. Т. 8. С. 68–121.
- Ochakovskiy V.Yu., 2003. Reconstruction of vegetation and climate of Late Oligocene on Ukraine territory (by palynological data). Reports of the National Academy of Sciences of Ukraine, no 5, pp. 120–124. (In Ukrainian).
- Очаковський В.Ю. Реконструкція рослинності та клімату пізнього олігоцену на території України (за палинологічними даними). Доповіді НАН України. 2003. № 5. С. 120–124.
- Ochakovskiy V.Yu., 2007. Correlation of the Oligocene sediments of the Dniepr-Donets and Prypyat' depressions on the base of palynological data. In: Paleontological studies in Ukraine: history, present-day state and prospects. Collection of scientific works of IGS NAS of Ukraine. Kyiv, pp. 265–269. (In Ukrainian).
- Очаковський В.Ю. Кореляція олігоценових відкладів Дніпровсько-Донецької та Прип'ятської западин на основі даних спорово-пилкового аналізу. Палеонтологічні дослідження в Україні: історія, сучасний стан та перспективи: Зб. наук. пр. ІГН НАН України. Київ, 2007. С. 265–269.
- Ochakovskiy V.Yu., 2013a. Oligocene stage of vegetation development of south East-European paleofloristic province. Collection of scientific works of the Institute of Geological sciences NAS of Ukraine, vol. 6, pp. 136–144. (In Ukrainian).
- Очаковський В.Ю. Олігоценовий етап розвитку рослинного покриву Півдня Східноєвропейської палеофлористичної провінції (за даними спорово-пилкового аналізу). Зб. наук. пр. ІГН НАН України. 2013а. Т. 6, вип. 1. С. 136–144.
- Ochakovskiy V.Yu., 2013b. Flora, vegetation and climate of northern Ukraine during the Oligocene time (by palynological data): Autoreferat of PhD thesis in geology. Kyiv, 25 p. (In Ukrainian).
- Очаковський В.Ю. Флора, рослинність та клімат Північної України протягом олігоцену (за даними спорово-пилкового аналізу): автореф. дис. ... канд. геол. наук: 04.00.09. Київ, 2013б. 25 с.
- Ochakovskiy V.Yu., 2017. Spore-pollen characteristic of Oligocene amber-containing sediments of Ukrainian Polissia (new data). Collection of scientific works of the Institute of Geological Sciences NAS of Ukraine, vol. 10, pp. 73–84. (In Ukrainian).
- Очаковський В.Ю. Спорово-пилкова характеристика олігоценових бурштиномісних відкладів Українського Полісся (нові дані). Зб. наук. пр. Ін-ту геол. наук НАН України. 2017. Т. 10. С. 73–84.
- Stotland A.B., 1984a. Microphytofossils of Eocene-Middle Miocene of Dnieper-Donets depression and its
- Стотланд А.Б. Микрофитофоссилии эоцена – среднего миоцена Днепровско-Донецкой впадины и их

stratigraphic value. Autoreferat of PhD thesis in geology. Kyiv, 26 p. (In Russian).

Stotland A.B., 1984b. To a question about palynological characteristic of Mezhygore formation in Kyiv Dnieper region. In: Paleontology and stratigraphy of Phanerozoic of Ukraine. Kyiv: Naukova Dumka, pp. 144–150. (In Russian).

Fauquette S., Guiot J., Suc J.-P., 1998. A method for climatic reconstruction of the mediterranean pliocene using pollen data. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. no 44. pp. 183–201. (In English).

Kottek M., Grieser J., Beck C., Rudolf B., Rubel F., 2006. World map of the Köppen-Geiger climate classification updated. *Meteorologische Zeitschrift*. vol. 15, no 3. pp. 259–263. (In English).

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. (In English).

Utescher T., Bruch A., Erdai B., François 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. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.* 410, pp. 58–73. (In English).

стратиграфическое значение: автореф. дис. ... канд. геол.-минерал. наук: 04.00.09. Киев, 1984а. 26 с.

Стотланд А.Б. К вопросу о палинологической характеристике межигорской свиты в Киевском Приднепровье. Палеонтология и стратиграфия фанерозоя Украины. Киев: Наук. думка, 1984б. С. 144–150.

Fauquette S., Guiot J., Suc J.-P. A method for climatic reconstruction of the mediterranean pliocene using pollen data. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. 1998. № 44. P. 183–201.

Kottek M., Grieser J., Beck C., Rudolf B., Rubel F. World map of the Köppen-Geiger climate classification updated. *Meteorologische Zeitschrift*. 2006. vol. 15, № 3. P. 259–263.

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., François 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. vol. 410, pp. 58–73.

Manuscript received September 20, 2019;  
revision accepted November 01, 2019

Інститут геологічних наук НАН України  
Київ, Україна

## РЕКОНСТРУКЦИЯ КЛИМАТА ПЕРИОДА ФОРМИРОВАНИЯ ЯНТАРЕНОСНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ УКРАИНСКОГО ПОЛЕСЬЯ ПО СПОРОВО-ПЫЛЬЦЕВЫМ ДАННЫМ МЕТОДОМ COEXISTENCE APPROACH (АППРОКСИМАЦИИ ИНТЕРВАЛА СОСУЩЕСТВОВАНИЯ)

В.Ю. Очаковский

Были проведены спорово-пыльцевые исследования янтареносных отложений Украинского Полесья, получено два спорово-пыльцевых комплекса. Таксономический состав обоих комплексов тождественен, они отличаются лишь пропорциями состава отдельных компонентов: в первом – пыльца Pinaceae преобладает над Taxodiaceae и *Sciadopithys*, пыльца покрытосеменных достаточно разнообразна хотя её роль подчиненная, во втором – пыльца Taxodiaceae и *Sciadopithys* преобладает над Pinaceae, причем роль пыльцы покрытосеменных резко уменьшается до нескольких процентов, среди этой группы значительная часть принадлежит пыльце *Rhus*. На основе этих исследований проведены палеоклиматические реконструкции межигорского времени (ранний олигоцен) методом Coexistence Approach. Расширен набор параметров климата этого времени, для которых вычислены значения: среднегодовая температура; средняя температура самого холодного месяца (января); средняя температура самого теплого месяца (июля); среднегодовое количество осадков; количество осадков в течение самого влажного месяца; количество осадков в течение самого сухого месяца; количество осадков в течение самого теплого месяца. Повышена точность вычисления температур и осадков по сравнению с предыдущими исследованиями. Установлено, что палеоклимат был теплым, близким к субтропическому, с сухим жарким летом (среднегодовая температура +15,8 °C). Это соответствует современному климату типа "Csa" по классификации Кёппена-Гейгера (средиземноморскому) или субтропическому климату западных побережий материков по классификации Алисова.

*Ключевые слова:* споры и пыльца, олигоцен, янтарь, палеоклимат, Украинское Полесье, Coexistence Approach.