

РЕКОНСТРУКЦІЯ КЛІМАТУ ОЛІГОЦЕНОВОГО ЧАСУ ПІВДЕННОЇ УКРАЇНИ НА ОСНОВІ ДАНИХ СПОРОВО-ПИЛКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ МЕТОДОМ COEXISTENCE APPROACH

CLIMATE RECONSTRUCTION OF SOUTHERN UKRAINE IN THE OLIGOCENE ON THE BASIS OF SPORE-POLLEN STUDY DATA BY THE COEXISTENCE APPROACH METHOD

В. Ю. Очаковський

Volodymyr Yu. Ochakovskiy

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

На основі результатів спорово-пилкових досліджень олігоценових відкладів Південної України проведено реконструкцію клімату олігоценового часу цього регіону із застосуванням методу Coexistence Approach. Для кожного з інтервалів олігоценового часу (ранньоборисфенського, пізньоборисфенського, молочанського, сірогозького, асканійського та горностаївського) обчислено значення семи кліматичних параметрів: середньорічної температури, середньої температури найхолоднішого місяця (січня), середньої температури найтеплішого місяця (липня), середньорічної кількості опадів, кількості опадів упродовж найвологішого місяця, кількості опадів протягом найсухішого місяця, кількості опадів упродовж найтеплішого місяця. Встановлено, що палеоклімат був теплим, наближеним до субтропічного, зі сухим спекотним літом. Він віднесений до типу Csa за Кьоппенем. Виявлений тренд на поступове похолодання та аридизацію клімату впродовж олігоцену в межах Південної України. У середині олігоцену (молочанський — сірогозький час) зафіксовано епізод помітного потепління та осушення, тобто підвищення континентальності клімату (збільшення середньорічної температури та кількості опадів упродовж найвологішого місяця, зменшення кількості опадів протягом найсухішого місяця та кількості опадів протягом найтеплішого місяця), що співвідноситься з часом найменшого розвитку морського басейну в межах Південної України в олігоцені.

Ключові слова: спори та пилок, олігоцен, палеоклімат, Південна Україна, Coexistence Approach.

Based on the data of spore-pollen studies of the Oligocene sediments of Southern Ukraine, a reconstruction of the Oligocene climate of this region was carried out using the latest method of coexistence approach. For each of the intervals of Oligocene time (early Borysphenian, late Borysphenian, Molochanian, Sirogozian, Askanian, and Hornostaivian) the values of the following climatic parameters were calculated: mean annual temperature, coldest month temperature (January), warmest month temperature (July), mean annual precipitation, highest month precipitation, lowest month precipitation, warmest month precipitation. It was established that the paleoclimate was warm, close to subtropical, with dry hot summers. It is classified as Csa type according to Köppen. A trend of gradual cooling and aridization of the climate within Southern Ukraine during the Oligocene was revealed. In the middle of the Oligocene (Molochanian — Sirogozian) an episode of noticeable warming and drying: an increase of continentality of the climate was recorded (an increase of mean annual temperature and a decrease of precipitation in the wettest month, a decrease of precipitation in the driest month and a decrease of precipitation in the warmest month), which corresponds to the period of the least development of the sea basin within the Southern Ukraine in the Oligocene.

Keywords: spore and pollen, oligocene, palaeoclimate, Southern Ukraine, Coexistence Approach.

ВСТУП

Олігоценові відклади Південної України (Північне Причорномор'я, Рівнинний Крим) відносяться до планорбелового (нижній олігоцен, нижня частина рюпелю), молочанського (нижній олігоцен, верхня частина рюпелю) та керлеуцького (верхня частина нижнього-верхній олігоцен, хатт) регіолярусів. У Північному Причорномор'ї планорбеловий ре-

гіолярус представлений борисфенською світою (нижньоборисфенська та верхньоборисфенська підсвіти), молочанський — молочанською світою, нижня частина керлеутського — сірогозькою світою, верхня частина керлеутського — асканійською та горностаївською світами (Зернецький, Рябоконт, 2013; Рябоконт, 2016, 2021) (рис 1).

Цитування: Очаковський В. Ю. Реконструкція клімату олігоценового часу Південної України на основі даних спорово-пилкових досліджень методом Coexistence Approach. Збірник наукових праць Інституту геологічних наук НАН України. 2022. Т. 15, вип. 1. С. 112–122. <https://doi.org/10.30836/igs.2522-9753.2022.267861>.

Citation: Ochakovskiy V. Yu., 2022. Climate reconstruction of southern Ukraine in the Oligocene on the basis of the spore-pollen study data by the Coexistence Approach method. Collection of scientific works of the Institute of Geological Sciences of NAS of Ukraine. Vol. 15, iss. 1. Pp. 112–122. <https://doi.org/10.30836/igs.2522-9753.2022.267861>.

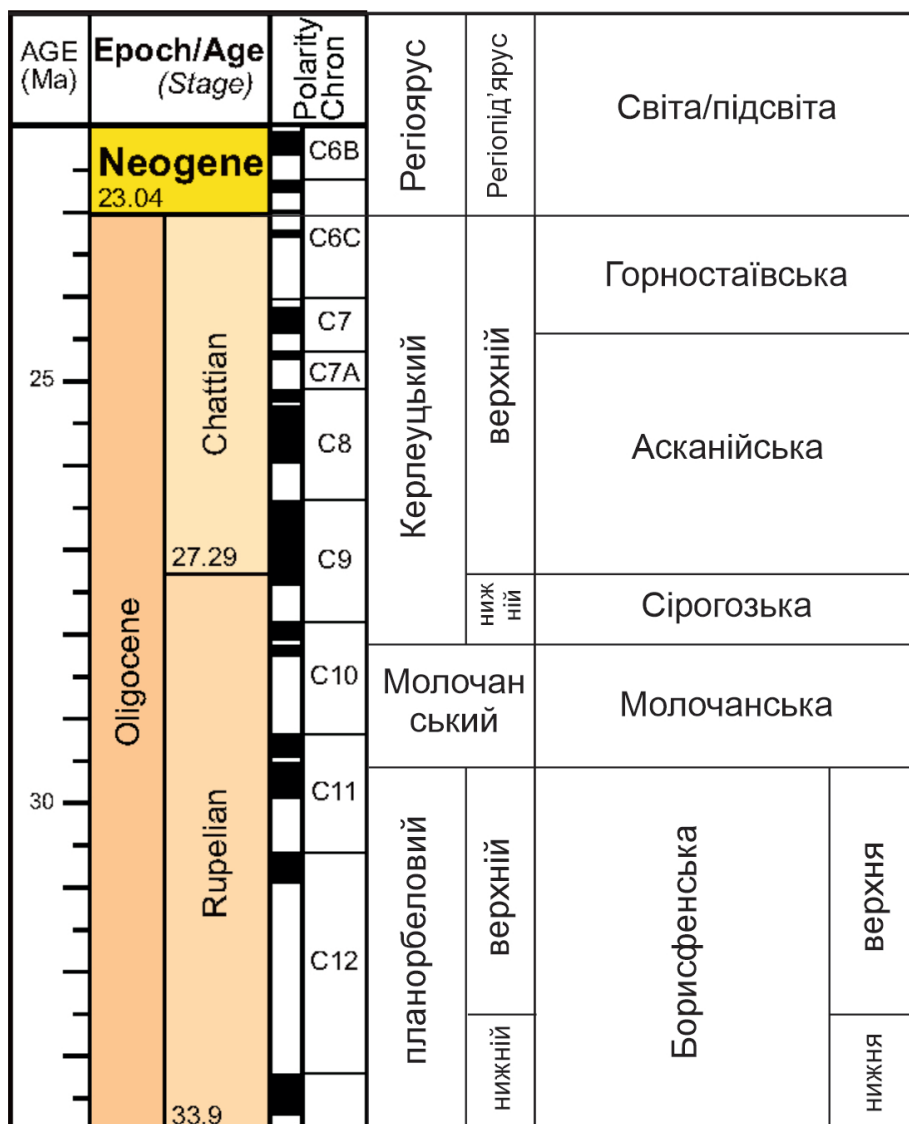


Рис. 1. Стратиграфічна схема олігоценів відкладів Північного Причорномор'я.

Fig.1. Stratigraphic chart of Oligocene of Northern Black Sea coast.

Спорово-пилкові дослідження олігоценів відкладів Південної України були започатковані ще у середині ХХ ст. У результаті цих досліджень описано спорово-пилкові комплекси (СПК), проведено реконструкції складу флори та характеру рослинності цього регіону у ранньоолігоценів час, а також проведено міжрегіональну кореляцію нижньоолігоценів відкладів Південної України за даними спорово-пилкового аналізу. Крім того були спроби реконструкції клімату на основі результатів спорово-пилкового аналізу (Козяр, 1960; Кораллова 1964, 1966, 1968а, 1968b, 1978, 1984, 1987; Малясова, 1956; Панова, 1978; Щекіна, 1969, 1970, Сябряй, Щекіна, 1983).

Зважаючи на те, що дотепер кліматичні реконструкції олігоценів часу для території Причорноморської западини та Рівнинного Криму (Кораллова, 1987) містять лише якісні характеристики, без точного числового підрахунку значень кліматичних параметрів, нами проведено реконструкцію клімату цього часу із застосуванням методу Coexistence Approach, розробленого В. Моссбрюгером та Т. Утешеромі (Mosbrugger, Utescher, 1997; Utescher, Bruch, Erdai et al, 2014.). Метод дозволяє отримати числові значення меж інтервалу сумісного існування (coexistence interval) для більшої кількості кліматичних параметрів, ніж використаний нами раніше метод В. П. Грічука (сім проти двох).

МАТЕРІАЛ

Вихідними даними для проведення дослідження послуговували результати спорово-пилкового аналізу (таксономічний склад СПК) таких стратонів Південної України (Рис. 2):

1. СПК нижньоборисфенської підсвіти (нижня частина зони *Spiroplectammina carinata*) борисфенської світи (Кораллова, 1968а, 1968b);

2. СПК верхньоборисфенської підсвіти (верхня частина зони *Spiroplectammina carinata*) борисфенської світи (Кораллова, 1968а, 1968b);

3. Молочанський+сірогозький СПК, отриманий з молочанської та сірогозької світ (остракодові верстви) (Кораллова, 1968а, 1968b);

4. Сірогозький СПК Причорноморської западини (св. 223, с. Чернобаївка, Херсонська обл., св. 7к, с. Горностаївка, Херсонська область, св. 2к, с. Великі Копані, Херсонська область, св. 692, Чонгарський півострів, АР Крим) (Щекіна, 1969; Сябряй, Щекина, 1983);

5. Асканійський СПК Причорноморської западини (св. 223, с. Чернобаївка, Херсонська область, св. 7к, с. Горностаївка, Херсонська обл.,

св. 2к, с. Великі Копані, Херсонська область, св. 692, св. 697, Чонгарський півострів, АР Крим) (Щекіна, 1969; Сябряй, Щекина, 1983);

6. Горностаївський СПК Причорноморської западини (св. 223, с. Чернобаївка, Херсонська область, св. 7к, с. Горностаївка, Херсонська обл., св. 2к, с. Великі Копані, Херсонська обл., св. 40к, с. Коробки, Херсонська обл.), св. 692, св. 697, Чонгарський півострів, АР Крим) (Щекіна, 1970; Сябряй, Щекина, 1983).

МЕТОД ДОСЛІДЖЕННЯ

Метод реконструкції клімату Coexistence Approach (Mosbrugger, Utescher, 1997; Utescher, Bruch, Erdai et al, 2014.) полягає в отриманні діапазону значень для кожного параметра клімату шляхом знаходження інтервалу сумісного існування (Coexistence Interval) для визначеної групи NLR-таксонів (Nearest Living Relatives) СПК. NLR-таксон – це найближчий рецентний аналог викопного таксону зі складу СПК за кліматичними умовами зростання. На першому етапі дослідження було визначено набір NLR-таксонів



Рис. 2. Розташування досліджених спорово-пилковим методом розрізів олігоценівих відкладів.

Fig. 2. Location of sections of Oligocene sediments investigated by the spore-pollen method.

для кожного з досліджених СПК. На другому етапі знаходився інтервал сумісного існування (Coexistence Intervals) за кожним з семи кліматичних параметрів для цього набору таксонів кожного дослідженого СПК а також обчислено для кожного такого інтервалу середні значення за сімома параметрами клімату. Пошук Coexistence Intervals відбувався шляхом порівняння діапазонів кліматичної толерантності усіх таксонів з кожного набору NLR-таксонів відповідного дослідженого СПК. При цьому визначаються межі значення кожного кліматичного параметра, в які вклялися усі NLR- таксони з їхнього набору для кожного СПК. Обчислення відбувалось на основі бази даних кліматичних характеристик рецентних таксонів, комп'ютерної програми ClimStat V1.00 Version: 13.07.99, люб'язно наданої нам С. В. Сябряй.

Нами обчислено значення семи параметрів, а саме: 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).

Для проведення палеокліматичних реконструкцій нами були використані здебільшого таксони рангу роду та (зрідка) родини. Застосування таксонів нижчого рангу (секції, види, підвиди) для кліматичних реконструкцій олігоценного часу, на нашу думку можливо лише за умови повної морфологічної ідентичності олігоценного пилку такому рецентних видів тому що найближчі рецентні відповідники (NLR) видового рівня не завжди можна впевнено співвідносити з видами, що існували в олігоценний час.

РЕЗУЛЬТАТИ

Набір NLR-таксонів нижньоборисфенського СПК Причорноморської западини: *Gleichenia* sp., *Lygodium* sp., *Osmunda* sp., *Tsuga* sp., *Picea* sp., *Taxodium distichum* (L.) Rich., *Taxodium* sp., *Sciadopitys verticillata* (Thunb.) Siebold & Zucc., *Ephedra* sp., *Myrica* sp., *Juglans* sp., *Carya* sp., *Carya ovata* (Mill.) K. Koch, *Betula* sp., *Alnus* sp., *Corylus* sp., *Carpinus* sp., *Fagus* sp., *Quercus* sp., *Ulmus* sp., *Liquidambar* sp., *Rhus* sp., *Ilex* sp., *Tilia* sp., *Nyssa* sp.

Набір NLR-таксонів верхньоборисфенського СПК Причорноморської западини: *Gleichenia* sp.,

Lygodium sp., *Osmunda* sp., *Podocarpus* sp., *Taxodium distichum* (L.) Rich., *Sciadopitys verticillata* (Thunb.) Siebold & Zucc., *Myrica* sp., *Juglans* sp., *Platycarya* sp., *Engelhardtia* sp., *Carya* sp., *Betula* sp., *Alnus* sp., *Corylus* sp., *Carpinus* sp., *Fagus* sp., *Quercus* sp., *Ulmus* sp., *Liquidambar* sp., *Ilex* sp., *Tilia* sp., *Nyssa* sp., *Acer* sp.

Набір NLR-таксонів молочансько+сірогозького СПК Причорноморської западини: *Gleichenia* sp., *Lygodium* sp., *Osmunda* sp., *Taxus* sp., *Podocarpus* sp., *Picea* sp., *Abies* sp., *Cedrus* sp., *Tsuga* sp., *Taxodium* sp., *Sciadopitys verticillata* (Thunb.) Siebold et Zucc., *Myrica* sp., *Juglans* sp., *Platycarya* sp., *Engelhardia* sp., *Carya* sp., *Alnus* sp., *Betula* sp., *Corylus* sp., *Carpinus* sp., *Fagus* sp., *Castanea* sp., *Quercus* sp., *Ulmus* sp., *Moraceae*, *Liriodendron* sp., *Laurus* sp., *Liquidambar* sp., *Rhus* sp., *Ilex* sp., *Acer* sp., *Nyssa* sp.

Набір NLR-таксонів сірогозького СПК Причорноморської западини: *Lycopodium clavatum* L., *Osmunda* sp., *Lygodium* sp., *Gleichenia* sp., *Pteris* sp., *Cyathea* sp., *Polypodium* sp., *Taxus* sp., *Podocarpus* sp., *Abies* sp., *Cedrus* sp., *Keteleeria* sp., *Picea* sp., *Pinus cembra* L., *Pinus sylvestris* L., *Tsuga canadensis* (L.) Carr., *Tsuga diversifolia* Mast., *Tsuga* sp., *Sciadopitys verticillata* (Thunb.) Siebold & Zucc., *Cryptomeria japonica* D. Don, *Taxodium distichum* (L.) Rich., *Juniperus* sp., *Ephedra* sp., *Sparganium* sp., *Comptonia peregrina* (L.) Coult., *Myrica gale* L., *Myrica* sp., *Carya* sp., *Engelhardtia* sp., *Juglans cinerea* L., *Juglans regia* L., *Juglans* sp., *Pterocarya rhoifolia* Siebold et Zucc., *Pterocarya* sp., *Alnus incana* (L.) Moench, *Alnus* sp., *Betula* sp., *Carpinus* sp., *Corylus* sp., *Ostrya* sp., *Castanea* sp., *Fagus* sp., *Quercus* sp., *Celtis* sp., *Ulmus americana* L., *Ulmus laevis* Pall., *Ulmus* sp., *Zelkova* sp., *Santalaceae*, *Liriodendron* sp., *Magnolia* sp., *Liquidambar* sp., *Geranium* sp., *Rhus* sp., *Ilex* sp., *Acer* sp., *Vitis* sp., *Tilia* sp., *Elaeagnus* sp., *Nyssa* sp., *Myrtaceae*, *Araliaceae*, *Cornus* sp.

Набір NLR-таксонів асканійського СПК Причорноморської западини: *Lycopodium clavatum* L., *Osmunda* sp., *Lygodium* sp., *Gleichenia* sp., *Pteris* sp., *Dryopteris* sp., *Polypodium* sp., *Polypodium vulgare* L., *Taxus* sp., *Podocarpus* sp., *Abies* sp., *Cedrus* sp., *Keteleeria* sp., *Picea* sp., *Pinus cembra* L., *Tsuga canadensis* (L.) Carr., *Tsuga diversifolia* Mast.,

Sciadopitys verticillata (Thunb.) Siebold & Zucc., *Cryptomeria japonica* D. Don, *Taxodium* sp., *Taxodium distichum* (L.) Rich., *Carya ovata* sp., *Ephedra* sp., *Chamaecyparis* sp., *Sparganium* sp., *Stratiotes aloides* L., *Comptonia peregrina* (L.) Coult., *Myrica* sp., *Carya* sp., *Engelhardtia* sp., *Juglans cinerea* L., *Juglans regia* L., *Juglans rupestris* Engelm. ex Torr., *Juglans* sp., *Pterocarya rhoifolia* Siebold & Zucc., *Pterocarya* sp., *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn., *Alnus incana* (L.) Moench, *Alnus subcordata* Mey., *Alnus* sp., *Betula* sp., *Carpinus betulus* L., *Carpinus* sp., *Corylus avellana* L., *Corylus* sp., *Ostrya virginiana* (Mill.) K. Koch, *Ostrya* sp., *Castanea* sp., *Fagus orientalis* Lipsky, *Fagus* sp., *Quercus* sp., *Celtis* sp., *Ulmus americana* L., *Ulmus laevis* Pall., *Ulmus* sp., *Zelkova carpinifolia* (Pall.) K. Koch, *Zelkova* sp., *Polygonum* sp., *Nuphar luteum* (L.) Smith, *Liriodendron* sp., *Magnolia* sp., *Liquidambar* sp., *Platanus* sp., *Rhus* sp., *Cyrilla* sp., *Ilex* sp., *Acer* sp., *Aesculus* sp., *Vitis* sp., *Tilia* sp., *Firmiana* sp., *Sterculia* sp., *Elaeagnus* sp., *Nyssa sylvatica* Marshall, *Nyssa* sp., *Epilobium* sp., *Trapa* sp., *Cornus* sp., *Fraxinus excelsior* L., *Viburnum* sp., *Sterculia* sp., *Staphylea* sp.

Набір NLR-таксонів горностаївського СПК Причорноморської западини: *Lycopodium clavatum* L., *Osmunda* sp., *Lygodium* sp., *Gleichenia* sp., *Pteris* sp., *Dryopteris* sp., *Polypodium* sp., *Pteris* sp., *Podocarpus* sp., *Abies* sp., *Cedrus* sp., *Keteleeria* sp., *Picea* sp., *Tsuga canadensis* (L.) Carr., *Tsuga diversifolia* Mast., *Sciadopitys verticillata* (Thunb.) Siebold & Zucc., *Cryptomeria japonica* D. Don, *Cryptomeria* sp., *Taxodium* sp., *Taxodium distichum* (L.) Rich., *Juniperus* sp., *Ephedra* sp., *Sparganium* sp., *Sparganium* sp., *Stratiotes aloides* L., *Comptonia peregrina* (L.) Coult., *Myrica* sp., *Carya* sp., *Engelhardtia* sp., *Juglans cinerea* L., *Juglans regia* L., *Juglans* sp., *Pterocarya* sp., *Alnus incana* (L.) Moench, *Alnus* sp., *Betula* sp., *Carpinus betulus* L., *Carpinus* sp., *Corylus avellana* L., *Corylus* sp., *Ostrya* sp., *Castanea* sp., *Fagus orientalis* Lipsky, *Fagus* sp., *Quercus* sp., *Celtis* sp., *Ulmus americana* L., *Ulmus* sp., *Zelkova carpinifolia* (Pall.) K. Koch, *Zelkova* sp., *Hamamelis* sp., *Magnolia* sp., *Liquidambar* sp., *Platanus* sp., *Rhus* sp., *Ilex* sp., *Acer* sp., *Tilia* sp., *Sterculia* sp., *Elaeagnus* sp., *Nyssa* sp., *Epilobium* sp., *Vaccinium* sp., *Fraxinus americana* L., *Viburnum* sp.

В результаті проведених досліджень отримані такі інтервали сумісного зростання (Coexistence interval) за кожним кліматичним параметром та обчислено середнє значення для кожного з цих інтервалів (таб. 1).

Для ранньоборисфенського часу:

1. Середньорічна температура (MAT = 13,5–16,5 °C, середнє 15 °C);
coexistence Interval: нижня межа – *Gleichenia* sp., верхня межа – *Carya ovata*.
2. Середня температура найхолоднішого місяця (січня) (CMT = 1,8–4,8 °C, середнє 3,3 °C);
coexistence Interval: нижня межа – *Gleichenia* sp., верхня межа – *Carya ovata*.
3. Середня температура найтеплішого місяця (липня) (WMT = 26,5–27,7 °C, середнє 27,05 °C);
coexistence Interval: нижня межа – *Taxodium distichum*, верхня межа – *Carya ovata*.
4. Середньорічна кількість опадів (MAP = 1300–1520 мм, середнє 1410 мм);
coexistence Interval: нижня межа – *Sciadopitys verticillata*, верхня межа – *Taxodium distichum*.
5. Кількість опадів протягом найвологішого місяця (НМР = 205–236 мм, середнє 220,5 мм);
coexistence Interval: нижня межа – *Gleichenia* sp., верхня межа – *Tilia* sp.
6. Кількість опадів протягом найсухішого місяця (LMP = 42–45 мм, середнє 43,5 мм);
coexistence Interval: нижня межа – *Taxodium distichum*, верхня межа – *Ephedra* sp.
7. Кількість опадів упродовж найтеплішого місяця (WMP = 115–172 мм, середнє 138,5 мм);
coexistence Interval: нижня межа – *Sciadopitys verticillata*, верхня межа – *Betula* sp.

Для пізньоборисфенського часу:

1. Середньорічна температура (MAT = 13,5–16,5 °C, середнє 15 °C);
coexistence Interval: нижня межа – *Gleichenia* sp., верхня межа – *Sciadopitys verticillata*.
2. Середня температура найхолоднішого місяця (січня) (CMT = 5–7 °C, середнє 6 °C);
coexistence Interval: нижня межа – *Engelhardtia* sp., верхня межа – *Sciadopitys verticillata*.
3. Середня температура найтеплішого місяця (липня) (WMT = 25,6–27,7 °C, середнє 27,05 °C);

coexistence Interval: нижня межа – *Taxodium distichum*, верхня межа – *Sciadopitys verticiliata*.

4. Середньорічна кількість опадів (MAP = 1300–1520 мм, середнє 1410 мм);

coexistence Interval: нижня межа – *Sciadopitys verticiliata*, верхня межа – *Taxodium distichum*.

5. Кількість опадів упродовж найвологішого місяця (HMP = 205–241 мм, середнє 223 мм);

coexistence Interval: нижня межа – *Gleichenia* sp., верхня межа – *Taxodium distichum*.

6. Кількість опадів протягом найсухішого місяця (LMP = 42–72 мм, середнє 57 мм);

coexistence Interval: нижня межа – *Taxodium distichum*, верхня межа – *Liquidambar* sp.

7. Кількість опадів упродовж найтеплішого місяця (WMP = 115–172 мм, середнє 138,5 мм);

coexistence Interval: нижня межа – *Sciadopitys verticiliata*, верхня межа – *Betula* sp.

Для молочанського+сірогозького часу:

1. Середньорічна температура (MAT = 15,6–18,4 °C, середнє 17 °C);

coexistence Interval: нижня межа – *Engelhardtia* sp., верхня межа – *Cedrus* sp.

2. Середня температура найхолоднішого місяця (січня) (CMT = 5,6–7 °C, середнє 6,35 °C);

coexistence Interval: нижня межа – *Laurus* sp., верхня межа – *Sciadopitys verticiliata*.

3. Середня температура найтеплішого місяця (липня) (WMT = 25,4–25,9 °C, середнє 25,65 °C);

coexistence Interval: нижня межа – *Gleichenia* sp., верхня межа – *Taxus* sp.

4. Середньорічна кількість опадів (MAP = 823–1577 мм, середнє 1200 мм);

coexistence Interval: нижня межа – *Engelhardtia* sp., верхня межа – *Cedrus* sp.

5. Кількість опадів упродовж найвологішого місяця (HMP = 130–265 мм, середнє 197,5 мм);

coexistence Interval: нижня межа – *Sciadopitys verticillata*, верхня межа – *Taxodium* sp.

6. Кількість опадів протягом найсухішого місяця (LMP = 19–41 мм, середнє 30 мм);

coexistence Interval: нижня межа – *Lygodium* sp., верхня межа – *Taxus* sp.

7. Кількість опадів упродовж найтеплішого місяця (WMP = 19–172 мм, середнє 95,5 мм);

coexistence Interval: нижня межа – *Taxodium* sp., верхня межа – *Betula* sp.

Для сірогозького часу:

1. Середньорічна температура (MAT = 8,7–16,5 °C, середнє 12,6 °C);

coexistence Interval: нижня межа – *Liriodendron* sp., верхня межа – *Lycopodium clavatum*.

2. Середня температура найхолоднішого місяця (січня) (CMT = –0,1–6,6 °C, середнє 3,25 °C);

coexistence Interval: нижня межа – *Taxodium distichum*, верхня межа – *Tsuga diversifolia*.

3. Середня температура найтеплішого місяця (липня) (WMT = 18,9–26,7 °C, середнє 22,8 °C);

coexistence Interval: нижня межа – *Tsuga canadensis*, верхня межа – *Juglans regia*.

4. Середньорічна кількість опадів (MAP = 897–1347 мм, середнє 1122 мм);

coexistence Interval: нижня межа – *Taxodium distichum*, верхня межа – *Tsuga canadensis*.

5. Кількість опадів упродовж найвологішого місяця (HMP = 130–227 мм, середнє 178,5 мм);

coexistence Interval: нижня межа – *Sciadopitys verticillata*, верхня межа – *Pinus sylvestris*.

6. Кількість опадів протягом найсухішого місяця (LMP = 19–54 мм, середнє 36,5 мм);

coexistence Interval: нижня межа – *Alnus incana*, верхня межа – *Pinus sylvestris*.

7. Кількість опадів упродовж найтеплішого місяця (WMP = 52–175 мм, середнє 113,5 мм);

coexistence Interval: нижня межа – *Alnus incana*, верхня межа – *Cedrus* sp.

Для асканійського часу:

1. Середньорічна температура (MAT = 8,7–16,5 °C, середнє 12,6 °C);

coexistence Interval: нижня межа – *Podocarpus* sp., верхня межа – *Lycopodium clavatum*.

2. Середня температура найхолоднішого місяця (січня) (CMT = –0,1–6,6 °C, середнє 3,35 °C);

coexistence Interval: нижня межа – *Taxodium* sp., верхня межа – *Tsuga diversifolia*.

3. Середня температура найтеплішого місяця (липня) (WMT = 18,9–26,7 °C, середнє 22,8 °C);

coexistence Interval: нижня межа – *Cryptomeria japonica*, верхня межа – *Juglans regia*.

4. Середньорічна кількість опадів (MAP = 897–1347 мм, середнє 1122 мм);

coexistence Interval: нижня межа – *Podocarpus* sp., верхня межа – *Alnus subcordata*.

5. Кількість опадів упродовж найвологішого місяця (HMP = 130–227 мм, середнє 178,5 мм);
coexistence Interval: нижня межа – *Dryopteris* sp., верхня межа – *Tilia* sp.

6. Кількість опадів протягом найсухішого місяця (LMP = 19–54 мм, середнє 36,5 мм);
coexistence Interval: нижня межа – *Ulmus americana*, верхня межа – *Taxodium* sp.

7. Кількість опадів упродовж найтеплішого місяця (WMP = 52–175 мм, середнє 113,5 мм);
coexistence Interval: нижня межа – *Alnus incana*, верхня межа – *Cedrus* sp.

Для горностаївського часу:

1. Середньорічна температура (MAT = 8,7–16,5 °C, середнє 12,6 °C);

coexistence Interval: нижня межа – *Podocarpus* sp., верхня межа – *Lycopodium clavatum*.

2. Середня температура найхолоднішого місяця (січня) (CMT = –0,1–6,8 °C, середнє 3,35 °C);

coexistence Interval: нижня межа – *Podocarpus* sp., верхня межа – *Tsuga diversifolia*.

3. Середня температура найтеплішого місяця (липня) (WMT = 18,9–26,7 °C, середнє 22,8 °C);

coexistence Interval: нижня межа – *Liquidambar* sp., верхня межа – *Juglans regia*.

4. Середньорічна кількість опадів (MAP = 897–1347 мм, середнє 1122 мм);

coexistence Interval: нижня межа – *Pteris* sp., верхня межа – *Tsuga canadensis*.

5. Кількість опадів упродовж найвологішого місяця (HMP = 130–227 мм, середнє 178,5 мм);

coexistence Interval: нижня межа – *Dryopteris* sp., верхня межа – *Alnus incana*.

6. Кількість опадів протягом найсухішого місяця (LMP = 19–54 мм, середнє 36,5 мм);

coexistence Interval: нижня межа – *Ulmus americana*, верхня межа – *Taxodium* sp.

Таблиця 1. Значення кліматичних параметрів олігоценового часу Південної України, отримані в результаті дослідження. У дужках вказано обчислене середнє значення.

Table 1. Values of climatic parameters of the Oligocene time of Southern Ukraine, obtained as a result of the study. The calculated mean value is indicated in parentheses.

Час	MAT, °C	CMT, °C	WMT, °C	MAP, мм	HMP, мм	LMP, мм	WMP, мм
ранньоборисфенський	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)
пізньоборисфенський	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)
молочанський+сірогозький	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	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)
асканійський	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	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)

7. Кількість опадів упродовж найтеплішого місяця (WMP = 52–175 мм, середнє 113,5 мм); coexistence Interval: нижня межа — *Alnus incana*, верхня межа — *Cedrus sp.*

ОБГОВОРЕННЯ

Виходячи з отриманих значень кліматичних параметрів, клімат, що існував у Південній Україні впродовж олігоцену можна визначити як теплопомірний помірно вологий, з сухим літом та вираженою зміною кількості опадів протягом року (сезонністю). Максимум опадів припадає на весняно-осінній період року.

Клімат Південної України в олігоценовий час можна віднести до типу Csa за класифікацією Кьоппена (Geier, Bouchal, Ulricha et al., 2022; Kottek, Grieser, Beck, 2006; Peel, Finlayson, McMahon, 2007; Rubel, Brugger, Haslinger, Auer, 2017) через відповідність таким критеріям:

1. Критерій для типу C: $WMT > 10\text{ }^{\circ}\text{C}$; $0\text{ }^{\circ}\text{C} < \text{CMT} < 18\text{ }^{\circ}\text{C}$;
2. Критерій для підтипу Cs: $LMP < 40\text{ мм}$;
3. Критерій для варіанту Csa: $WMT \geq 22\text{ }^{\circ}\text{C}$.

На території Південної України впродовж усього олігоценового часу спостерігається чітка тенденція до похолодання — значення середньорічної температури зменшується від $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ (13,5–16,5) у ранньому олігоцені (ранньоборисфенський, пізньоборисфенський та молочанський+сірогозький часи) до $12,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ (8,7–16,5) у пізньому олігоцені (сірогозький, асканійський, горностаївський часи). Причому похолодання клімату відбувалося більшою мірою через зниження середньої температури найтеплішого місяця року (липня). Також наявна помітна аридизація клімату — зменшується значення як середньорічної кількості опадів (від 1410 мм у ранньо- та пізньоборисфенський часи та 1200 мм у молочанський+сірогозький час до 1222 мм у пізньому олігоцені — сірогозький, асканійський та горностаївський часи), так і кількості опадів впродовж найвологішого місяця року.

У другій половині рюпелю — на початку хату (час накопичення відкладів, з яких отриманий молочанський+сірогозький СПК) спостерігається епізод помітного потепління та аридизації клімату: середньорічна температура MAT збільшується з $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $17\text{ }^{\circ}\text{C}$ відносно раннього рюпелю,

кількість опадів упродовж найвологішого місяця НМР зростає з 205–236 мм у ранньому рюпелі до 130–265 мм (рис. 3).

Також суттєво зменшується вологість клімату, а саме кількість опадів протягом найсухішого місяця (LMP) та кількість опадів упродовж найтеплішого місяця (WMP). Значення цих параметрів є найменшими за весь олігоцен. Це може співвідноситися із коливанням рівня морського басейну, що існував у межах Південної України, а саме з періодом найменшого розвитку морського басейну (його площі та глибини) протягом усього олігоцену (Зосимович, 2001; Зосимович, Александрова, 1995). Імовірно це був часовий інтервал найбільш сухого клімату впродовж олігоцену в межах Південної України. Індикатором цього є наявність у складі молочанського+сірогозького СПК пилку роду *Laurus*, наявність якої вплинула відповідним чином на кінцеві висновки.

ВИСНОВКИ

За результатами проведеного дослідження встановлено, що на території Південної України впродовж олігоцену існував теплопомірний помірно вологий клімат, з сухим літом та вираженою зміною кількості опадів протягом року (сезонністю). На території Південної України простежується поступове похолодання та аридизація клімату впродовж усього олігоцену, що відповідає глобальному тренду зміни клімату у цей час. У середині олігоцену (час утворення відкладів, з яких отриманий молочанський+сірогозький СПК) спостерігається виражений епізод помітного підвищення континентальності клімату, що відповідає періоду найменшого розвитку морського басейну в межах Південної України протягом олігоценового часу.

Отримані нами результати розширюють характеристику клімату Південної України впродовж олігоценового часу та можуть слугувати підґрунтям для подальших палеокліматичних, палеоекологічних та кліматостратиграфічних досліджень.

Робота виконана в рамках виконання бюджетної теми № III-7-22 «Розробка та апробація стратиграфічної моделі осадових басейнів палеогену, неогену та кватеру України» (КПКВК 6541030), державний реєстраційний номер роботи 0122U001698.

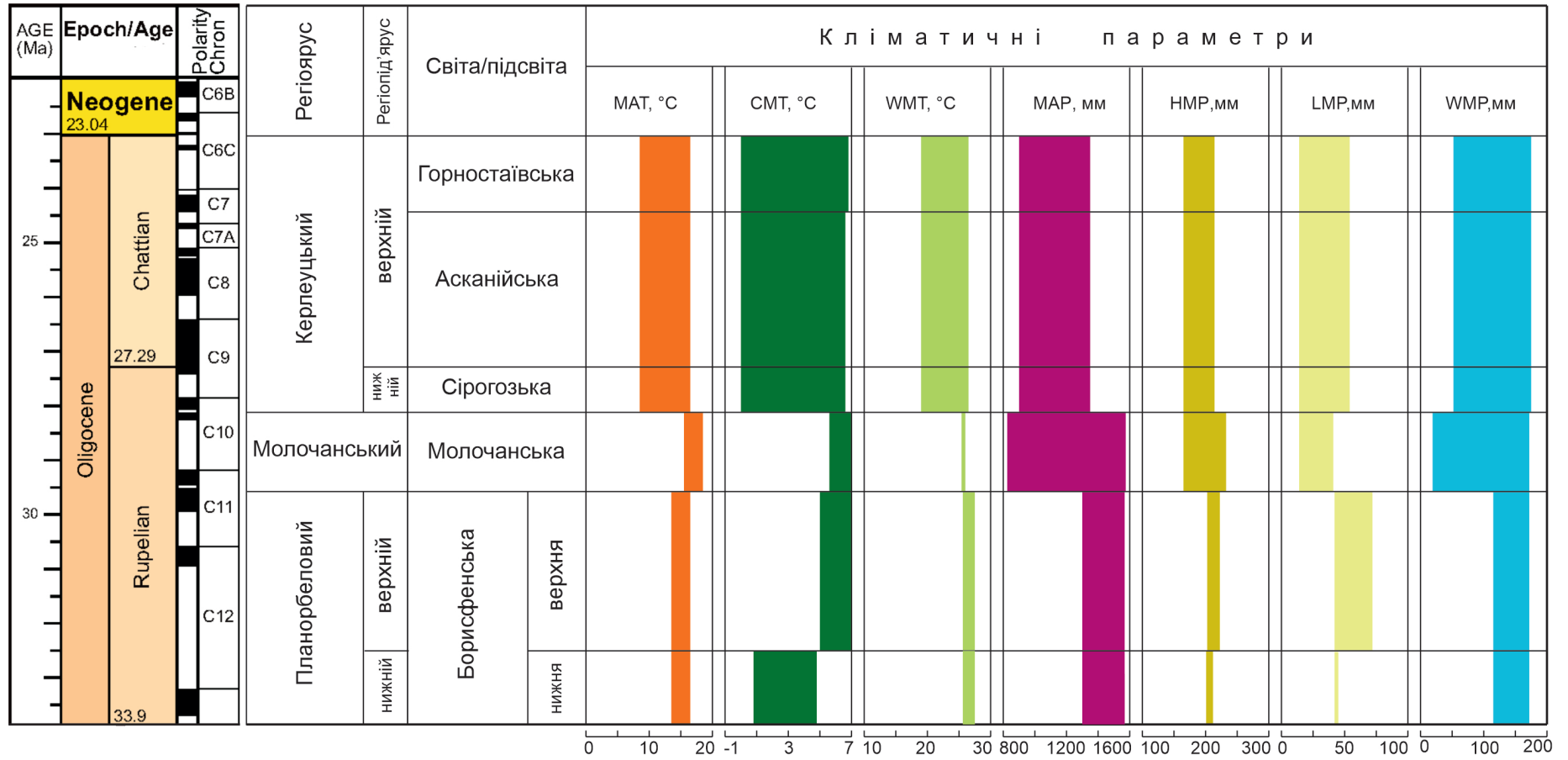


Рис. 3. Реконструкція клімату Південної України впродовж олігоцену.

Fig. 3. Reconstruction of Southern Ukraine climate during oligocene.

REFERENCES

- Zernetsky B., Riabokon T., 2013. Regiostages Paleogene of South Ukraine. *Paleontologichnyi zbirnyk*, No 45, pp. 37–53. (In Ukrainian).
- Zosimovich V. Y., 2001. Paleontological and event-paleogeographic criteria for the correlation of the Oligocene sediments of the Subparatethys and East Paratethys. *Geology in the XXI century. Ways of development and prospects.* (Editor-in-chief P. F. Gozhyk). Kyiv: Znannya. pp. 145–159. (In Russian).
- Zosimovich V. Y., Alexandrova A. V., 1995. Cyclic recurrence of sedimentation in Late Eocene and Oligocene within the Northern Ukraine. *Geological Zhurnal (Ukraine)*, No 2, P. 26–30. (In Russian).
- Kozyar L. A., 1960. Significance of palynological analysis for the study of the Maikop sediments of the Steppe Crimea. *Materials on the geology of gas-bearing regions of the USSR. Proceedings of VNIIGAZ*, Vol. 10 (18), pp. 263–276.
- Korallova V. V., 1964. Palynological characteristics of Maikop sediments in the northern part of the Eastern Black Sea region (Ukrainian SSR). *Soviet geology*, No 4, pp. 119–125. (In Russian)
- Korallova V. V., 1966. Changes in flora and vegetation in the Paleogene on the territory of Ukraine. Significance of palynological analysis for stratigraphy and paleofloristics. Moscow: Nauka, pp 141–148. (In Russian).
- Korallova V. V., 1968. Pollen and spore complexes from the Paleogene sediments of the Black Sea depression and their significance for correlation. *Geology and ore potential of the South of Ukraine*, Vol 1, pp. 21–28. (In Russian).
- Korallova V. V., 1968. Pollen and spore complexes from the Paleogene sediments of the Black Sea depression and their significance for correlation. *Autoref. diss... kand. geol.-min. nauk.* 04.00.09. Leningrad. 17 p. (In Russian).
- Korallova V. V., 1978. On the question of the nature of the change in palynological spectra in the Oligocene – Miocene sediments of the Northern Black Sea region. *Stratigraphy of the Cenozoic of the Northern Black Sea and Crimea*, Vol. 2, pp. 22–29. (In Russian).
- Korallova V. V., 1984. Interrelation of stage development of flora and stratigraphic units of the Oligocene and Early Miocene of the south of Ukraine according to palynological data. *Stratigraphy of the Cenozoic of the Northern Black Sea and Crimea*, pp. 48–52. (In Russian).
- Korallova V. V., 1987. Use of palynological data for paleoclimatic reconstructions of the Oligocene–Miocene in the Black Sea depression. *Biostratigraphy, paleontology of the sedimentary cover of Ukraine: collection of scientific works.* O. S. Vyalov (editor-in-chief). Kyiv: Naukova dumka, pp. 174–179. (In Russian).
- Malasova E. S., 1956. Oligocene spore-pollen complexes of the Steppe Crimea. *Atlas of Oligocene spore-pollen complexes in various regions of the USSR.* I. M. Pokrovskaya. (editor-in-chief). Moscow: Gosgeoltechizdat. Pp. 9–12. (In Russian).
- Panova L. A., 1978. Distribution of spores and pollen in the Paleogene deposits of the Bakhchisarai stratotype section. *Зернецький Б. Ф., Рябоконт Т. С. Регіонарси палеогену Південної України. Палеонтологічний збірник.* 2013. № 45. С. 37–53.
- Зосимович В. Ю. Палеонтологічні та подійно-палеогеографічні критерії кореляції олігоценових відкладень Субпаратетиса та Східного Паратетиса / *Геологія в ХХІ столітті Шляхи розвитку та перспективи.* (голов. ред. П. Ф. Гожик). К.: Знання. 2001. С. 145–159.
- Зосимович В. Ю., Александрова А. В. Циклическая осадконакопления в позднем эоцене и олигоцене Северной Украины. *Геологічний журнал.* 1995. № 2. С. 26–30.
- Козьяр Л. А. Значение палинологического анализа для изучения майкопских отложений Степного Крыма. *Материалы по геологии газоносных районов СССР. Труды ВНИИГАЗ.* 1960. Вып. 10(18). С. 263–276.
- Кораллова В. В. Палинологическая характеристика майкопских отложений северной части Восточного Причерноморья (УССР). *Советская геология.* 1964. № 4. С. 119–125.
- Кораллова В. В. Изменение флоры и растительности в палеогене на территории Украины. Значение палинологического анализа для стратиграфии и палеофлористики. Москва: Наука. 1966. с. 141–148.
- Кораллова В. В. Комплексы пыльцы и спор из палеогеновых отложений Причерноморской впадины и их значение для корреляции. *Геология и рудоносность Юга Украины.* 1968. Вып 1. С. 21–28.
- Кораллова В. В. Комплексы пыльцы и спор из палеогеновых отложений Южной Украины и их стратиграфическое значение. Автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук: 04.00.09. Ленинград. 1968. 17 с.
- Кораллова В. В. К вопросу о характере изменения палинологических спектров в олигоцен — миоценовых отложениях Северного Причерноморья. *Стратиграфия кайнозоя Северного Причерноморья и Крыма.* 1978. Вып. 2. С. 22–29.
- Кораллова В. В. Взаимосвязь этапного развития флоры и стратиграфических подразделений олигодена и раннего миоцена юга Украины по палинологическим данным. *Стратиграфия кайнозоя Северного Причерноморья и Крыма.* 1984. С. 48–52.
- Кораллова В. В. Использование палинологических данных для палеоклиматических реконструкций олигодена-миоцена в Причерноморской впадине. *Биостратиграфия. палеонтология осадочного чехла Украины: Сб. науч. тр. Отв. ред. О. С. Вялов.* Киев: Наук. Думка. 1987. с. 174–179.
- Маласова Е. С. Олигоценовые спорово-пыльцевые комплексы Степного Крыма / *Атлас олигоценовых спорово-пыльцевых комплексов различных районов СССР.* [общ. ред. И. М. Покровская]. Москва: Госгеолтехиздат. 1956. С. 9–12.
- Панова Л. А. Распределение спор и пыльцы в палеогеновых отложениях Бахчисарайского стратотипического раз-

- Stratigraphy of the Cenozoic of the Northern Black Sea and Crimea*, Vol. 2, pp. 69–80. (In Russian).
- Ryabokon T. S., 2016. Directions actualizations of Stratigraphic Scheme of Oligocene deposits of the Northern Peri-Black Sea Region and adjacent part of the Ukrainian shield. *Collection of scientific works of the Institute of Geological sciences NAS of Ukraine*, Vol. 9, pp. 114–149. (In Ukrainian). <https://doi.org/10.30836/igs.2522-9753.2016.144739>
- Ryabokon T. S., 2021. Position of the paleogene stages boundaries in the sedimentary section of platform ukraine: current state, determination criteria. *Collection of scientific works of the Institute of Geological sciences NAS of Ukraine*, Vol. 14, No 1, pp. 72–99. (In Ukrainian). <https://doi.org/10.30836/igs.2522-9753.2021.228226>.
- Shchekina N. A., 1969. Consequences of spore-pollen studies of Middle Maikop sediments of Southern Ukraine. *Ukrainian Botanical Journal*, Vol. XXVI, No 5, pp. 39–47. (In Ukrainian).
- Shchekina N. A., 1970. Spore-pollen studies of Upper Maikop sediments of Southern Ukraine. *Ukrainian Botanical Journal*, Vol. XXVII, No 4, pp. 508–515. (In Ukrainian).
- Syabryaj S. V., Shchekina N. A., 1983. The history of the development of the vegetation cover of Ukraine in the Miocene. Kyiv: Naukova dumka. 172 p. (In Russian).
- 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>.
- Kottek M., Grieser J., Beck C., Rudolf B., Rubel F., 2006. World map of the Köppen-Geiger climate classification updated. *Meteorol. Zeitschrift*, Vol. 15, No 3, pp. 259–263. [https://DOI: 10.1127/0941-2948/2006/0130](https://doi.org/10.1127/0941-2948/2006/0130).
- Mosbrugger V., Utescher T. 1997. The Coexistence Approach – a method for quantitative reconstructions of Tertiary terrestrial palaeoclimate data using plant fossils. *Palaeogeography. Palaeoclimatology. Palaeoecology*. 134. p. 61–86.
- Peel, M.C., Finlayson, B.L., McMahon, T.A., 2007. Updatedworldmap of the Köppen-Geiger climate classification. *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 11, pp. 1633–1644. <https://doi.org/10.5194/hess-11-1633-2007>
- Rubel, F., Brugger, K., Haslinger, K., Auer, I., 2017. The climate of the European Alps: Shift of very high resolution Köppen-Geiger climate zones 1800–2100, *Meteorol. Zeitschrift*, 26, pp. 115–125. <https://doi.org/10.1127/metz/2016/0816>
- 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. *Palaeogeography. Palaeoclimatology. Palaeoecology*, Vol. 410, pp. 58–73. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2014.05.03112>.
- реза. Стратиграфія кайнозоя Северного Причорномор'я и Крима. 1978. Вып. 2. С. 69–80.
- Рябоконт Т. С. Напрями актуалізації стратиграфічної схеми олігоценових відкладів Північного Причорномор'я та прилеглої частини Українського щита. *Зб. наук. пр. Ін-ту геол. наук НАН України*. 2016. Т. 9. С. 114–149. <https://doi.org/10.30836/igs.2522-9753.2016.144739>
- Рябоконт Т. С. Положення границь ярусів палеогену в осадовому розрізі платформної України: сучасний стан. критерії визначення. *Зб. наук. пр. Ін-ту геол. наук НАН України*. 2021. Т. 14. Вип. 1. С. 72–99. <https://doi.org/10.30836/igs.2522-9753.2021.228226>.
- Щекіна Н. О. Наслідки спорово-пилкових досліджень середньомайкопських відкладів Півдня України. *Укр. Ботан. Журн.* 1969 Т. XXVI, № 5. С. 39–47.
- Щекіна Н. О. Спорово-пилкові дослідження верхньомайкопських відкладів Півдня України. *Укр. Ботан. Журн.* 1970. Т. XXVII, № 4. С. 508–515.
- Сябряй С. В., Щекина Н. А. История развития растительного покрова Украины в миоцене. Київ: Наук. думка, 1983. 172 с.
- 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>.
- 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, pp. 259–263. DOI: 10.1127/0941-2948/2006/0130.
- Mosbrugger V., Utescher T. 1997. The Coexistence Approach – a method for quantitative reconstructions of Tertiary terrestrial palaeoclimate data using plant fossils. *Palaeogeography. Palaeoclimatology. Palaeoecology*. 134. p. 61–86.
- Peel M. C., Finlayson B. L., McMahon T.A., 2007. Updatedworldmap of the Köppen-Geiger climate classification. *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 11, pp. 1633–1644. <https://doi.org/10.5194/hess-11-1633-2007>
- Rubel F., Brugger K., Haslinger K., Auer I. 2017. The climate of the European Alps: Shift of very high resolution Köppen-Geiger climate zones 1800–2100, *Meteorol. Zeitschrift*, 26, pp. 115–125. doi: 10.1127/metz/2016/0816
- 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. *Palaeogeography. Palaeoclimatology. Palaeoecology*, Vol. 410, pp. 58–73. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2014.05.03112>.

Manuscript received March 10, 2022;
revision accepted May 27, 2022.

Інститут геологічних наук НАН України,
Київ, Україна