

В.І. Єфіменко

СЕРЕДИННА ГРАНИЦЯ КАРБОНУ В ДОНБАСІ (ЗА ФОРАМІНІФЕРАМИ ТА ВОДОРОСТЯМИ)

V.I. Efimenko

THE MID-CARBONIFEROUS BOUNDARY IN DONBASS (BY FORAMINIFERA AND ALGAE)

Виявлені найбільш суттєві рубежі в еволюційному розвитку форамініфер і водоростей Донбасу у перехідний ранньо-середньокам'яновугільний час. На основі аналізу еволюційного розвитку форамініфер і вапнистих водоростей та зміни їх видового різноманіття на границі серпуховського і башкирського ярусів виявлені регіональні та планетарні біологічні маркери для обґрунтування серединної границі карбону у Донбасі.

Ключові слова: форамініфери, водорості, серпуховський ярус, башкирський ярус, карбон, Донбас.

Виявлены наиболее существенные рубежи в эволюционном развитии фораминифер и водорослей Донбасса в переходное ранне-среднекаменноугольное время. На основании анализа эволюционного развития фораминифер и известковых водорослей и изменения их видового разнообразия на границе серпуховского и башкирского ярусов выявлены региональные и планетарные биологические маркеры для обоснования срединной границы карбона в Донбассе.

Ключевые слова: фораминиферы, водоросли, серпуховский ярус, башкирский ярус, карбон, Донбасс.

The most significant levels in the evolution of Donbass foraminifera and algae at transitional early – middle carboniferous time was revealed. On a base of analysis of evolution development of foraminifera and algae and changes of its species variety on the Serpuhovian-Bashkirian transition was revealed a regional and global biological markers for establishment of Mid-carboniferous boundary in the Donbass.

Key words: foraminifera, algae, Serpukhovian Stage, Bashkirian Stage, Carboniferous, Donets Basin.

ВСТУП

Однією з найскладніших проблем стратиграфії палеозою є виявлення головного планетарного рубежу в середині кам'яновугільної системи, тобто границі між міссісіпською та пенсільванською підсистемами (Mississippian – Pensilvanian), або ж серпуховським і башкирським ярусами, згідно з Глобальною стратиграфічною шкалою (Global Stratigraphic Scale – GSS). Історія розв'язання проблеми серединної границі карбону докладно висвітлена у роботі автора [3]. У розвитку уявлень про серединну кам'яновугільну границю для її фіксації було запропоновано кілька рівнів, які з часом понижувались. Їх вибір ґрунтувався на різних концепціях, при відсутності загальноприйнятих принципів і чітких критеріїв визначення стратиграфічних границь. У 1976 р. Міжнародний геологічний союз IUGS (International Union of Geological Sciences) офіційно рекомендував для встановлення границь так звану операціональну методику, яка передбачає встановлення положення границі у кон-

кретному розрізі за допомогою палеобіологічного репера [11].

Провідну роль у визначенні серединної границі карбону відведено найбільш корелятивним групам – гоніатитам, конодонтам та форамініферам. За результатами досліджень різних груп кам'яновугільної фауни та флори багатьох регіонів світу на рівні підосви гоніатитової генозони Номосерас, що приблизно відповідає границі міссісіпій – пенсільваній відбулася як не найсильніша біологічна криза в карбоні, коли у відносно короткий час майже серед усіх груп фауни і флори зникло багато ранньокам'яновугільних видів. На цьому рівні встановлена евстатична секвенс-границя у багатьох розрізах світу та подекуди зафіксована перерва осадконакопичення [2, 12, 15, 20]. З числених розрізів-кандидатів на стратотип границі (Global Stratotype Section and Point – GSSP) було обрано і затверджено розріз Ерроу-Каньон у Південній Неваді, США (Arrow Canyon). Після внесення уточнень до його біостратиграфічної характеристики серединна

карбонова границя на сьогодні приймається в інтервалі переходу амоноїдних зон Eumorphoceras-Homoceras за появою конодонтів *Declinognathodus noduliferus* s. l. в їх еволюційній послідовності, а в разі відсутності таких – за появою допоміжних форм: конодонтів *Rhachistognathus primus* (Dunn), *R. minutus* (Higgins et Bouckaert); форамініфер *Millerella pressa* Thomp., *M. marblensis* Thomp., *Globivalvulina bulloides* (Brady) [10, 13].

У 2006 р. Міжнародною підкомісією зі стратиграфії карбону (Subcommission on Carboniferous Stratigraphy – SCCS) була офіційно прийнята в якості регіональної ярусна шкала карбону Східної Європи (Центральної Росії та Донбасу) [14], з якої випливає, що проблема серединної границі карбону у даному регіоні є власне проблемою границі запалтюбинського та вознесенського горизонтів. Оскільки дані горизонти були виділені у Донбасі, важливим є виявлення головного планетарного рубежу в середині кам'яновугільної системи (рівня, що відповідає GSSP) в стратотиповій місцевості. Амоноїдеї зони Eumorphoceras востаннє зустрічаються у Донбасі вище вапняку D_5^7 , а перші *Homoceras* – в D_5^{10} . Проте, оскільки поява *Homoceras* у розрізі-лімітотипі майже збігається з появою конодонтів *Declinognathodus noduliferus* (Ellison et Graves), нижній рівень зони *Homoceras* у Донбасі приймається за появою згаданих конодонтів, а границя нижнього і середнього карбону (C_1-C_2) – в основі конодонтової зони *Declinognathodus noduliferus* s. l. за появою *Declinognathodus inaequalis* (Higgins) у вапняку D_5^8 [16–18].

Чітких же критеріїв визначення серединної границі у Донбасі за форамініферами досі не встановлено, що на практиці ускладнює, а іноді унеможлиблює розчленування нижньо-середньокам'яновугільних відкладів регіону. На сьогодні форамініфери, на основі вивчення яких розроблені діючі стратиграфічні схеми кам'яновугільних відкладів східних областей України 1993 р. [8, 9], продовжують бути найбільш масовою та надійною провідною біостратиграфічною групою викопних організмів у розчленуванні кам'яновугільних відкладів. Вони мають тривалу історію вивчення (близько 150 років), потужну базу даних і добре розроблену систематику. Проте останнім часом з'явилися

нові дані про стратиграфічне і географічне поширення форамініфер, відбулися суттєві зміни у поглядах науковців на систематику та еволюцію форамініфер тощо. Для вирішення даної стратиграфічної проблеми карбону ми також залучили вапнисті водорості, які відігравали важливу роль в карбонатному осадоутворенні Донбасу та мають стратиграфічний потенціал.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

Пограничні серпуховсько-башкирські відклади вивчались автором в обсязі трьох горизонтів: запалтюбинського, вознесенського (світа C_1^4 – зони C_1^{se} , C_1^{sf} , C_1^{sg}) та фенінського (частина світи C_2^0 – за старою номенклатурою C_1^5 – комплексної підзони C_2^{ba}) у природних та штучних відслоненнях опорних розрізів Донбасу. Даний інтервал представлений потужною (близько 700 м) ритмічно складеною товщею переверстування теригенних відкладів (аргілітів, алевролітів і пісковиків) з численними прошарками вапняків і вугілля.

Вивчений матеріал складають колекції шліфів із зразків, зібраних в різні роки О.І. Берченко, М.В. Вдовенко, Д.Е. Айзенвергом, Н.П. Василюк, та власних польових зборів автора 2004-2007 рр. з численних відслонень, розташованих у південній зоні дрібноіскладчастості Донбасу (Донецька область, район Старобешеве), а саме: у басейні р. Кальміус (так званому Кальміуському розрізі Донбасу, який свого часу був запропонований у кандидати на стратотип середньокам'яновугільної границі) по обидва береги, з її численними балками, ярами та річками (на правому березі р. Берестова, на південному і західному берегах Старобешівського водосховища – у балках Желвакова, Султан-Бій-Тарама, Крива, Адаман-Чалган, Безіменна, Глибокий яр, а також на схилах гори Запал-Тюбе проти с. Вознесенка, на лівому березі та в обводному каналі р. Берестова в урочищі «Чорна Скеля») та в Амвросіївському районі на лівому схилі балки Широкої (на схід від с. Григорівка). Загалом, було опрацьовано понад 5000 шліфів з близько 1000 зразків із застосуванням масового фотографування.

Для обґрунтування міссісіпсько-пенсільванської границі (М-П) у Донбасі ми використали переважно нові результати власних мікропалеонтологічних досліджень в тонких

палеонтологічних шліфах, що базувались на детальному вивченні систематики (з використанням новітньої номенклатури) та еволюції провідної стратиграфічно важливої групи фауни форамініфер у комплексі з вапнистими водоростями. Фотозображення та поширення найбільш стратиграфічно важливих видів форамініфер і водоростей наведені в табл. I, II та на рис. 1.

Оскільки вивчення кам'яновугільних форамініфер Донбасу було розпочато ще в 1938 р. Н.Є. Бражніковою та Л.Г. Дайн, а згодом продовжено М.Ф. Манукаловою, М.В. Ярцевою, Г.Д. Киреєвою, Р.А. Ганеліною, П.Д. Потієвською, М.В. Вдовенко, О.І. Масло та ін., автор враховував не тільки власні розробки, а й інтерпретував з сучасних позицій дані, наведені у численних публікаціях попередніх дослідників. На жаль, вивченню водоростей досліджуваного інтервалу карбону у Донбасі приділялось значно менше уваги. Дані цих одичних публікацій автор також враховував при роботі.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Фауна форамініфер на рубежі М-П переживала глобальну біологічну перебудову, так би мовити переломний момент у еволюції. Вперше оновлення складу фауни форамініфер у верхній частині світи S_1^4 (група вапняків D_7) виявила ще у 1951 р. Н.Є. Бражнікова [1]. Початок оновлення вбачав пізніше і О.І. Масло на рівні вапняку D_5^{10} [4, 21].

Вже на початку формування запалтюринського горизонту (вапняк D_3) пізньосерпуховська фауна форамініфер, серед яких продовжують зустрічатися і деякі типові візейські види, досить різко починає збіднюватися. Майже одночасно з масовим вимиранням старих форм з'являються форми – носії нових ознак майбутньої башкирської фауни. Це перехідні форми, серед яких зустрічається безліч своєрідних особин з незвичними, спотвореними черепашками. У представників різних груп відмічається паралельний розвиток однакових ознак, а саме: розгортання спіралі черепашки (як, наприклад, у планоендотир *Planoendothyra (Iriclinella) spirilliformis* (Brazhn. et Pot.), ситоподібні устя, сплюсненість черепашок, гігантизм, коливання осі навивання черепашок тощо. Така

підвищена мінливість, варіабільність та масове вимирання старих форм, як зазначала К.О. Рейтлінгер, зазвичай характерні для останньої ідіоадаптивної фази кожного етапу еволюційного розвитку фауни форамініфер [5, 6]. Проте можна впевнено вважати, що, крім закономірних біологічних перетворень, фауна форамініфер у запалтюринський час зазнала серйозних екологічних потрясінь. Нестабільний морський басейн (що зафіксовано у розрізі відкладів) спонукав форамініфер пристосовуватись до нових умов життя. За цих обставин виникло, як уже сказано, багато спотворених форм. Щоправда, більшість з них виявились недовговічними. Серед таких форм часто трапляються ендеміки. Проте у деяких форамініфер нові отримані ознаки закріпились. Такі форми стали родоначальниками оновленої пізньокам'яновугільної фауни. Так, у запалтюринський час значне коливання осі навивання черепашок роду *Eostaffella* призвело до появи перших шароподібних представників нового роду *Plectostaffella*, які спочатку існували без чітко виражених видових ознак. Саме появою *Plectostaffella varvariensis* (Brazhn. et Pot.) та *Pl. bogdanovkensis* Reitl. маркується початок башкирського часу в багатьох регіонах світу. Проте у Донбасі перші особини, що несли у собі ознаки цього роду з'являються раніше, а носії чітких видових ознак згаданих двох видів фіксуються нами у вапняку D_5^9 . Саме на цьому рубежі в карбоні Уралу О.І. Кулагіна також відмічала становлення роду *Plectostaffella* та масове вимирання ранньокам'яновугільних форм [4]. Від примітивних плектостафел на початку фенінського часу в результаті коливання осі навивання до 90° виник рід *Semistaffella*. Останній, у свою чергу, дав початок існуванню субсферичних *Pseudostaffella*. Таким чином, біологічні та геологічні (палеоекологічні) процеси, що відбувались у запалтюринський час, призвели до появи та прогресивного розвитку родини Pseudostaffellidae.

Важливі ароморфні перетворення переживала у перехідний ранньо-пізньокам'яновугільний час родина Lasiodiscidae. У запалтюринський час вимерли майже усі *Howchinia*, у вознесенський час продовжували існувати *Monotaxinoides*, але вже поступилися місцем роду *Eolasiodiscus*

з ускладненими додатковими устями. Значних еволюційних змін зазнали також архедисциди. На зміну старим візейським і серпуховським формам (приблизно на рубежі вапняку D_5^9) з грубопористою склувато-променистою стінкою та темним внутрішнім шаром груп *Archaeodiscus karreri* (Brady), *Arch. krestovnikovi* Raus. приходять здебільшого дрібні сплющені форми зі світлою тонкопористою стінкою – групи *Archaeodiscus subcilindricus* Brazhn. et Pot., *Arch. donetzius* Sosn., *Arch. longus* Pot., часті неоархедискуси – *Neoarchaeodiscus probatus* (Reitl.), *N. incertus* (Groz. et Leb.), *N. timanicus* (Reitl.), *N. rectus* (Kir.), *N. gregorii* (Dain) та астероархедискуси – *Asteroarchaeodiscus subbaschkiricus* (Reitl.), *Ast. baschkiricus* (Krest. et Theod.) та багато ін. Еволюційні зміни відбуваються і у родині Tetrataxidae. Серед численних різноманітних тетратаксисів наприкінці вознесенського часу (у вапняку D_7^7) з'являються крупні тупоконічні з широкою основою представники роду – *Tetrataxis* cf. *planolocula* Lee et Chen, *T. parviconica* Lee et Chen та ін.

Характерний серпуховський рід *Eosigmoilina* виявився недовговічним. Останній його представник *Eosigmoilina robertsoni* (Brady) вище вапняку D_5^9 у Донбасі не виявлений. Новими елементами фауни пізньосерпуховського часу є деякі представники родів *Pseudoglomospira* і *Tolyrammina*, які продовжували існувати у ранньому башкирі.

Значні перетворення відбувались також у родині Biseriamminidae. Крупні представники цієї родини – *Globivalvulina* – з багатокамерною черепашкою і відносно товстою стінкою з'явилися ще наприкінці протвинського часу. Проте типовий представник роду із закріпленою ознакою – диференційованою тришаровою стінкою – *Globivalvulina bulloides* був виявлений нами у Донбасі у відкладах вознесенського та фенінського горизонтів, починаючи з вапняку D_7^2 .

Панівний же стан серед фауни запалтубинського-вознесенського часу мав представник родини Eostaffellidae – рід *Eostaffella*, якому зобов'язані появою і плектоштафели, і семіштафели, і високорозвинуті фузулініди. Еоштафели запалтубинського часу представлені численними, переважно дрібними мінливими

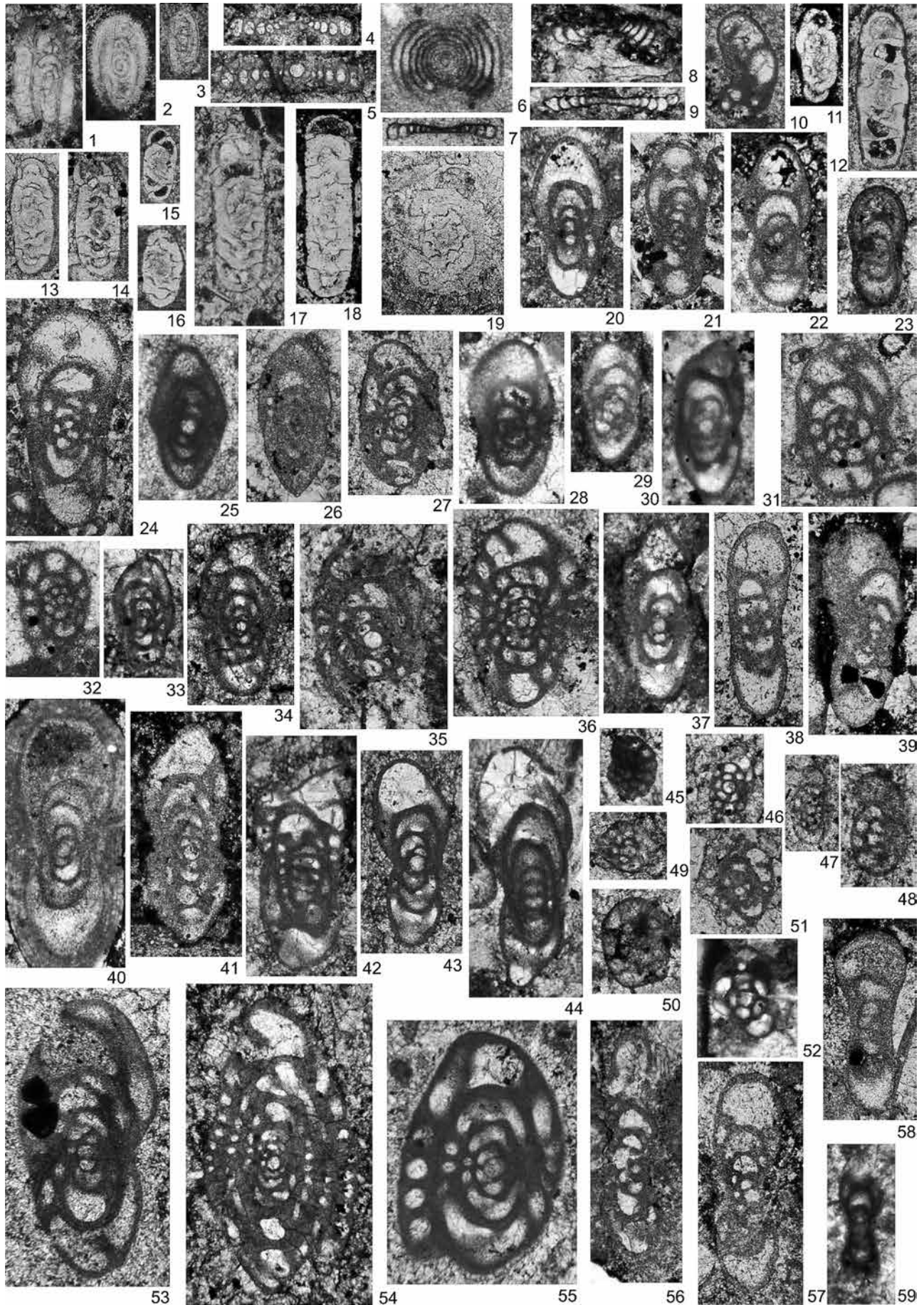
формами. В еволюційному розвитку еоштафел помітна тенденція розвитку сплюснених форм. Так, на початку вознесенського часу з'являються *Eostaffella pseudostruvei* (Raus. et Bel.), *E. chomatifera* Kir. та перші представники роду *Millerella* – *M. pressa* та плоскі форми *M. angusta* (Kir.) (з вапняку D_5^9), а пізніше поступово з'являються і інші представники родини Eostaffellidae – рід *Plectomillerella* (з вапняку D_5^{10}) і сплюснені *Millerella marblensis*, *M. uralica* Kir. (з вапняку D_7^2) та *Seminovella* (з вапняку D_7^4). Ця ж тенденція прослідковується і у фенінський час, коли з'явилися *E. compressa* Brazhn., *E. acutissima* Kir. та ін. Поряд зі сплюсненими формами, у вознесенський час з'являються крупні *E. designata* (D. Zeller) та *E. aff. pinguis* (Thomp.), а у фенінський час – дещо роздуті *E. kashirica* Raus. У фенінський час важливою подією у еволюції фауни форамініфер стала поява перших представників родини Pseudostaffellidae – *Semistaffella* (з вапняку $E_{1n} = D_8$), яка надалі отримала розвиток у пізньому карбоні і, вірогідно, була передковою для *Pseudostaffella*, яка з'являється у мануйлівському горизонті.

Серед доволі частих у запалтубинських і вознесенських відкладах бредіїн переважають *Bradyina cribrostomata* Raus. et Reitl., *Br. concinna* Reitl., *Br. magna* Roth. et Skin. У фенінський час з'являються перші форми родини Bradyinidae зі складною керіотекною стінкою черепашки – *Bradyinelloides* cf. *pseudonautiliformis* (Reitl.).

В цілому, збідніла фауна форамініфер світи $C_2^0(E)$ дуже подібна до фауни верхів світи C_1^4 (комплекс вапняків D_7). Продовжували існувати головним чином види широкого вертикального поширення.

Усі вапняки запалтубинського, вознесенського та фенінського горизонтів охарактеризовані досить різноманітними за систематичним складом і співвідношенням водоростями. Загалом, тут їх визначено понад 40 видів, що належать до 38 родів. На підставі аналізу поширення водоростей у пограничних верхньосерпуховських-нижньобашкирських відкладах вдалося визначити декілька важливих етапів їх еволюційного розвитку. В запалтубинський час продовжують існувати типові серпуховські форми: *Praedonezella cespeformis* Kul., *Ungdarella uralica* Masl. та *Archaeolithophyllum mis-*

Таблиця І



Таблиця I

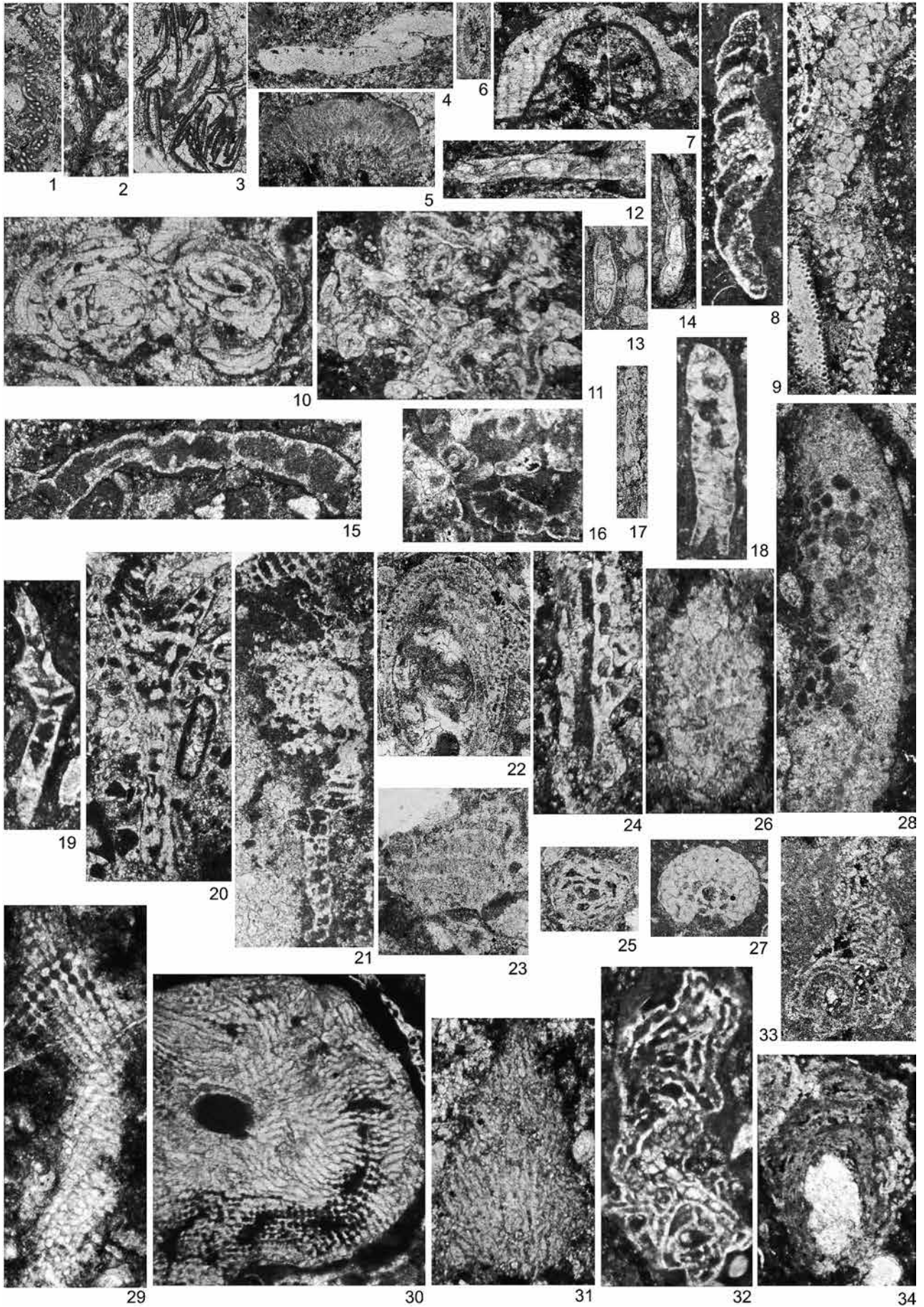
Стратиграфічно важливі види форамініфер в пограничних міссісіпсько-пенсільванських відкладах
x 100

1-3 – *Eosigmoilina robertsoni* (Brady); 1 – правий берег р. Кальміус, смт. Старобешеве, запалтубинський горизонт, вапн. D₃; 2 – північний схил г. Запал-Тюбе, правий берег р. Кальміус, с. Вознесенка, Старобешівський р-н, запалтубинський горизонт, вапн. D₅; 3 – р. Кальміус, б. Желвакова, смт. Старобешеве, запалтубинський горизонт, вапн. D₅⁶; 4, 5 – *Monotaxinoides transitorius* Brazhn. et Jar.; г. Запал-Тюбе, правий берег р. Кальміус, с. Вознесенка, Старобешівський р-н, запалтубинський горизонт, вапн. D₅²; 6, 7 – *Turrispiroides? multivolutus* (Reitl.); 6 – б. Адаман-Чалган, правий берег р. Берестова, Старобешівський р-н, запалтубинський горизонт, вапн. D₅; 7 – р. Кальміус, б. Безіменна, смт. Старобешеве, запалтубинський горизонт, вапн. D₅³; 8, 9 – *Eolasiiodiscus* sp.; г. Запал-Тюбе, правий берег р. Кальміус, с. Вознесенка, Старобешівський р-н, запалтубинський горизонт, вапн. D₅²; 10 – *Globivalvulina bulloides* (Brady); смт. Старобешеве, вознесенський горизонт, вапн. D₇²; 11 – *Neoarchaediscus* ex gr. *postrugosus* (Reitl.); р. Кальміус, б. Желвакова, смт. Старобешеве, вознесенський горизонт, вапн. D₅¹⁰; 12 – *Neoarchaediscus incertus* (Grozd. et Leb.); там само, вапн. D₅⁹; 13 – *Neoarchaediscus gregorii* (Dain); р. Берестова, с. Обільне, Старобешівський р-н, вознесенський горизонт, вапн. D₇; 14 – *Neoarchaediscus probatus* (Reitl.); с. Олександрівка, Старобешівський р-н, фенінський горизонт, вапн. E₅; 15 – *Neoarchaediscus* aff. *parvus* (Raus.); правий берег р. Берестова, вище греблі на захід від с. Олександрівка, Старобешівський р-н, вознесенський горизонт, вапн. D₇⁵; 16 – *Asteroarchaediscus subbaschkiricus* (Reitl.); там само; 17 – *Planospirodiscus borealis* (Reitl.); р. Берестова, с. Обільне, Старобешівський р-н, вознесенський горизонт, вапн. D₇; 18 – *Planospirodiscus* aff. *minimus* (Grozd. et Leb.); р. Кальміус, смт. Старобешеве, вознесенський горизонт, вапн. D₇⁴; 19 – *Asteroarchaediscus baschkiricus* (Krest. et Theod.); с. Олександрівка, Старобешівський р-н, фенінський горизонт, вапн. E₄; 20 – *Eostaffella acutiformis* Kir.; р. Кальміус, смт. Старобешеве, запалтубинський горизонт, вапн. D₅⁶; 21 – *Eostaffella chomatifera* Kir.; р. Кальміус, смт. Старобешеве, вознесенський горизонт, вапн. D₇³; 22 – *Eostaffella pseudostruvei* (Raus. et Bel.); правий берег р. Берестова, с. Олександрівка, Старобешівський р-н, вознесенський горизонт, вапн. D₇⁵; 23 – *Eostaffella postmosquensis* Kir.; урочище «Чорна скеля», лівий берег р. Берестова, смт. Старобешеве, фенінський горизонт, вапн. E₃; 24 – *Eostaffella designata* (D. Zeller); р. Кальміус, смт. Старобешеве, вознесенський горизонт, вапн. D₇³; 25 – *Eostaffella postproikensis* Vdov.; правий берег р. Кальміус, смт. Старобешеве, запалтубинський горизонт, вапн. D₅⁵; 26 – *Eostaffella kashirica* Raus.; с. Олександрівка, Старобешівський р-н, фенінський горизонт, вапн. E₅; 27 – *Plectostaffella* sp.; р. Кальміус, б. Безіменна, смт. Старобешеве, запалтубинський горизонт, вапн. D₇⁵; 28-30 – *Plectostaffella varvariensis* (Brazhn. et Pot.); 28 – р. Кальміус, б. Желвакова, смт. Старобешеве, вознесенський горизонт, вапн. D₅⁹; 29 – там само, вапн. D₅¹⁰; 30 – б. Широка, с. Григорівка, Амвросіївський р-н, фенінський горизонт, вапн. E₆; 31 – *Plectostaffella cuboides* Rum.; правий берег р. Берестова, с. Олександрівка, Старобешівський р-н, вознесенський горизонт, вапн. D₅⁵; 32 – *Plectostaffella reitlinger* Groves; там само; 33, 34 – *Plectostaffella jakhensis* Reitl.; урочище «Чорна скеля», лівий берег р. Берестова, смт. Старобешеве, фенінський горизонт, вапн. E₀; 35, 36 – *Plectostaffella bogdanovkensis* Reitl.; 35 – р. Кальміус, б. Безіменна, смт. Старобешеве, вознесенський горизонт, вапн. D₅⁹; 36 – р. Кальміус, смт. Старобешеве, вознесенський горизонт, вапн. D₇²; 37 – *Plectostaffella varvariensisformis* Brazhn. et Vdov.; р. Кальміус, б. Желвакова, смт. Старобешеве, вознесенський горизонт, вапн. D₅¹⁰; 38, 39 – *Millerella uralica* Kir.; р. Кальміус, смт. Старобешеве, вознесенський горизонт, вапн. D₇⁴; 40 – *Millerella angusta* (Kir.); р. Кальміус, б. Желвакова, смт. Старобешеве, вознесенський горизонт, вапн. D₅¹⁰; 41 – *Millerella pressa* Thomp.; р. Кальміус, б. Безіменна, смт. Старобешеве, вознесенський горизонт, вапн. D₅⁹; 42 – *Plectomillerella subacuta*; р. Кальміус, б. Желвакова, смт. Старобешеве, запалтубинський горизонт, вапн. D₅¹⁰; 43, 44 – *Millerella marblensis* Thomp.; 43 – р. Кальміус, смт. Старобешеве, вознесенський горизонт, вапн. D₇²; 44 – б. Широка, с. Григорівка, Амвросіївський р-н, фенінський горизонт, вапн. E_{1н}; 45, 46 – *Semistaffella minuscularia* (Reitl.); 45 – б. Широка, с. Григорівка, Амвросіївський р-н, фенінський горизонт, вапн. E_{1н}; 46 – урочище «Чорна скеля», лівий берег р. Берестова, смт. Старобешеве, фенінський горизонт, вапн. E₀; 47 – *Semistaffella* aff. *minuscularia* (Reitl.); урочище «Чорна скеля», лівий берег р. Берестова, смт. Старобешеве, фенінський горизонт, вапн. E₃; 48 – *Semistaffella* aff. *primitiva* (Reitl.); там само; 49 – *Semistaffella* sp.; там само, вапн. E₁; 50 – *Semistaffella variabilis* (Reitl.); там само, вапн. E₃; 51, 52 – *Semistaffella* aff. *variabilis* (Reitl.); 51 – с. Олександрівка, Старобешівський р-н, фенінський горизонт, вапн. E₄; 52 – б. Широка, с. Григорівка, Амвросіївський р-н, фенінський горизонт, вапн. E₇; 53 – *Eostaffella parastruvei* (Raus.); – р. Кальміус, б. Желвакова, смт. Старобешеве, запалтубинський горизонт, вапн. D_{5н}⁸; 54 – *Eostaffella mirifica* Brazhn.; урочище «Чорна скеля», лівий берег р. Берестова, смт. Старобешеве, фенінський горизонт, вапн. E₁⁰; 55 – *Eostaffella ikensis* Viss.; правий берег р. Кальміус, смт. Старобешеве, запалтубинський горизонт, вапн. D₅⁵; 56 – *Seminovella elegantula* Raus.; р. Кальміус, смт. Старобешеве, вознесенський горизонт, вапн. D₇⁴; 57 – *Seminovella* aff. *donetziana* Pot.; там само; 58 – *Seminovella fragilis* Vak.; там само; 59 – *Millerella extensa* Marshall; б. Широка, с. Григорівка, Амвросіївський р-н, фенінський горизонт, вапн. E₆

souriensum Johns., синьозелені водорості *Girvanella problematica* Nich. et Ether, *G. wetheredii* Chapm., *Girvanella minuta* Weth., *Stipulella fascicularis* Masl., зелені водорос-

ті родів *Calcifolium*, *Gyroporella*, *Nanopora*, *Fasciella*, *Aphralysia*. Кальціфоліуми, гірванели та фасцієли часто є породоутворюючими.

Таблиця II



Таблиця II

Стратиграфічно важливі види вапнистих водоростей в пограничних міссісіпсько-пенсільванських відкладах
x 50

1 – *Girvanella problematica* Nich. et Ether.; правий берег р. Кальміус, смт. Старобешеве, запалтубинський горизонт, вапн. D₅; 2 – *Girvanella minuta* Weth.; г. Запал-Тюбе, с. Вознесенка, Старобешівський р-н, запалтубинський горизонт, вапн. D₅²; 3 – *Stipulella fascicularis* Masl.; б. Султан-Бій-Тарама, правий берег р. Кальміус, Старобешівський р-н, запалтубинський горизонт, вапн. D₃; 4, 5 – *Calcifolium okense* Schvetz. et Bir.; 4 – р. Кальміус, смт. Старобешеве, запалтубинський горизонт, вапн. D₃; 5 – с. Роднікове, Старобешівський р-н, запалтубинський горизонт, вапн. D₃; 6 – *Nanopora anglica* Wood; р. Кальміус, смт. Старобешеве, запалтубинський горизонт, вапн. D₃; 7 – *Fourstonella fusiformis* (Brady); смт. Старобешеве, запалтубинський горизонт, вапн. D₄; 8 – *Stacheia marginulinoides* Brady; правий берег р. Берестова (біля Старобешівського водосховища), вознесенський горизонт, вапн. D₇¹; 9 – *Nostocites vesiculosa* Masl.; смт. Старобешеве, вознесенський горизонт, вапн. D₇¹; 10 – *Fasciella kizilia* R. Iv.; – р. Берестова, с. Обільне, Старобешівський р-н, запалтубинський горизонт, вапн. D₅; 11, 12 – *Praedonezella cespeformis* Kul.; г. Запал-Тюбе, с. Вознесенка, Старобешівський р-н, запалтубинський горизонт, 11 – вапн. D₅, 12 – вапн. D₅²; 13, 14 – *Donezella lutugini* Masl.; 13 – с. Олександрівка, Старобешівський р-н, фенінський горизонт, вапн. E₅; 14 – б. Широка, с. Григорівка, Амвросіївський р-н, фенінський горизонт, вапн. E₅; 15 – *Claracrusta catenoides* (Homann); р. Кальміус, б. Желвакова, смт. Старобешеве, вознесенський горизонт, вапн. D₅^{8в}; 16 – *Proninella strigosa* (Vachard); г. Запал-Тюбе, с. Вознесенка, Старобешівський р-н, запалтубинський горизонт, вапн. D₃; 17 – *Einoriella elongata* Salt.; б. Широка, с. Григорівка, фенінський горизонт, вапн. E_{1н}; 18 – *Dvinella bifurcata* Masl. et Kul.; р. Берестова, с. Обільне, Старобешівський р-н, запалтубинський горизонт, вапн. D₅⁴; 19-21 – *Masloviporidium delicata* (Berch.); 19 – р. Кальміус, б. Желвакова, смт. Старобешеве, вознесенський горизонт, вапн. D₅^{8в}; 20 – р. Берестова, с. Обільне, Старобешівський р-н, вознесенський горизонт, вапн. D₇; 21 – б. Попова, вознесенський горизонт, вапн. D₇¹; 22 – *Cuneiphycus aliquantulus* Johns.; с. Олександрівка, Старобешівський р-н, фенінський горизонт, вапн. E₅; 23 – *Cuneiphycus texana* Johns.; там само; 24, 25 – *Aoujgalia ellioti* Mam. et Roux; 24 – правий берег р. Кальміус, смт. Старобешеве, запалтубинський горизонт, вапн. D₅; 25 – р. Берестова, с. Обільне, Старобешівський р-н, запалтубинський горизонт, вапн. D₅⁴; 26, 27 – *Aoujgalia* sp.; 26 – правий берег р. Кальміус, смт. Старобешеве, запалтубинський горизонт, вапн. D₅¹; 27 – правий берег р. Берестова, запалтубинський горизонт, вапн. D₅⁴; 28 – *Archaeolithophyllum missouriensum* Johns.; р. Кальміус, б. Желвакова, смт. Старобешеве, запалтубинський горизонт, вапн. D₅^{8н}; 29 – *Cuneiphycus* sp.; б. Широка, с. Григорівка, Амвросіївський р-н, фенінський горизонт, вапн. E₅; 30 – *Ungdarella peratrovichensis* Mam. et Rudl.; лівий берег р. Кальміус, смт. Старобешеве, запалтубинський горизонт, вапн. D₅; 31 – *Ungdarella uralica* Masl.; смт. Старобешеве, запалтубинський горизонт, вапн. D₅; 32 – *Stacheoides meandriiformis* Mam. et Rudloff; р. Кальміус, б. Желвакова, смт. Старобешеве, вознесенський горизонт, вапн. D₅^{8в}; 33 – *Stacheoides tenuis* Petr. et Mam.; там само, запалтубинський горизонт, вапн. D₅⁵; 34 – *Stacheoidella spissa* (Petr. et Mam.); там само, вознесенський горизонт, вапн. D₅^{8в}

Систематичний склад водоростей суттєво змінюється на початку вознесенського часу (на рівні вапняків D₅^{8в} – D₅⁹) – повновлюється представниками нових родів – *Masloviporidium delicata* (Berch.) і *Donezella* sp. одночасно зі зникненням кальціфоліумів та фасціел. Частими у вознесенських відкладах є багрянки *Eflugelia johnsoni* (Flugel), *Stacheia marginulinoides* Brady, *Stacheoides tenuis* Petr. et Mam. та ін.

Значне оновлення складу водоростей відбувається також у світі C₂⁰(E). На початку фенінського часу (з вапняку E_{1н}) з'являються перші представники роду *Einoriella* – *Einoriella elongata* Salt., принципово нового роду *Cuneiphycus* – *Cuneiphycus texana* Johns., *Archaeolithophyllum johnsoni* Racz, *Donezella lutugini* Maslov та ін.

Таким чином, найбільш вагомими змінами в еволюції форамініфер та водоростей Донбасу у перехідний ранньосередньокам'яновугільний час відбувались

з початку формування вознесенського горизонту (рівень вапняків D₅^{8в} – D₅⁹). У Північній Америці ця границя приблизно збігається зі зникненням еосигмоїлін і появою видів *Globivalvulina bulloides*, *Millerella pressa*, *M. marblensis*. Важливим фактом є фіксація даних видів у Донбасі. Одночасно зі зникненням у вапняку D₅⁹, тобто в перехідному інтервалі амоноїдних зон Eumorphoceras-Homoceras та в основі конодонтової зони Declinognathodus noduliferus s. l. [12], стратиграфічно важливого роду *Eosigmoilina* та виду *Loeblichia minima* Brazhn., зафіксовано появу перших мілерел – *Millerella angusta*, *M. pressa*. На цьому ж рівні у Донбасі з'являються водорості *Masloviporidium delicata* і *Donezella* sp., що починають складати основний фон башкирської альгофлори. За нашими даними, *Globivalvulina bulloides* тут з'являється дещо пізніше, а саме в середині згаданих амоноїдної та конодонтової зон [18] на рівні вапняку D₅², коли з'являються

сплощені форми *Millerella marblensis* та *M. uralica*.

Повноцінне відродження фауни форамініфер у Донецькому басейні почалося з початком нової значної трансгресії башкирського часу, яка майже збіглася з початком амоноїдної зони *Reticuloceras*. На цьому рубежі з'являються *Semistaffella* – перші представники родини *Pseudostaffellidae*, яка у башкирський час буде домінуючою у фауні форамініфер. Приблизно на цьому ж рівні (починаючи з вапняків E_{1n} та E_1^0), як зазначалось вище, відбувається значне оновлення водоростевого комплексу.

ВИСНОВКИ

Таким чином, у перехідний ранньо-середньокам'яновугільний час в еволюційному розвитку форамініфер і водоростей Донбасу виявлено три найбільш суттєвих рубежів: кінець запалтубинського – початок вознесенського горизонту (рівень вапняків $D_5^в - D_5^g$), середина вознесенського горизонту (рівень вапняку D_2^2), початок фенінського горизонту (рівень вапняку E_1). З урахуванням сучасних вимог стратиграфії виявлені регіональні та планетарні біологічні маркери для обґрунтування серединної границі карбону у Донбасі. Основним критерієм проведення серединної границі карбону у Донбасі, на нашу думку, є поява плектоштафел з чіткими і стійкими видовими ознаками: *Plectostaffella bogdanovkensis* та *Pl. varvariensis*, *Millerella angusta*, *M. pressa* та водоростей *Masloviporidium delicata* і *Donezella* sp. Вид-індекс *Plectostaffella berestovensis* Brazhn. et Vdov. форамініферової зони, виділеної раніше в основі вознесенського горизонту Донбасу [21], ми вважаємо через нечіткі діагностичні ознаки не придатним для фіксації серединної границі карбону. Другорядним критерієм границі може слугувати зникнення форамініфер *Eosigmoilina robertsoni* та водоростей родів *Fasciella* і *Calcifolium*. Появу *Millerella marblensis*, *M. uralica* та *Globivalvulina bulloides* також можна вважати додатковим критерієм встановлення границі C_1-C_2 у Донбасі.

1. Бражнікова Н.Є. Про зміну фауни форамініфер на межі нижнього та середнього карбону Донбасу // Геол. журн. – 1951. – Т. 11, вип. 3. – С. 29-45.
2. Давыдов В.И. Каменноугольная система и современный статус ее подразделений // Стратиграфия и палеогеография карбона Евразии. – Екатеринбург:

- бург: Изд-во Ин-та геологии и геохимии УрО РАН, 2002. – С. 72-91.
3. Єфіменко В.І. Історія розв'язання проблеми серединної границі карбону в Донбасі // Теоретичні та прикладні аспекти сучасної біостратиграфії фанерозою України: Зб. наук. пр. ІГН НАН України. – К., 2003. – С. 81-83.
 4. Иванова Р.М., Кулагина Е.И., Румянцева З.С. и др. К проблеме границы нижнего и среднего карбона в Донбассе, Тянь-Шане и на Урале // Бюл. Моск. о-ва испытателей природы. Отд. геол. – 1992. – Т. 67, вып. 2. – С. 80-91.
 5. Рейтлингер Е.А. Этапность как критерий проведения биостратиграфических границ на примере каменноугольной системы (по фораминиферам) // Стратиграфия карбона и геология угленосных формаций СССР. – М.: Недра, 1975. – С. 17-25.
 6. Рейтлингер Е.А. Этапность развития фораминифер и ее значение для стратиграфии каменноугольных отложений // Вопр. микропалеонтологии. – 1969. – Вып. 12. – С. 3-33.
 7. Решения Межведомственного регионального стратиграфического совещания по среднему и верхнему палеозою Русской платформы: карбоновая система. – Л.: ВСЕГЕИ, 1990.
 8. Стратиграфическая схема нижнекаменноугольных отложений восточных областей Украины // Стратиграфические схемы фанерозоя и докембрия Украины. – Киев, 1993.
 9. Стратиграфическая схема среднекаменноугольных отложений восточных областей Украины // Стратиграфические схемы фанерозоя и докембрия Украины. – Киев, 1993.
 10. Brenckle P.L., Baesemann J.F., Lane et al. Arrow Canyon, the Mid-Carboniferous Boundary Stratotype // XIIIth International Congress, Carboniferous Stratigraphy and Geology, Krakow (1995) Proceedings. – Krakow, 1997. – Part 3. – P. 149-164.
 11. International Stratigraphic Guide. A Guide to stratigraphic classification, terminology and procedure. – 1976. – 200 p.
 12. Grossman E.L., Mii Horng-Sheng, Yancey T.E. Stable isotopes in Late Pennsylvanian brachiopods from the United States; implications for Carboniferous paleoceanography // Geol. Soc. Amer. Bull. – 1993. – Vol. 105, No. 10. – P. 1284-1296.
 13. Lane H.R., Brenckle P.L., Baesemann J.F., Richards B. The IUGS boundary in the middle of the Carboniferous: Arrow Canyon, Nevada, USA // Episodes. – 1999. – Vol. 22, No. 4. – P. 272-283.
 14. Menning M., Alekseev A.S., Chuvashov B.I. et al. Global time scale and regional stratigraphic reference scales of Central and West Europe, East Europe, Tethys, South China, and North America as used in the Devonian–Carboniferous–Permian Correlation Chart 2003 (DCP 2003) // Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology. – 2006. – Vol. 240. – P. 318-372.

15. *Mii Horng-Sheng, Grossman E.L., Yancey T.E. et al.* Isotopic records of brachiopod shells from the Russian Platform evidence for the onset of mid-Carboniferous glaciation // *Chemical Geology*. – 2001. – Vol. 175, No. 1-2. – P. 133-147.
16. *Nemyrovska T.I.* Bashkirian conodonts of the Donets Basin // *Scripta Geologica*. – 1999. – 115 p.
17. *Nemirovskaya T.I., Poletaev V.I., Vdovenko M.V.* The Kal'mius section, Donbass, Ukraine, U.S.S.R.: A Soviet proposal for the Mid-Carboniferous boundary stratotype // *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. – 2006. – Vol. 240. – P. 247-272.
18. *Nemyrovska T., Winkler Prins C.F., Wagner R.* The Mid-Carboniferous boundary in the Cantabrian Mountains (N. Spain) // *Проблеми стратиграфії кам'яновугільної системи: Зб. наук пр.* – К., 2008. – С. 69-86.
19. *Poletaev V.I., Brazhnikova N.E., Vasilyuk N.P., Vdovenko M.V.* Local zones and Major Lower carboniferous biostratigraphic boundaries of the Donets basin (Donbass), Ukraine, U.S.S.R. // *Courier Forsch.* – Inst. Senckenberg, 130. – Frankfurt a. M., 1990. – P. 47-59.
20. *Popp B.N., Anderson Th.F., Sandberg P.A.* Brachiopods as indicators of original isotopic compositions in some Paleozoic limestones // *Geolog. Soc. Amer. Bull.* – 1986. – Vol. 97, No. 10. – P. 1262-1269.
21. *Vachard D., Maslo A.* Precisions biostratigraphiques et micropaleontologiques sur le Bashkirien d'Ukraine (Carbonifere moyen) // *Revue de Paleobiologie*. – Geneve, 1996. – Vol. 15, No 2. – P. 357-383.

Інститут геологічних наук НАН України, Київ
E-mail: evi2_2@yahoo.com