

ГРАНИЦА ДЕВОНА – КАРБОНА НА ЗАПАДНОМ СКЛОНЕ ЮЖНОГО УРАЛА

В. Н. Пазухин¹, Е. И. Кулагина¹, К. М. Седаева²

¹ Институт геологии Уфимского научного центра РАН, Уфа,
e-mail: pazukhin@mail.ru, kulagina@anrb.ru

² Московский государственный университет, e-mail: sedaeva-mgu@mail.ru

DEVONIAN AND CARBONIFEROUS BOUNDARY ON THE WESTERN SLOPE OF THE SOUTHERN URALS

V. N. Pazukhin¹, E. I. Kulagina¹, K. M. Sedaeva²

¹ Institute of Geology, Ufa Scientific Centre, Russian Academy of Sciences, Ufa, Russia

² Moscow State University

Gumerovsky Horizon is a basal Carboniferous horizon in the stratigraphic schemes of the Urals and the Russian Platform. The type sections of the horizon are on the western slope of the Southern Urals, whereas the stratotype is in the Zigan Section, and the parastratotype is in the Sikaza Section. In the same district there are many sections of the Devonian – Carboniferous boundary beds along the banks of the Usuli and Ryauzyak Rivers. In the new version of the stratigraphic scheme of the Tournaisian in Russia, which is currently being discussed in the literature, the Gumerovsky Horizon is subdivided into two parts, of which the lower part, including the LE and PLE miospore zones, and containing conodonts of the *S. praesulcata* Zone, is referred to the Devonian, and the upper part corresponding to the PM miospore zone is referred to the Carboniferous. New results of the studies of conodonts and isotopic content of the rock in the type sections resulted in the following conclusions: (1) In the sections studied, the Gumerovsky Horizon consists of three parts. The lower part (Beds 20 and 20 b of the Zigan Section and Bed 6 b of the Sikaza section) contains Devonian conodonts of the *S. praesulcata* Zone and Devonian miospores of the LE2 palynozone; the middle part — (Beds 20 v–g of the Zigan Section and Bed 6 v of the Sikaza Section) contains Carboniferous miospores PLE. Conodonts are rare in the middle part and are represented in the basal layers of Bed 20 v of the Zigan Section by *S. praesulcata*, the upper part of Bed 20 v and in Bed 20 g contain primitive *S. sulcata*, whereas a synchronous interval in the Sikaza Section contained *S. praesulcata*. The upper part of the horizon (Beds 20 g–e in the Zigan Section) contains miospores of the PM Subzone. Multiple sampling of the boundary beds did not reveal *S. sulcata* below the above mentioned beds. Further research should be focused on the middle part of the horizon both in the stratotype and other complete sections. (2) In the evolution of conodonts, the Gumerovsky Horizon was intermediate. In the evolution of the genus *Siphonodella* (a genus of great importance for Lower – Middle Tournaisian Stratigraphy) the transition from *S. praesulcata* to *S. sulcata* is displayed in the increased asymmetry of the platform and the curvature of the carina, and later in the inverted pseudokeel, decreased length of the blade and narrowing of the grooves. In the Malevsky time, the ornamentation of *S. sulcata* becomes considerably finer, whereas the blade becomes shorter. The conodont assemblage of the Gumerovsky Horizon characteristically contain the last representatives of the Devonian genera *Palmatolepis* and *Pelekysgnathus*, which are not known to continue into the Malevsky Horizon (if the re-deposition is excluded). (3) In the Gumerovsky Horizon and the boundary D–C beds in the Sikaza Section, the isotopic content of the clayey rocks: carbon $\delta^{13}\text{C}$ (from 2.7 to 2.95), of oxygen $\delta^{18}\text{O}$ (from 27.45 to 27.7‰) and of carbonates, respectively — $\delta^{13}\text{C}$ (from 1.2 to 3.1‰) and $\delta^{18}\text{O}$ (from 26.3 to 28.2‰). The isotopic–geochemical and lithological features of the clayey and carbonate rocks suggest that they were formed in a similar paleogeographic and sedimentary environment of an apparently shallow, brackish-water, warm basin.

Граница между девонской и каменноугольной системами по решению Международной подкомиссии по стратиграфии девона проводится по первому появлению конодонтов *Siphonodella sulcata*. Глобальным стратотипом этой границы (GSSP) выбран разрез Ла Серре в Южной Франции [Paproth et al., 1991]. Новые данные по результатам изучения стратотипа этой границы были представлены на Международном конгрессе Карбона и Перми в Китае [Kaiser, Becker, 2007]. По данным последнего опробования этого разреза в пограничном интервале вид-индекс обнаружен ниже границы девона – карбона — в средней части слоя 84 [Kaiser, 2009]. Незначительно ниже этого уровня,

в основании слоя 84 обнаружено появление вида *Protognathodus kockeli*, по которому проводится основание подзоны Late S. *praesulcata*. В связи с этим поставлен вопрос о выборе нового стратотипа этой границы и пересмотра рубежей смены конодонтов и другой фауны.

В стратиграфических схемах Урала и Русской платформы в качестве базального горизонта каменноугольной системы принят гумеровский горизонт [Стратиграфические ..., 1993; Решение ..., 1990]. Типовые разрезы горизонта находятся на западном склоне Южного Урала, стратотип — в разрезе Зиган, а парастратотип — в разрезе Сиказа (Рис. 1) [Кочеткова и др., 1988а]. В этом же районе также широко известны разрезы пограничных отложений девона и карбона по рекам Усуйли и Рязуяк [Султанаев, 1973; Кочеткова и др., 1985].

В настоящее время рядом исследователей предлагается новый вариант стратиграфической схемы турнейского яруса, где гумеровский горизонт разделен на 2 части, из которых нижняя часть в объеме зон миоспор LE и PLE с конодонтами зоны S. *praesulcata* отнесена к девону, а верхняя с миоспорами PM — к карбону [Чижова, 2000, 2002, 2004; Чижова, Сташкова, 2004]. В новой стратиграфической схеме Республики Беларусь, докладывавшейся в 2006 году на девонской комиссии МСК, гумеровский горизонт также разделен на 2 части, нижняя из которых отнесена к девону.

Новые данные по распределению конодонтов в перечисленных выше разрезах [Пазухин, 2008а] показали близкое расположение нижних границ зон *Siphonodella sulcata* и *pussilites* (в разрезе Зиган), однако этот рубеж проходит немного выше основания гумеровского горизонта, которое совпадает с основанием остракодовой зоны. Эволюционный переход от *Siphonodella praesulcata* к *S. sulcata* отчетливо прослежен на Южном Урале и наиболее хорошо фиксируется в разрезе Усуйли.

Биостратиграфия типовых разрезов

Все перечисленные разрезы находятся на территории Зилимо-Зиганского района Западно-Уральской структурно-фациальной зоны [Стратиграфические ..., 1993]. Биостратиграфические исследования пограничных отложений девона и карбона проводились Д.В. Наливкиным [1945], В.Н. Крестовниковым и В.С. Карпышевым [1948], Л.И. Кононовой [1969, 1979], Л.И. Кононовой и О.А. Липиной [1971], А.А. Султанаевым [1973], З.А. Сеницыной [1975], З.А. Сеницыной и др. [1975, 1984], Н.М. Кочетковой и др. [1980, 1985, 1986, 1988а, 1988б], В.Н. Пазухиным [1986], Е.И. Кулагиной и З.А. Сеницыной [2000], Е.И. Kulagina et al. [2003] и другими. В настоящее время нижнекаменноугольные отложения данного района детально расчленены на фораминиферовые и конодонтовые зоны (рис. 2).

Разрез Зиган (рис. 3) расположен по правому склону оврага Абиюскан, впадающего справа в р. Зиган в 5 км западнее с. Гумерово. Горизонт был вскрыт в двух канавах и детально описан [Кочеткова и др., 1988а, 1988б]. Азимут падения пород 280–290°, угол 20–25°.



Верхнефаменский подъярус Лытвинский горизонт — абиюсканские слои (слои 14–17, мощность 14,4 м)

Известняки микритовые, участками псевдобрекчиевидные, слоистые, с конодонтами: *Palmatolepis gracilis expansa* Sandberg et Ziegler, *Palmatolepis gracilis gracilis* Branson et Mehl, *P. gracilis sigmoidalis* Ziegler, *Neopolygnathus communis* (Branson et Mehl), *Polygnathus inornatus* Branson et Mehl, *Polygnathus vogesi* Ziegler, *Pol. znepolensis* Spasov, *Pseudopolygnathus controversus* Sandberg et Ziegler, *Ps. dentilineatus* Branson (слой 17),

Рис. 1. Местонахождение разрезов Сиказа и Зиган, вскрывающих пограничные отложения девона и карбона

Ps. trigonicus Ziegler, *Mashkovia pseudolobatus* Pazukhin sp. nov., *Apatognathodus varians varians* Branson et Mehl, *Bispathodus aculeatus aculeatus* (Branson et Mehl), *B. stabilis* (Branson et Mehl), *Branmehla disparilis* (Branson et Mehl) (слой 16), *Br. inornata* (Branson et Mehl), *Mehlina strigosa* (Br. et Mehl).

Зиганские слои (горизонт) (слои 18–19, мощность 2,5–2,8 м)

Известняки органогенно-обломочные (биоспариты с окатанными биокластами и интраклас-тами, остаточные пакстоуны) с желваками водорослей, пеллециподами, остракодами, криноидеями, мшанками, брахиоподами, конодонтами, зубами рыб.

Слой 18 содержит водоросли *Parachaetetes regularis* Kon., *Solenopora* sp.; остракоды *Akidellina lytvaensis* Kotsch. et Tk., *Shishaella* ? sp.; конодонты *Palmatolepis gracilis sigmoidalis* Ziegler, *Pelekysgnathus crassus* Pazukhin sp. nov., *Polygnathus inornatus* Branson et Mehl, *Neopolygnathus communis* (Branson et Mehl), *Pseudopolygnathus dentilineatus* Branson, *Bispathodus aculeatus aculeatus* (Branson et Mehl), *B. stabilis* (Branson et Mehl), *Branmehla inornata* (Branson et Mehl), *Siphonodella aff. praesulcata* Sandberg. Мощ-ность 0,5–0,8 м.

Слой 19 содержит строматолиты, остатки водорослей, фораминифер, мшанок, пеллеципод, брахиопод, остракод, криноидей, конодонтов и рыб. Водоросли *Parachaetetes* sp., *Issinella* sp., *Solenopora* sp.; фораминиферы *Quasiendothyra* (?) sp.; остракоды *Shishaella* aff. *donica* (Tschern.), *Sh. aff. sublenia* Busch. и др.; конодонты *Palmatolepis gracilis gracilis* Branson et Mehl, *Palmatolepis gracilis sigmoidalis* Ziegler, *Pelekysgnathus crassus* Pazukhin sp. nov., *Polygnathus inornatus* Branson et Mehl, *Neopolygnathus communis* (Branson et Mehl), *Pseudopolygnathus dentilineatus* Branson, *Bispathodus aculeatus aculeatus* (Branson et Mehl), *B. stabilis* (Branson et Mehl), *Siphonodella praesulcata* Sandberg. Мощ-ность 1,25–1,35 м.

Каменноугольная система.

Турнейский ярус.

Нижнетурнейский подъярус

Гумеровский горизонт

Слой 20а. В основании залега-ет прослой известковой глины буровато-желтого цвета с участками разрушенного глинистого биокластового вакстоуна-пакстоуна (обр. 106), слабо доломитизированного (обр. 043а). Выше прослеживается биокла-стовый грейнстоун (обр. 76), слабо сортированный, содержащий комки грануляции. Встречаются мшанки, гастроподы, одиночные кораллы, брахиоподы, остракоды, криноидеи, зу-бы рыб. Водоросли *Parachaetetes* sp.;

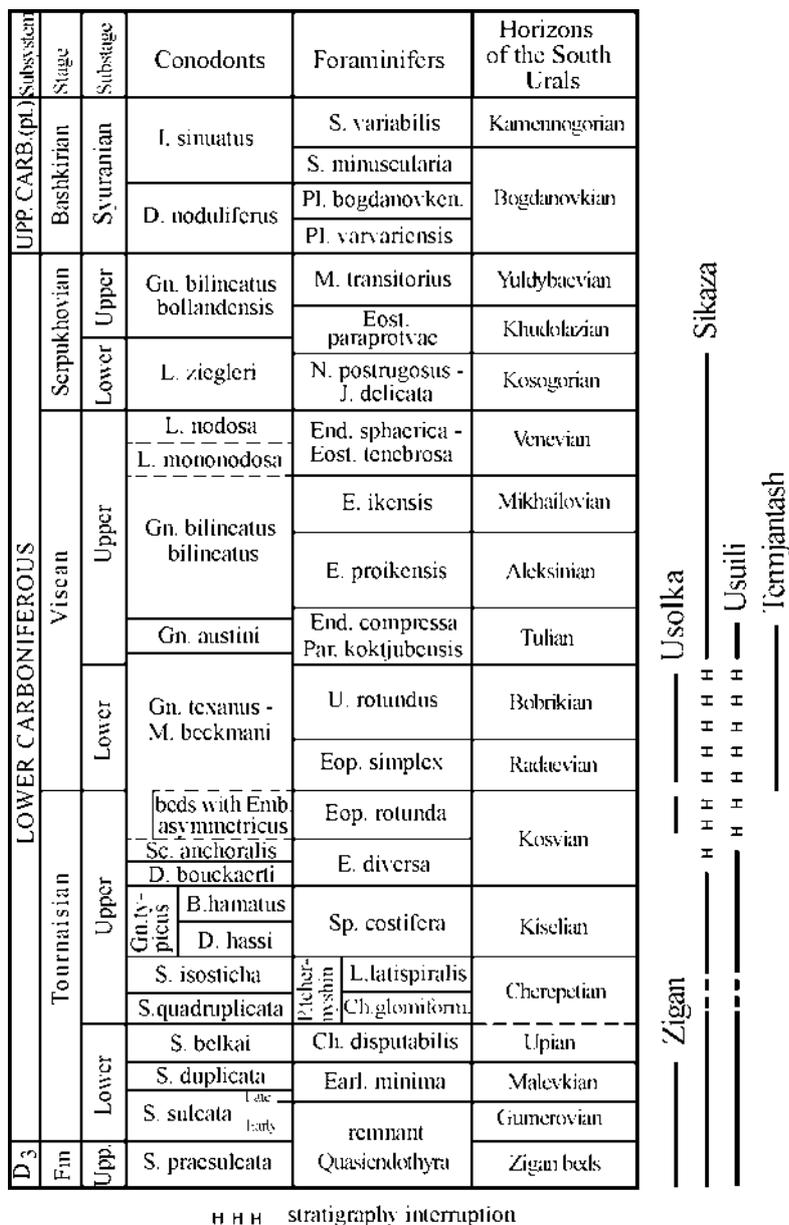


Рис. 2. Зональные подразделения конодентов и фораминифер Зилимо-Зиганского района и стратиграфические диапазоны изученных разрезов

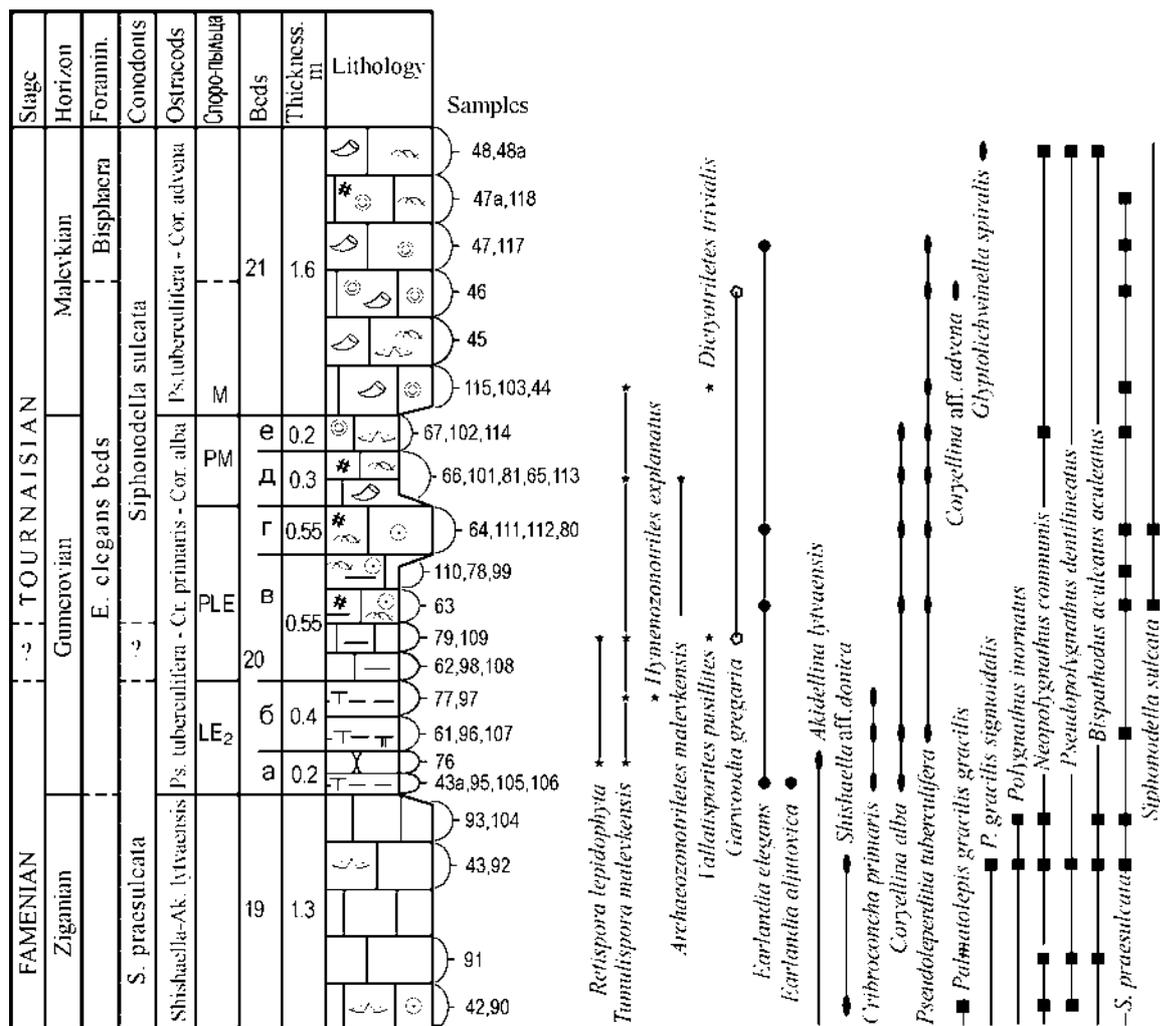


Рис. 3. Разрез Зиган (Zigan Section). Распространение основных таксонов миоспор, водорослей, фораминифер, конодонтов, остракод (с использованием данных Н.М. Кочетковой и др. [1980, 1985, 1986])

споры (здесь и далее определения В.И. Авхимович) (обр. 76): *Retispora lepidophyta* (Kedo) var. *tenera* Kedo, *R. lepidophyta* (Kedo) var. *minor* Kedo, *Tumulispora malevkensis* (Kedo), *Cymbosporites* (?) *minutus* (Kedo), *Convolutispora usitata* Playf. и др.; фораминиферы (обр. 43a, 106) *Earlandia elegans* (Rausser et Reitlinger), *E. aff. aljutovica* (Reitlinger); брахиоподы (обр. 76, сборки Н.М. Кочетковой и В.Н. Пазухина; определения В.И. Полетаева и О.Е. Котляр) *Rhipidomella oweni* (Hall et Clarke), *Nigeroplica nigra* (Gosselet), *Camarotoechia rouleyi* (Weller), *Mucrospirifer tulothyriiformis* (Krest. et Karp.), *Unispirifer tornacensis* (Koninck), *Syringothyris cf. uralensis* Nal., *Reticularia planosinuata* Nal., *Athyris? ex gr. struniensis* (Dehec), *A. ? globosus* (Krest. et Karp.); остракоды *Coryellina alba* Kotsch., *Cribroconcha primaris* Kotsch. и др. Мощность 0,2–0,4 м.

Слой 20б. Карбонатно-глинистая порода («труха») внизу (0,2 м) серая, сверху (0,2 м) желтовато-зеленовато-серая с ржавыми пятнами. В шлифах — вакстоун глинистый, слабо доломитизированный. Органические остатки представлены спорами, остракодами, конодонтами, зубами рыб. Споры (обр. 77): *Retispora lepidophyta* (Kedo) var. *tenera* Kedo, *R. lepidophyta* (Kedo) var. *minor* Kedo, *Archaeozonotrites malevkensis* Naum., *A. minutus* Kedo, *Tumulispora malevkensis* (Kedo) Turnau, *Verrucosisporites mesogrumosus* (Kedo), *Cirratiradites hystricosus* Winslow, *Hymenozonotrites explanatus* (Lub) и др., из остракод, наряду с указанными в слое 20а, встречаются *Bairdiocypris lutla* Posn., *Pseudoleperditia tuberculifera* Schneid., *Ps. sublimes* Kotsch.; конодонты: *Siphonodella praesulcata* Sandberg. Мощность 0,4 м.

Слой 20в. Известняки микритовые, глинистые, вакстоуны (обр. 108, 109), в средней части слоя (обр. 63) — криноидно-мшанково-водорослевые пакстоуны, в верхней части (обр. 110) — глинистые мелкобиокластовые вакстоуны-пакстоуны со строматолитами. Известняки содержат спо-

ры, водоросли, мшанки, одиночные кораллы, брахиоподы, остракоды, криноидеи, конодонты и зубы рыб. Водоросли: *Girvanella ducii* Wethered., *Garwoodia gregaria* Nicholson, *Parachaetetes* sp.; споры: *Tholiosporites esenensis* Byvsch., *Archaeozonotriletes malevkensis* Naum., *Vallatisporites pusillites* (Kedo), *Retispora lepidophyta* (Kedo) var. *minor* Kedo, *Tumulispora malevkensis* (Kedo), *Distyotriletes trivialis* Naum., *Lophozonotriletes excisus* Naum., *Verrucosiosporites nitidus* (Naum.) и др., фораминиферы: *Earlandia elegans* (Rausser et Reitlinger); остракоды: *Pseudoleperditia tuberculifera* Schneid., *Coryellina alba* Kotschetkova и другие; конодонты: *Siphonodella praesulcata* Sandberg, *S. sulcata* (Huddle). Мощность 0,55 м.

Слой 20г. Пласт известняка, выступающий в стенке обнажения, представлен микробиокластовым и микросгустковым пакстоуном, иногда слабо перекристаллизованным, глинистым. Известняк содержит онколиты, образованные водорослями *Girvanella* (обр. 111, 112), строматолиты, водоросли, мшанки, гастроподы, брахиоподы, остракоды, трилобиты, криноидеи, конодонты, зубы рыб. Фораминиферы (обр. 112): *Earlandia elegans* (Raus. et Reitl.) (частые); споры переходящие из сл. 20в; остракоды: *Pseudoleperditia tuberculifera* Schneid., *Knoxiiella complanata* (Kum.), *Shishaella* aff. *alekseevae* Tschig.; конодонты: *Siphonodella praesulcata* Sandberg, *S. sulcata* (Huddle). Мощность 0,25 м.

Слой 20д. Известняки микритовые, глинистые, желваковидные, комковатые, в верхней части тонкослоистые до листоватых, биокластовые вакстоуны-пакстоуны (обр. 65, 113) Органические остатки: онколиты, строматолиты, споры, мшанки, одиночные ругозы, остракоды, криноидеи, единичные конодонты, зубы рыб. Споры: *Tumulispora malevkensis* (Kedo), *Archaeozonotriletes malevkensis* Naum., *Retusotriletes minor* Naum. var. *spinosus* Byvsch., фораминиферы: *Paracalidella* sp.; остракоды: *Pseudoleperditia tuberculifera* Schneid., *Coryellina alba* Kotsch., *Knoxiiella complanata* (Kum.), *Blessites feluyensis* Tschig., *Namaia reticulata* Green, *Shishaella* aff. *donica* (Tschern.), *Bairdia magna* Tschig., *B. inaffectata* Tschig.; конодонты: *Neopolygnathus communis* (Branson et Mehl). Мощность 0,3 м.

Слой 20е. Известняки микритовые, неяснослоистые, содержат многочисленные онколиты, образованные водорослями *Girvanella* и *Solenopora* (обр. 114), строматолиты, мшанки, одиночные ругозы, брахиоподы, остракоды, конодонты. Остракоды: *Coryellina alba* Kotsch., *Pseudoleperditia tuberculifera* Schneid., *Namaia reticulata* Green, *Knoxiiella complanata* (Kum.), *Shishaella* aff. *alekseevae* Tschig.; конодонты: *Neopolygnathus communis* (Branson et Mehl), *Siphonodella praesulcata* Sandberg. Мощность 0,2–0,25 м.

Малевский горизонт

Слой 21. Известняки участками органогенные, глинистые, в верхней части неравномерно окремненные. В шлифах — онколитовые, с микритовым или микритово-шламовым цементом. Онколиты образованы водорослями *Girvanella*. Многочисленны желваки водорослей *Garwoodia gregaria* Nicholson и *Solenopora* sp. Встречены споры, фораминиферы, мшанки, одиночные ругозы, брахиоподы, остракоды, криноидеи, конодонты, зуб рыб. Споры *Tumulispora malevkensis* (Kedo), *T. variverrucata* (Playf.), *Tholiosporites esenensis* Byvsch., *Dyctyotriletes trivialis* Naum., *Endosporites granulatus* (Naum.), *Lophozonotriletes excisus* Naum.; фораминиферы *Earlandia elegans*, в кровле слоя — *Bisphaera malevkensis* Birina; остракоды *Coryellina* aff. *advena* Schneid. et Tk., *Pseudoleperditia tuberculifera* Schneid., *Shishaella* aff. *alekseevae* Tschig., *Sh. electa* Tschig., *Bairdiocypris tschernyshinensis* Sam. et Smir., *B. reduncus* Pavl., *Bairdia inaffectata* Tschig.; конодонты *Neopolygnathus communis* (Branson et Mehl), *Polygnathus* aff. *parapetus* Druce, *Pseudopolygnathus dentilineatus* Branson, *Ps.* aff. *fusiformis* Branson et Mehl, *Ps. nodomarginatus* Branson, *Siphonodella praesulcata* Sandberg, *Bispathodus aculatus aculatus* (Branson et Mehl). Мощность 1,6 м.

Разрез Сиказа (рис. 4) расположен на правом склоне р. Сиказа в 8 км юго-западнее д. Макарово, 0,5 км ниже хутора Кук-Караук, вблизи автотрассы между городами Стерлитамак — Белорецк. Сложен органогенными шельфовыми карбонатными породами, которые имеют возраст от фаменского яруса девона до серпуховского яруса карбона включительно, с перерывом, охватывающим большую верхнюю часть косьвинского, радаевский и бобриковский горизонты.

Верхнефаменский подъярус

Лытвинский горизонт. Абиюсканские слои (слои 4, 5, 6, 6а, мощность 10,7 м)

Известняки мелкокомковатые, участками доломитизированные, прослоями криноидные и мелкобрекчиевидные, с линзами и желваками кремней (слой 5). В комплексе конодонтов преобладают виды из нижней подзоны *P. gracilis expansa*. В слое 4 появляются *Apatognathodus varians*

cipitis Kononova, *Neopolygnathus communis* (Branson et Mehl), *Bispathodus aculeatus aculeatus* (Branson et Mehl), *B. jugosus* (Branson et Mehl), *B. spinulicostatus* (Branson), *Mashkovia pseudolobatus* Pazukhin sp. nov., *Polygnathus subradinus* Pazukhin sp. n., *Pol. vogesi* Ziegler, *Pseudopolygnathus brevipennatus* Ziegler, *Ps. controversus* Sandberg et Ziegler, *Siphonodella* aff. *praesulcata* Sandberg; исчезают *Palmatolepis perlobata postera* Ziegler, *P. rugosa rugosa* Branson et Mehl. В кровле слоя 4 появляется *Pseudopolygnathus trigonicus* Ziegler, в слое 6 — *Polyphodonta angusta* Pazukhin sp. nov.

Зиганские слои (слой 6а, мощность 0,3 м) сложены известняками глинистыми (вакстоунами), тонкослоистыми, участками с биокластами, слабо доломитизированными, с редкими конкрециями кремней. Встречены остатки криноидей, остракод, конодонтов *Neopolygnathus communis* Branson et Mehl, *Palmatolepis gracilis gracilis* Branson et Mehl, *P. gracilis sigmoidalis* Ziegler, *Pelekysgnathus crassus* Pazukhin sp. nov., *Polygnathus inornatus* Branson et Mehl, *Pseudopolygnathus primus* Branson et Mehl, *Siphonodella praesulcata* Sandberg, *Bispathodus aculeatus aculeatus* (Branson et Mehl), *B. spinulicostatus* (Branson), *B. stabilis* (Branson et Mehl).

Турнейский ярус. Нижнетурнейский подъярус Гумеровский горизонт (слои 6б, 6в, 6г, мощность 1,0 м) (рис. 5)

Слой 6б. Известняки органогенно-обломочные, участками окремненные, в верхней части алевритистые. Встречаются фораминиферы, брахиоподы, остракоды, трилобиты. Фораминиферы: *Archaeosphaera crassa* Lipina, *Vicinesphaera angulata* Антропов, *Septaglomospiranella grozdilovae* Pojarkov; остракоды: *Pseudoleperditia tuberculifera* Schneid., *Coryellina alba* Kotsch., *Knoxiella complanata* (Kum.) и др. Комплекс конодонтов близок к слою 6а. В слое 6б встречен комплекс миоспор, характерных для палинозоны R. *Lepidophyta* — H. *explanatus* (LE₂) [Кочеткова и др., 1988б]. Мощность 0,2–0,25 м.

Слой 6в. Глины коричневатые и темно-серые, тонкослоистые, известковистые (от 15–20% до 40–45% CaCO₃) — «труха». Встречаются водоросли, брахиоподы, криноидеи, остракоды и растительные остатки. В верхней части глины переходят в известняки битуминозно-глинистые микритово-микробиальные. Фораминиферы: *Quasiendothyra* sp.; остракоды: *Pseudoleperditia tuberculifera* Schneid., *Coryellina alba* Kotsch., *Knoxiella complanata* (Kum.) и другие. Комплекс конодонтов содержит виды, встреченные в слоях 6а и 6б. В слое 6в встречен комплекс миоспор, характерный для палинозоны V. *pusillites* — R. *lepidophyta* — H. *explanatus* (PLE) и коррелируемый с нижней частью миоспоровой зоны *lepidophyta* — *nitidus* (LN) Западной Европы [Кочеткова и др., 1988а, 1988б]. Изотопный состав углерода характеризуется относительно высокими значениями $\delta^{13}\text{C}$ (от 2,7 до 2,95), а кислорода — относительно низкими величинами $\delta^{18}\text{O}$ (от 27,45 до 27,7‰). Мощность 0,25–0,4 м.

Слой 6г. Известняки органогенно-обломочные, биокластовые пелоидные грейнстоуны с фораминиферами и конодонтами, среднеслоистые. Фораминиферы представлены обедненным комплексом, переходящим из подстилающих слоев: *Septaglomospiranella grozdilovae* Pojarkov, *S. ex gr. primaeva* Rauser, *Euendothyra communis* Rauser и однокамерными фораминиферами (Plate 1). В комплексе конодонтов появляются *Pseudopolygnathus nodomarginatus* Branson, *Neopolygnathus purus subplanus* (Voges), *N. purus purus* Voges (вверху), *Siphonodella sulcata* Huddle, *Bispathodus aculeatus anteposicornis* (Scott) совместно с доживающими представителями рода *Palmatolepis* и транзитными видами родов *Polygnathus*, *Pseudopolygnathus*, *Bispathodus*, *Branmehla*. Мощность 0,5 м.

Малевский горизонт (слои 7, 8, мощность 2,8 м)

Слой 7. Известняки внизу (1,2 м) мелкогустковые, слабо доломитизированные, вверху (0,8 м) мелкобрекчиевидные с брахиоподами. Фораминиферы: *Earlandia minima* (Bir), *Bisphaera malevkensis* Bir, *B. irregularis* Bir; конодонты: внизу *Polygnathus purus purus* Voges, *Pol. vogesi* Ziegler, *Pseudopolygnathus primus* Branson et Mehl, *Siphonodella sulcata* Huddle, *Bispathodus aculeatus anteposicornis* (Scott), вверху — *Neopolygnathus communis* (Branson et Mehl), *N. purus purus* Voges, *Polygnathus inornatus* Branson et Mehl, *Pol. vogesi* Ziegler, *Pol. aff. corrugatus* Branson, *Pseudopolygnathus conili* Bouckaert et Groessens, *Ps. fusiformis* Branson et Mehl, *Ps. vogesi* Rhodes, Austin et Druce, *Ps. inaequalis* Voges, *Siphonodella sulcata* Huddle, *S. duplicata* (Branson et Mehl). Мощность 2,0 м.

Слой 8. Известняки доломитизированные с однокамерными фораминиферами и конодонтами зон *S. duplicata* и *S. belkai*. Мощность 0,8 м.

Биостратиграфия пограничных отложений девона и карбона

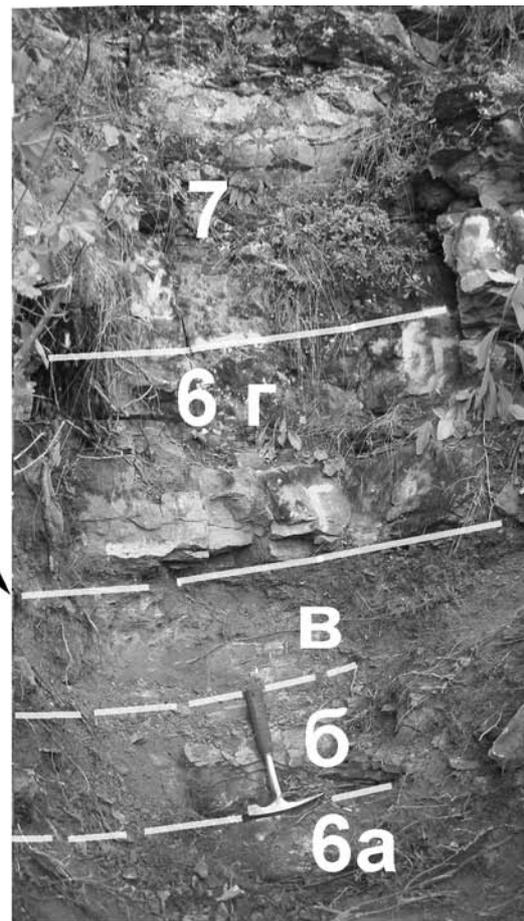
Зиганский горизонт содержит конодонты зоны *Siphonodella praesulcata* (слои 18 и 19 разреза Зиган и слой 6а — Сиказа) — *Siphonodella praesulcata* Sandberg, *Palmatolepis gracilis gracilis* Branson et Mehl, *P. gracilis sigmoidalis* Ziegler, *Neopolygnathus communis* (Branson et Mehl), *Polygnathus inornatus* Branson et Mehl, *Pseudopolygnathus dentilineatus* Branson, *Ps. primus* Branson et Mehl, *Pelekysgnathus* sp. nov., *Bispathodus aculeatus aculeatus* (Branson et Mehl), *B. spinulicostatus* (Branson), *B. stabilis* (Branson et Mehl), *Branmehla inornata* (Branson et Mehl).

Нижняя часть гумеровского горизонта (слои 20а и 20б разреза Зиган и слой 6б — Сиказа) с миоспорами, характерными для верхней части палинозоны *R. lepidophyta* — *H. explanatus* (LE₂) Припятской впадины или зоны LE Западной Европы содержит конодонты *Siphonodella praesulcata* Sandberg, *Palmatolepis gracilis sigmoidalis* Ziegler, *Neopolygnathus communis* (Branson et Mehl), *Polygnathus inornatus* Branson et Mehl, *Pol. symmetricus* Branson, *Pseudopolygnathus* cf. *conili* Bouckaert et Groessens, *Pelekysgnathus* sp., *Bispathodus aculeatus aculeatus* (Branson et Mehl), *Branmehla inornata* (Branson et Mehl), *Drepanodina cornuta* Kononova, *Dr. angulata* Kononova.

Средняя часть гумеровского горизонта с миоспорами подзоны *pusillites-lepidophyta-explanatus* (PLE) зоны *V. pusillites* охарактеризована конодонтами подзоны Early *Siphonodella sulcata* (слои 20в — верхи и 20г разреза Зиган) — *Siphonodella praesulcata* Sandberg, *S. sulcata* (Huddle) m1, *Neopolygnathus communis* (Branson et Mehl). В разрезе Сиказа (слой 6в) встречены *Palmatolepis gracilis sigmoidalis* Ziegler, *Polygnathus inornatus* Branson et Mehl, *Pol. symmetricus* Branson, *Pseudopolygnathus dentilineatus* Branson, *Pelekysgnathus crassus* Paz. sp. nov.

Devonian and Carboniferous boundary beds
in the Sikaza section

LYTVIAN	Quasiendothyra kobetusana	Q. konensis glomiformis	Ps. trigonicus	4	5,0	∴	▲	∴
				5	3,6	∴	▲	○
GUMERO- VIAN	remnant Quasi- endothya	S. praesulcata	S. sulcata	6	1,8	∴	▲	○
				6б-в	0,5	∴	∴	∴
MALEV- KIAN	Earlandia minima	S. duplicata	S. sulcata	7	2,0	∴	∴	∴
				8	0,9	∴	▲	∴



1 - Ziganian beds

Рис. 5. Отложения гумеровского горизонта в разрезе Сиказа, вскрытые в канаве

Верхняя часть гумеровского горизонта (слои 20д—е разреза Зиган) с миоспорами PM, характерными для верхней части калиновского и малевского горизонтов и остракодами зоны *Ps. tuberculifera* — *Cr. primaries* — *Cor. alba*, содержит единичные конодонты — *Siphonodella praesulcata* Sandberg, *Neopolygnathus communis* (Branson et Mehl). Представительный комплекс конодонтов, предположительно с этого же уровня, установлен в разрезе Сиказа (слой 6г) — *Siphonodella praesulcata* Sandberg, *S. sulcata* (Huddle) m1, *Palmatolepis gracilis gracilis* Branson et Mehl, *P. gracilis sigmoidalis* Ziegler, *Polygnathus inornatus* Branson et Mehl, *Pol. symmetricus* Branson, *Pol. znepolensis* Spasov, *Pseudopolygnathus conili* Bouckaert et Groessens, *Ps. dentilineatus* Branson, *Ps. nodomarginatus* (Branson), *Bispathodus aculeatus aculeatus* (Branson et Mehl), *B. aculeatus anteposicornis* (Scott), *B. spinulicostatus* (Branson), *B. stabilis* (Branson et Mehl), *Branmehla inornata* (Branson et Mehl), *Drepanodina cornuta* Кононова. В этом же слое встречен комплекс фораминифер, соответствующий слоям с доживающими квазиэндотиридами. Комплекс фораминифер гумеровского горизонта разреза Зиган очень специфичен. Его составляют лишь зарландии, иногда довольно многочисленные.

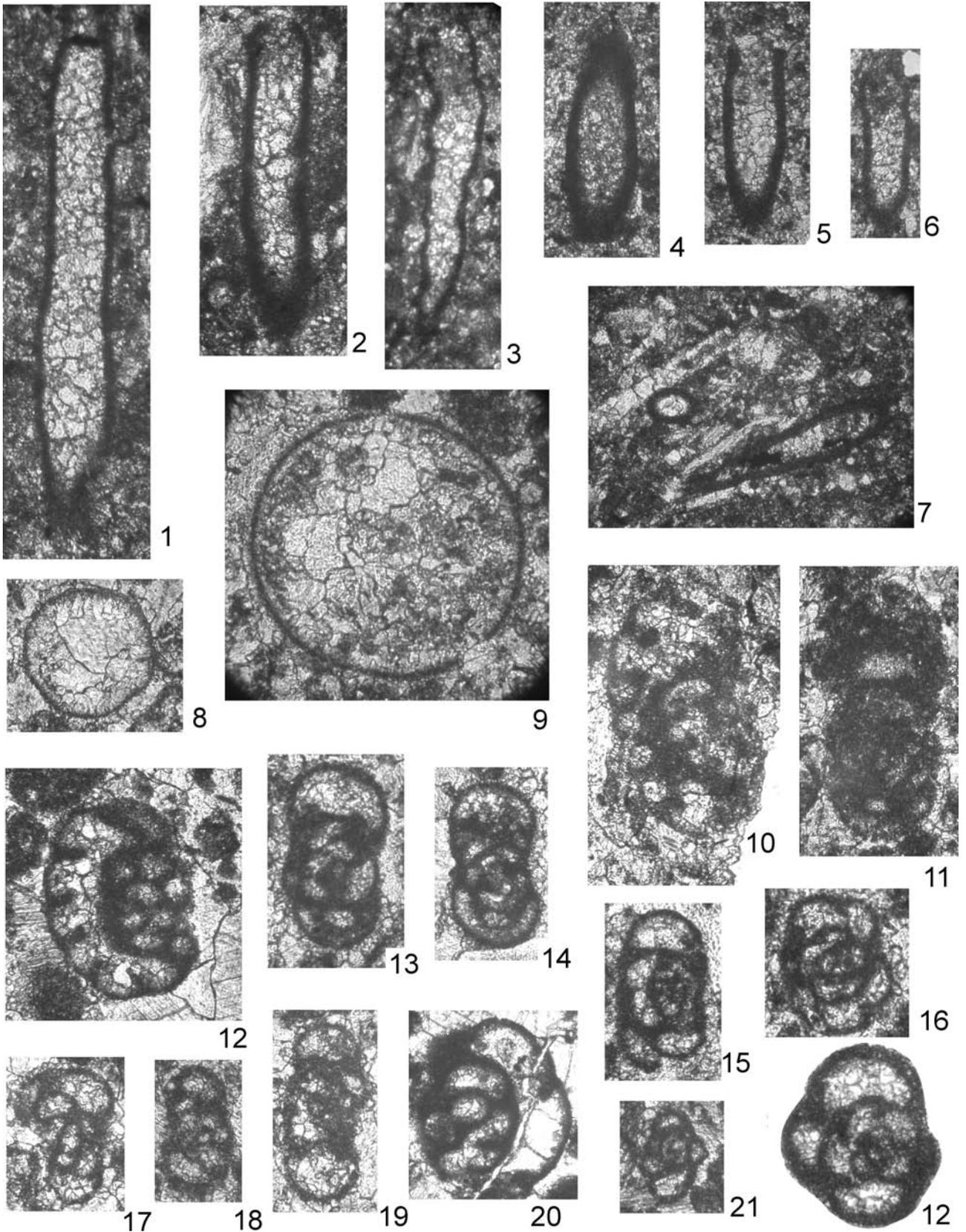
Нижняя часть малевского горизонта со спорами зоны *T. malevkensis* (M) соответствует подзоне Late *Siphonodella sulcata*. В разрезах Зиган, Сиказа и Усуйли определены — *Siphonodella sulcata* Huddle m2, *Neopolygnathus communis* (Branson et Mehl), *Polygnathus purus purus* Voges, *Pol. vogesi* Ziegler, *Pseudopolygnathus* aff. *nodomarginatus* Branson, *Ps. primus* Branson et Mehl, *Bispathodus aculeatus anteposicornis* (Scott), *B. stabilis* (Branson et Mehl).

Фораминиферовые зоны в разрезах Зиган и Сиказа выделены Е.А. Рейтлингер (Кочеткова и др., 1980, 1985, 1988 б). Отложения лытвинского горизонта (абиюсканские слои) разделены на подзоны *Q. konensis glomiformis*, *Q. kobeitusana* — *Q. konensis* и *Q. dentata* зоны *Q. kobeitusana* s.l. Вторая подзона предположительно может захватывать и зиганские слои. Верхняя подзона зоны *Q. kobeitusana* s.l. — доживающие *Quasiendothyra*, охватывает зиганские слои и гумеровский горизонт. В разрезе Зиган в гумеровском горизонте выделяются слои с *Earlandia elegans*. В разрезе Сиказа в гумеровском горизонте встречаются в довольно большом количестве мелкие *Quasiendothyra* ex gr. *communis*, *Septaglomospiranella* spp. Таким образом, подзона доживающие *Quasiendothyra* охватывают кровлю фаменского — низы турнейского яруса (зиганский и гумеровский горизонты) и соответствуют зоне *Tournayellina pseudobeata* общей шкалы России, которая первоначально установлена в Мугоджарах как слои с *Tournayellina*. Разным фаціальным типам отложений сопутствуют различные комплексы фораминифер, плохо сопоставимые друг с другом, граница между девонской и каменноугольной системами проходит внутри фораминиферовой зоны.

Выводы

1. В изученных разрезах гумеровский горизонт имеет трехчленное деление. Нижняя часть горизонта (слои 20а и 20б разреза Зиган и слои 6б разреза Сиказа) содержит девонские конодонты зоны *S. praesulcata* и девонские миоспоры палинозоны LE₂; средняя часть — (слои 20в—г разреза Зиган и слой 6в разреза Сиказа) охарактеризована каменноугольными миоспорами PLE. Конодонты в этом интервале редки и представлены в низах сл. 20в Зигана *S. praesulcata*, в верхней части

Plate 1. Foraminifers from Gumerovian (No 1–21) and Upian (No 22) of the sections Zigan (No 1–7) and Sikaza (No 8–22), ×85:
1, 2, 4–6. *Earlandia elegans* (Rausser-Chernousova et Reitlinger, 1940), longitudinal section. 1 — specimen No 123/227, Sample 65 (2); 2 — specimen No 123/228, Sample 65 (2); 4 — specimen No 123/229, Sample 112 (3), 5 — specimen No 123/333, Sample 112 (1), 6 — specimen No 123/230, all from Zigan, Sample 111 (1). **3.** *Earlandia* aff. *aljutovica* Reitlinger, 1950. Specimen No 123/231, Zigan, Sample 111 (3). **7.** Bioclastic wackestones with *Earlandia elegans* (Rausser-Chernousova et Reitlinger, 1940). Sample 111 (2). **8.** *Bisphaera minima* Lipina, 1955, ×90. Specimen No 123/232, Sikaza, Sample 6r/4 (2). **9.** *Bisphaera malevkensis* Birina, 1948, ×90. Specimen No 123/233, Sample 6r/4(2). **10, 11.** *Quasiendothyra regularis* Lipina, 1955, ×90. 10 — oblique section, specimen No 123/234, 11 — specimen No 123/235, Sample 6r/4 (5,2). **12–14.** *Quasiendothyra communis* (Rausser-Chernousova, 1948), 12 — oblique section, ×90, specimen No 123/236, 13 — specimen No 123/237, 14 — specimen No 123/238, all from Sikaza, Sample 6r/4 (1,5,3). **15.** *Septaglomospiranella* sp., oblique section, ×90. Specimen No 123/239, Sample 6r/4 (1). **16.** *Septatourayella lata* Reitlinger et Kulagina, 1987, ×90. Specimen No 123/240, Sample 6r/4 (2). **17–19.** *Septaglomospiranella* ex gr. *grozdilovae* Pojarkov, 1961, ×90. 17 — specimen No 123/241, 18 — specimen No 123/242, 19 — slightly oblique section, specimen No 123/243, Sample 6r/4 (5,2,2). **20.** *Endothyra (Laxoendothyra)* ex gr. *parakosvensis* Lipina, 1955, ×70. Specimen No 123/244, Sample 6r/4 (1). **21.** *Glomospiranella* sp., ×90. Specimen No 123/245, Sample 6r/4 (4). **22.** *Chernyshinella (Endochernyshinella) gelida plicata* Durkina, 1997, ×70. Specimen No 592/2A, Sikaza, Sample 256



слоя 20 в и в слое 20 г встречены примитивные *S. sulcata*, а в разрезе Сиказа в этой части разреза установлены *S. praesulcata*.

Верхняя часть горизонта (слои 20г—е разреза Зиган) обоснована миоспорами РМ. В разрезе Сиказа конодонты в слое 6г многочисленны и содержат комплекс подзоны Early *S. sulcata*. При многократном опробовании разрезов пограничных отложений на конодонты найти вид *S. sulcata* ниже существующих местонахождений не удалось. В дальнейшем следует сосредоточить поиски на среднюю часть горизонта как в стратотипе, так и в других полных разрезах.

2. В эволюции конодонтов гумеровское время является переходным. В развитии важнейшего для стратификации нижней и средней частей турнейского яруса рода *Siphonodella* переход от *S. praesulcata* к *S. sulcata* выражен в увеличении асимметрии платформы и изогнутости осевого гребня, а позднее в инвертированности псевдокиля, уменьшении длины свободного листа и в сужении желобков. В малевское время скульптура *S. sulcata* становится значительно более тонкой, а свободный лист — коротким. Определяющим для конодонтов гумеровского горизонта является присутствие последних представителей девонских *Palmatolepis* и *Pelekysgnathus* [Пазухин, 2008б], нахождение которых в отложениях малевского горизонта в первичном захоронении не отмечается.

3. В гумеровском горизонте и пограничных отложениях разреза Сиказа изотопный состав глинистых пород углерода $\delta^{13}\text{C}$ (от 2,7 до 2,95), а кислорода $\delta^{18}\text{O}$ (от 27,45 до 27,7‰) и карбонатных пород соответственно — $\delta^{13}\text{C}$ (от 1,2 до 3,1‰) и $\delta^{18}\text{O}$ (от 26,3 до 28,2‰).

Изотопно-геохимические и литологические характеристики глинистых и карбонатных пород позволяют предположить, что их образование происходило в близких палеогеографических обстановках и аналогичных условиях седиментации, вероятно, мелководных, опресненных и тепловодных [Седаева и др., 2008].

Литература

- Кононова Л.И. Комплексы конодонтов из верхнефаменских и нижнекаменноугольных отложений разреза р. Сиказы (Южный Урал) // Бюл. МОИП. Отд. геол. 1969. Т. 24. Вып. 1. С. 121–138.
- Кононова Л.И. Конодонты верхнефранских, фаменских и нижнетурнейских отложений разреза р. Сиказы (Южный Урал) // Корреляция фаменских и турнейских отложений СССР и Франско-Бельгийского бассейна по конодонтам. Брюссель, 1979. № 161. С. 71–86.
- Кононова Л.И., Липина О.А. Соотношение зональных схем верхнего фамена и нижнего турне по фораминиферам и конодонтам на западном склоне Южного Урала // Вопросы микропалеонтологии. Вып. 14. М.: Наука, 1971. С. 39–69.
- Кочеткова Н.М., Пазухин В.Н., Рейтлингер Е.А., Сеницына З.А. Опорные разрезы пограничных отложений девона и карбона Южного Урала // Биостратиграфия пограничных отложений девона и карбона: Препринт. Магадан: Изд-во СВКНИИ ДВНЦ АН СССР, 1985. Вып. 6. 66 с.
- Кочеткова Н.М., Рейтлингер Е.А., Пазухин В.Н. Биостратиграфия пограничных отложений девона и карбона западного склона Южного Урала // Биостратиграфия пограничных отложений девона и карбона: Препринт. Магадан: Изд-во СВКНИИ ДВНЦ АН СССР, 1980. 54 с.
- Кочеткова Н.М., Рейтлингер Е.А., Пазухин В.Н., Авхимович В.И. О нижней границе карбона на Южном Урале (гумеровский горизонт) // Вопросы геологии и геоморфологии Южного Урала и Приуралья. Уфа: БНЦ УрО АН СССР, 1988 а. С. 34–40.
- Кочеткова Н.М., Рейтлингер Е.А., Пазухин В.Н., Авхимович В.И. Граница девона и карбона на Южном Урале // Граница девона и карбона на территории СССР. Минск: Наука и Техника, 1988 б. С. 157–166.
- Крестовников В.Н., Карпышев В.С. Фауна и стратиграфия слоев Etroungt р. Зиган (Южный Урал) // Труды / Ин-т геол. наук, 1948. Геол.сер. № 21. Вып. 66. С. 29–66.
- Кулагина Е.И., Сеницына З.А. Распространение фораминифер в турнейских отложениях западного склона Южного Урала // Зональные подразделения карбона Общей стратиграфической шкалы России: Мат-лы / Всерос. совещ., 29–31 мая 2000 г. Уфа: Гилем, 2000. С. 56–59.
- Наливкин Д.В. Турнейский ярус Стерлитамакского района // Палеонтология и стратиграфия. Л.: ВСЕГЕИ. 1945. Сб. 4. С. 11–23.
- Пазухин В.Н. Биостратиграфия турнейских и визейских отложений разреза «Сиказа» по конодонтам // Биостратиграфия и литология палеозоя Южного и Среднего Урала. Уфа: БФАН СССР, 1985. С. 36–43.
- Пазухин В.Н. Конодонтовая зональность пограничных отложений девона и карбона Урала // Граница девона и карбона на территории СССР: Мат-лы / Всесоюз. совещ. (Минск, апрель 1986 г.). Минск, 1986. С. 167–169.

- Пазухин В.Н.** Гумеровский горизонт нижнего карбона Урала и востока Русской платформы // Геобиосферные события и история органического мира: Тез. докл. / 54 сес. Палеонтологического общества при РАН (7–11 апреля 2008 г., Санкт-Петербург). СПб., 2008 а. С. 128–130.
- Пазухин В.Н.** Филогения конодонтов рода *Siphonodella* // Новости палеонтологии и стратиграфии. Вып. 10–11: Приложение к журналу «Геология и геофизика». Т. 49. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2008 б. С. 41–44.
- Решение** Межведомственного регионального стратиграфического совещания по среднему и верхнему палеозою Русской платформы с региональными, стратиграфическими схемами. Ленинград, 1988 г. Каменноугольная система / *Ред. А.Х. Кагарманов, Л.М. Донакова*. Л.: Изд-во ВСЕГЕИ, 1990. 41 с.
- Седаева К.М., Кулешов В.Н., Горожанина Е.Н., Горожанин В.М., Виноградов В.М., Пазухин В.Н.** Хангенбергское глобальное геологическое событие и его отражение в литологии и изотопном составе ($\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{18}\text{O}$) разреза р. Сиказы (Башкортостан Ю. Урал) // Био- и литостратиграфические рубежи в истории Земли: Труды / Междунар. науч. конф. Тюмень: ТюмГНГУ, 2008. С. 250–255.
- Синицына З.А.** Разрез нижнего карбона по р. Сиказа // Путеводитель экскурсии по разрезам карбона Южного Урала (Башкирия). М.: Наука. 1975. С. 32–46.
- Синицына З.А., Синицын И.И., Кочеткова Н.М.** Разрез нижнего карбона по р. Сиказа // Путеводитель экскурсии 047 27 Международного геологического конгресса. Южный Урал / *Под ред. О.Л. Эйнора*. М.: Наука, 1984. С. 25–35.
- Синицына З.А., Пазухин В.Н., Кулагина Е.И. и др.** Разрез Сиказа // Путеводитель геологической экскурсии по разрезам палеозоя и верхнего докембрия западного склона Южного Урала и Приуралья. Уфа, 1995. С. 57–93.
- Стратиграфические** схемы Урала (докембрий, палеозой). Екатеринбург, 1993. 151 л. схем.
- Султанаев А.А.** Опорные разрезы турнейского яруса Южного Урала — Усуили, Рязяк, Зиган // Опорные разрезы и фауна турнейского яруса на Южном Урале. Л., 1973. С. 8–63 (Труды / ВНИГРИ; Вып. 346).
- Чижова В.А.** Проблемы стратиграфии турнейского яруса карбона Русской платформы // Проблемы разработки нефтяных месторождений: Сб. научн. тр. / *Под ред. А.Х. Шахвердиева и С.А. Жданова*. М., 2000. Вып. 124. С. 48–55.
- Чижова В.А.** О методах и результатах изучения нефтегазоносных рифогенных и клиноформных образований Камско-Кинельской системы впадин // Повышение эффективности извлечения нефти из пластов. М., 2002. С. 51–99 (Труды / ВНИИнефть; Вып. 128).
- Чижова В.А.** Биостратиграфическая модель фаменских отложений Тимано-Печорской и Волго-Уральской нефтегазоносных провинций // Повышение эффективности извлечения нефти из пластов. М., 2004. С. 161–198 (Труды / ВНИИнефть; Вып. 130).
- Чижова В.А., Сташкова Э.К.** Биостратиграфическая модель турнейского яруса карбона Волго-Уральской нефтегазоносной провинции // Совершенствование разработки нефтяных месторождений. М., 2004. С. 75–93.
- Conil R., Groessens E., Laloux M., Poty E., Tournear F.** Carboniferous Guide Foraminifera, corals and conodonts in the Franco-Belgian and Campin basins: their potential for widespread correlation // *P.L. Brenckle, W.L. Manger (eds.) Intercontinental Correlation and Division of the Carboniferous System. Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg*, 130. Frankfurt a. M., 1991. P. 15–30.
- Kaiser S.I.** The Devonian/Carboniferous boundary stratotype section (La Serre, Franse) revisited // Newsletter on stratigraphy. 2009. Vol. 43/2, P. 195–205.
- Kaiser S.I., Becker R.T.** The required revision of the Devonian-Carboniferous boundary // 16 International Congress on Carboniferous and Permian: Abstracts. June 21–24. Nanjing, China, 2007. P. 95.
- Kulagina E.I., Gibshman N.B., Pazukhin V. N.** Foraminiferal zonal standard for Lower Carboniferous of Russia and its correlation with conodont zonation // *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*. 2003. V. 109. No 2. P. 173–185.
- Paproth E., Feist R., Flajs G.** Decision on the Devonian-Carboniferous boundary stratotype // Episodes. 1991. Vol. 14, No 4. P. 331–336.