

DOI: [https://doi.org/10.17353/2070-5379/37\\_2019](https://doi.org/10.17353/2070-5379/37_2019)

УДК 551.735.1(470.13)

**Журавлев А.В., Вевель Я.А., Плотицын А.Н., Ерофеевский А.В., Лукин В.Ю.**

Институт геологии им. академика Н.П. Юшкина Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук Федерального исследовательского центра «Коми научный центр Уральского отделения Российской академии наук» (ИГ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН), Сыктывкар, Россия, [micropalaeontology@gmail.com](mailto:micropalaeontology@gmail.com)

## **ПОЗДНЕТУРНЕЙСКИЕ МЕЛКОВОДНЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ ВОСТОКА ТИМАНО-ПЕЧОРСКОЙ ПРОВИНЦИИ (Р. КОЖВА)**

*При изучении мелководно-морских отложений верхней части турнейского яруса каменноугольной системы в пределах востока Тимано-Печорской провинции использован комплекс биостратиграфического (по фораминиферам, конодонтам и брахиоподам) и изотопно-геохимического методов. Для этого стратиграфического интервала в мелководных фациях характерны бедные комплексы конодонтов, включающие *Siphonodella obsoleta* Hass и *S.cooperi* Hass. Фораминиферовые комплексы отличаются крайней неоднородностью. В отдельных разрезах они содержат многочисленные характерные формы (разрез на р. Кожва), а в других – только таксоны широкого стратиграфического распространения. В верхнем турне присутствует отчетливая положительная изотопная аномалия по карбонатному углероду, представляющая собой надежный изотопно-стратиграфический репер глобального распространения.*

**Ключевые слова:** мелководные фации, биостратиграфический метод, изотопно-стратиграфический репер, каменноугольная система, турнейский ярус, Тимано-Печорская провинция.

### **Введение**

Мелководно-морские отложения верхней части турнейского яруса каменноугольной системы в пределах востока Тимано-Печорской провинции вскрыты преимущественно скважинами с поинтервальным отбором керна [Никонов и др., 2000]. Представительные естественные выходы известны лишь на севере Вашуткино-Талотинской зоны надвигов (р. Талота) [Еременко и др., 2009], Воркутинском поднятии (р. Большая Уса), юге гряды Чернышева (р. Изъяю) [Журавлев, Вевель, 2018], а также в пределах южной части Печора-Кожвинского мегавала (бассейн р. Кожва) [Чернов, 1960]. Характеристика этих разрезов обычно крайне скудна, что в первую очередь связано с относительной бедностью и индифферентностью фаунистических ассоциаций. При этом рассматриваемый стратиграфический интервал в мелководных фациях недостаточно охарактеризован как с палеонтологической, так и с литологической точки зрения. Создание надежной стратиграфической основы для верхнего турне возможно лишь на базе изучения ключевых разрезов и их сопоставления с охарактеризованными керном интервалами скважин. Предыдущими исследованиями показана перспективность применения комплекса биостратиграфического и изотопно-геохимического методов для корреляции верхнего турне

в мелководных фациях [Журавлев, Вевель, 2018].

Изучение разреза карбонатного верхнего турне на р. Кожва (южная часть Печоро-Кожвинского мегавала) позволило уточнить его литологическую, биостратиграфическую и изотопно-геохимическую характеристики. При этом детальные данные об этом разрезе в литературе отсутствуют. Среди прочих выходов нижнего карбона он отмечен Г.А. Черновым (обн. 2) и отнесен им к кизеловскому горизонту по комплексу макрофауны и фораминифер. Однако, в тексте приведен лишь общий список фораминифер для скважин и двух разрезов – Б. Кожва и р. Каменка (с сохранением ранее принятой синонимии - *Endothyra inflata* Lip., *E. latispiralis* Lip., *E. tenuiseptata* Lip., *E. beata* Mal., *E. paraukrainika* Lip., *E. septima* Mal., *E. costifera* Lip., *E. inopinata* Schlyk., *E. minuta* Lip., *E. subrotunda* Mal., *E. kosvensis* Lip., *Chernyshinella glomiformis* Lip., *Spiroplectamina tchernyshinensis* Lip., *Sp. mirabilis* Lip. и др.) без указания его распространения по разрезам [Чернов, 1960]. В списке Г.А. Чернова приведен зональный вид *E. costifera* Lip. кизеловского горизонта [Чернов, 1960], в современной систематике - *Spinoendothyra costifera* (Lipina), по данным авторов не найден. Послойное описание, материалы по конодонтам и изотопному составу карбонатов приводятся для данного разреза впервые.

### Материал и методы

Материал для настоящего исследования получен авторами в процессе тематических полевых исследований верхнедевонско-нижнекаменноугольной части разреза в бассейне р. Кожва (Печоро-Кожвинский мегавал), которые проводились в составе геологического отряда ИГ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН в 2018 г.

Конодонтовые элементы из верхнетурнейских карбонатных отложений получены путем химической дезинтеграции пород по стандартной методике (в 7-10% растворе уксусной кислоты) [Иванов, 1990] с последующим извлечением микропалеонтологических объектов из нерастворимого остатка под бинокулярным микроскопом. Фотографирование конодонтовых элементов производилось при помощи растрового (сканирующего) электронного микроскопа VEGA3 TESCAN (ИГ Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар). Всего химической дезинтеграции подвергнуто 37 проб (средний вес пробы 1-1,5 кг), из которых только 8 оказались продуктивными на конодонтовые элементы. Фораминиферы изучались в стандартных литологических шлифах при помощи тринокулярного микроскопа ОРТИТЕСН XSP-128-301 и цифровой камеры LuckyZoom 5MP USB CMOS.

Измерение изотопного состава углерода и кислорода производилось по валовым пробам известняка, которые извлекались из образцов стальным микробуром при визуальном контроле под бинокулярным микроскопом. По возможности отбирался микритовый цемент. Определение изотопного состава осуществлялось в ЦКП «Геонаука» (ИГ ФИЦ Коми НЦ

УрО РАН, Сыктывкар) на масс-спектрометре DELTA V Advantage, изотопные соотношения вычислялись относительно стандарта PDB для углерода и SMOW для кислорода. Ошибка определения составляла менее 0,05‰.

### Литолого-палеонтологическая характеристика

Исследуемые в рамках настоящей работы позднетурнейские мелководные отложения вскрываются в обнажении KV3. Обнажение расположено на правом берегу р. Кожва, примерно в 3,9 км выше по течению от устья р. Ыджид-Каменка (координаты обнажения - 65°5'49.35"С.Ш.; 56°41'47.98"В.Д.) (рис. 1).

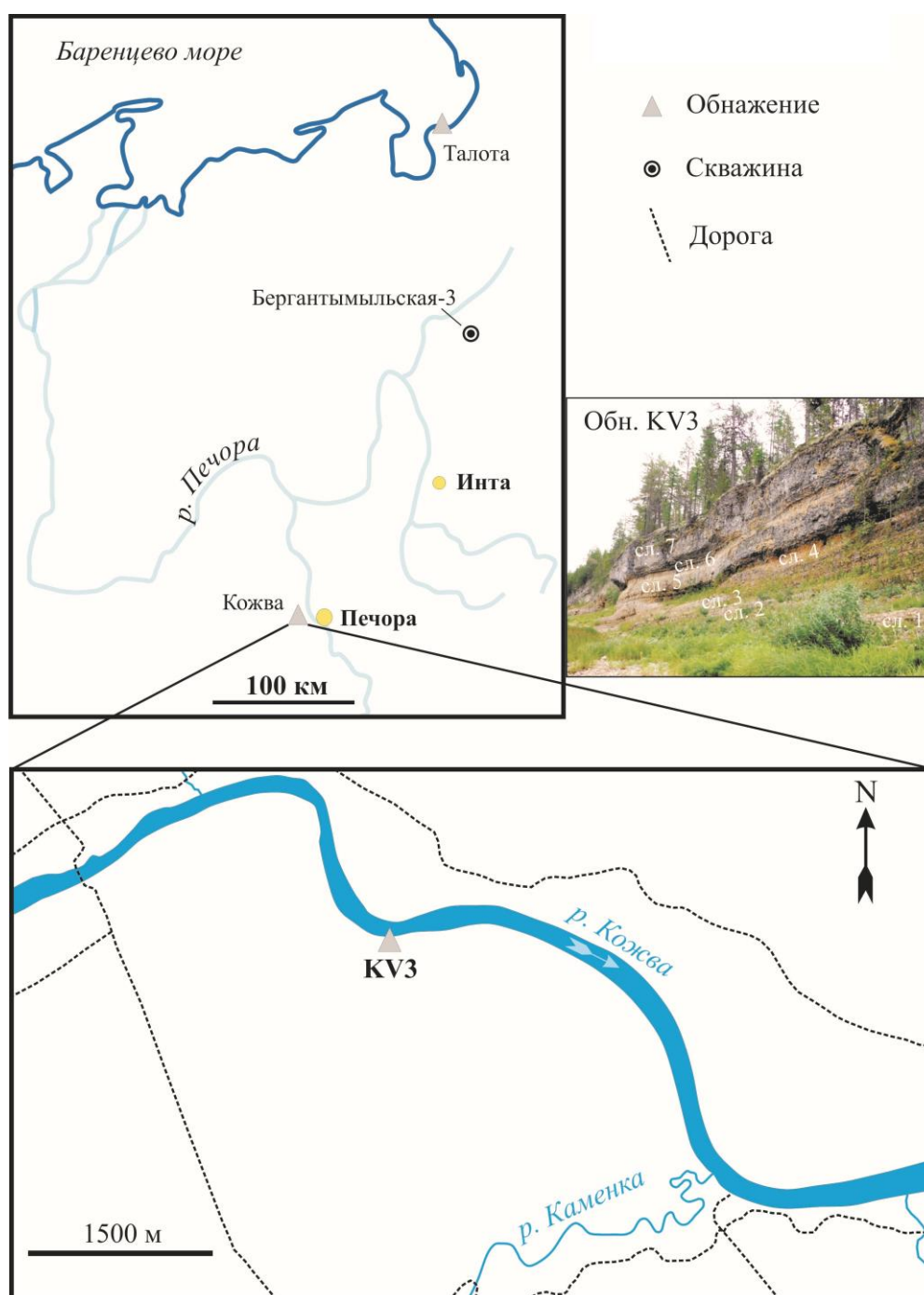


Рис. 1. Схемы расположения изученных разрезов и фотопанорама обн. KV3 (р. Кожва)

В скальном борту долины р. Кожва снизу вверх по разрезу вскрываются следующие слои (рис. 2):

1. Известняки светло-серые, коричневатые, слабо глинистые неотчетливо пологоволнистослойчатые до массивных, формирующие циклиты (0,15-0,4 м) от тонко-мелкодетритовых (вакстоуны) до мелкодетритовых (пакстоуны). Границы циклитов ровные до бугристых. В нижней и средней частях циклитов присутствуют ветвистые колонии *Syringopora* в близком к прижизненному положению, одиночные ругозы, а также рассеянная микровкрапленность сульфидов; в средней и верхней частях циклитов найдены мелкие раковины, створки и обломки створок брахиопод, гастроподы, одиночные ругозы, монаксонные и триаксонные спикулы, остракоды, известковые водоросли. Органические остатки часто окремнены. В кровле слоя отмечены многочисленные ихнофоссилии *Zoophycos*. По всему слою отмечаются в различной степени оформленные кремнисто-карбонатные конкреции серого до темно-серого цвета, различной формы. Бугристый контакт. Видимая мощность – 1,4 м. В слое обнаружены конодонты *Lagovina* sp. и *Polygnathus communis communis* Branson et Mehl 1934, а также многочисленные фораминиферы *Parathuramminites* sp., *Earlandia elegans* (Rauzer-Chernousova et Reitlinger, 1937), *Glomospiranella* sp., *Septabrunsiina kingirica* (Reitlinger, 1961), *S. minuta* (Lipina, 1948), *Rectoseptaglomospiranella asiatica* Reitlinger, 1961, *Palaeospiroplectammina* sp., *Chernyshinella triangula* (Lipina, 1965), *Ch. glomiformis* (Lipina, 1948), *Rectochernyshinella mirabilis* (Lipina, 1948), *Granuliferella rjausakensis* (N.Tchernysheva, 1940), *Inflatoendothyra* sp. Кроме того, отмечены единичные водоросли *Kamaena* sp. и *Girvanella* sp.

2. Известняки светло-серые, коричневатые неотчетливо пологоволнистослойчатые до массивных, формирующие циклиты (мощностью 0,1-0,4 м) от тонко-мелкодетритовых (пак- и флаутстоуны) до средне-мелкодетритовых (грейнстоуны). Вверх по слою мощность циклитов и размер детрита в них снижается – в верхней части слоя размер детрита в циклитах изменяется от тонкого до мелко-тонкого. Присутствуют створки крупных брахиопод, одиночные ругозы, гастроподы, ветвистые колонии *Syringopora conferta* (Keyzerling, 1846) в близком к прижизненному положению. Крупные (до 0,3 м в поперечнике) кремнисто-карбонатные конкреции серого до темно-серого цвета. Мощность слоя - 1,9 м. В 0,4 м от подошвы в нижней части циклита найдены конодонты *Siphonodella obsoleta* Hass 1959. В нижней части слоя отмечены фораминиферы *Visinesphaera* sp., *Glomospiranella* sp., *Septabrunsiina kingirica* (Reitlinger, 1961), *Chernyshinella glomiformis* (Lipina, 1948), *Rectochernyshinella mirabilis* (Lipina, 1948), *R. aff. R. bifida* Ganelina, 1966, *Palaeospiroplectammina tchernyshinensis* (Lipina, 1948).

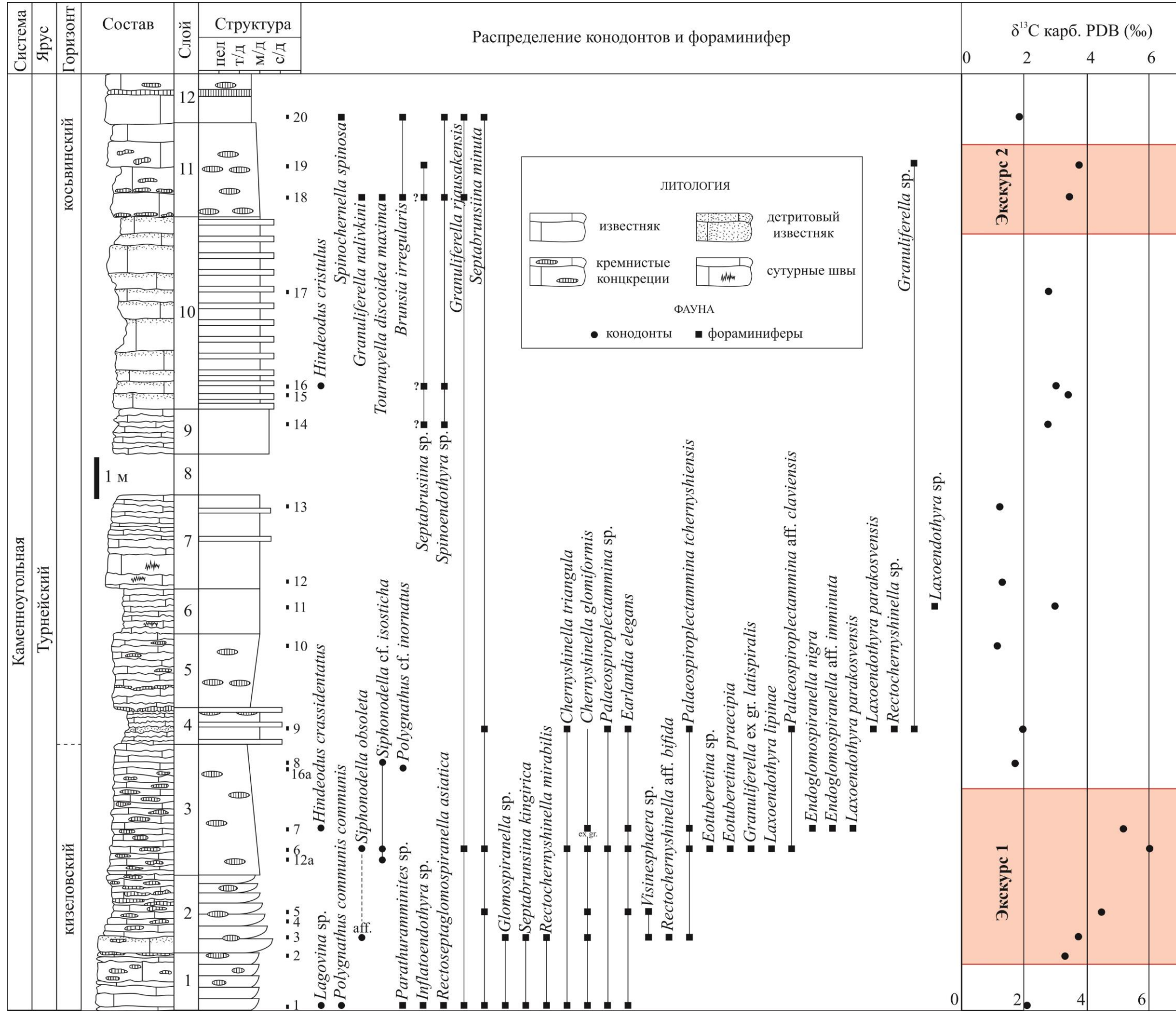


Рис. 2. Разрез верхнего турне на р. Кожва (обнажение KV3)

В верхней части слоя комплекс фораминифер включает *Visinesphaera* sp., *Earlandia elegans* (Rauzer-Chernousova et Reitlinger, 1937), *Septabrunsiina minuta* (Lipina, 1948) с формами: f. *brunsiinoides*, f. *ournayelloides*, *Chernyshinella glomiformis* (Lipina, 1948) f. *minima*, *Ch. glomiformis* (Lipina, 1948).

3. Известняки светло-серые мелкодетритовые с рассеянным средним детритом, намечающим неотчетливую пологоволнистую слоистость (пакстоуны). Вверх по слою размер детрита снижается до мелко-тонкого (пак-вакстоуны). Линзовидно-рассеянное распределение брахиопод, одиночных ругоз, гастропод и остракод. Редкие ветвистые колонии *Syringopora*. Крупные кремнисто-карбонатные конкреции (до 0,3 м в поперечнике) серого до темно-серого цвета. Тонкая рассеянная микровкрапленность сульфидов. Волнистый контакт. Мощность слоя - 3,2 м. В 0,6 м от подошвы найдены конодонты *Siphonodella* sp., *S. cf. isosticha* (Cooper 1939) и *Hindeodus crassidentatus* (Branson et Mehl 1934), а в верхней части слоя – *Polygnathus inornatus* E. Branson 1934. Фораминиферы представлены *Eotubertina* sp., *Eot. praecipia* Tchuvashov, 1965, *Earlandia elegans* (Rauzer-Chernousova et Reitlinger, 1937), *Endoglomospiranella nigra* (Conil et Lys, 1964), *Endogl. aff. Enogl. imminuta* (Conil et Lys, 1964), *Septabrunsiina minuta* (Lipina, 1948) f. *brunsiinoides*, *Chernyshinella triangula* (Lipina, 1965), *Ch. glomiformis* (Lipina, 1948), *Ch. ex gr. Ch. glomiformis* (Lipina, 1948), *Palaeospiroplectamina* sp., *Pal. tchernyshinensis* (Lipina, 1948), *Pal. aff. Pal. claviensis* Conil et Lipina, 1970, *Pal. cf. Pal. claviensis* Conil et Lipina, 1970, *Granuliferella rjauskensis* (N.Tchernysheva, 1940), *Gr. ex gr. Gr. latispiralis* (Lipina, 1955), *Laxoendothyra lipinae* (Voitsekhovskaya, 1961) и *L. parakosvensis* (Lipina, 1955). В верхней половине слоя определены брахиоподы *Scutepustula scutelata* (Balashova 1955), *Stegacanthia* aff. *S. bowsheri* Muir-Wood et Cooper 1960, *Eomartiniopsis elongata* (Sokolskaja 1941) и *Acanthoplecta* sp.

4. Известняки светло-серые мелкодетритовые (пак-грейнстоуны) массивные, до неотчетливо волнистолинзовиднослойчатых (линзы с грубым детритом). Рассеянная микровкрапленность сульфидов. В подошве линзовидный грубодетритовый прослой с брахиоподами и криноидеями. Линзовидно-рассеянное распределение брахиопод, крупных одиночных ругоз, гастропод. В прикровельной части слоя отмечается горизонт кремнистых конкреций с перевернутыми колониями *Syringopora*. Мощность слоя - 0,9 м. Обнаружены не диагностируемые обломки конодонтовых элементов, фораминиферы - *Earlandia elegans* (Rauzer-Chernousova et Reitlinger, 1937), *Septabrunsiina minuta* (Lipina, 1948) f. *brunsiinoides*, *Chernyshinella triangula* (Lipina, 1965), *Ch. glomiformis* (Lipina, 1948) f. *minima*, *Ch. ex gr. Ch. glomiformis* (Lipina, 1948), *Endochernyshinella gelida* (Durkina, 1959); *Palaeospiroplectamina* sp., *Pal. tchernyshinensis* (Lipina, 1948), *Pal. aff. Pal. tchernyshinensis*

(Lipina, 1948), *Pal. aff. Pal. claviensis* Conil et Lipina, 1970, *Rectochernyshinella* sp., *Granuliferella* sp., а также единичные зеленые водоросли *Kamaena* sp.

5. Известняки светло-серые от тонко-мелкодетритовых в нижней части до мелкодетритовых в верхней (пак-грейнстоуны), неотчетливо волнистослойчатые. Рассеянная микровкрапленность сульфидов. Одиночные ругозы, брахиоподы и ветвистые колонии *Syringopora* в близком к прижизненному положению, остатки известковых водорослей. В 0,5 м от подошвы горизонт кремнисто-карбонатных конкреций. Мощность - 1,8 м. В 1,4 м от подошвы обнаружены не диагностируемые конодонтовые S-элементы.

6. Известняки светло-серые мелкодетритовые (грейнстоуны). Неотчетливая волнистая слойчатость намечена распределением среднего детрита. Присутствует рассеянная микровкрапленность сульфидов. В слое отмечены ветвистые колонии *Syringopora*, одиночные ругозы, брахиоподы, гастроподы. Мощность - 1,1 м. В средней части слоя обнаружены не диагностируемые обломки конодонтовых элементов и фораминиферы *Laxoendothyra* sp.

7. Известняк светло-серый мелкодетритовый (от пак- до грейнстоуна) неотчетливо волнистослойчатый. Присутствует рассеянная вкрапленность сульфидов. Многочисленные колонии *Syringopora*, присутствуют также одиночные ругозы, брахиоподы, гастроподы. Распределение органических остатков и средне-мелкого детрита рассеянно-гнездовидное в нижней части слоя до линзовидно-рассеянного в верхней части слоя. Отмечены сутурные швы. Видимая мощность - 2,3 м.

8. Не обнажено 1 м по мощности.

9. Известняки светло-серые средне-мелкодетритовые (пак-грейнстоуны) массивные, с ветвистыми колониями *Syringopora* в близком к прижизненному положению, брахиоподами, остракодами и гастроподами с высоким завитком. В прикровельной части распределение органических остатков гнездовидно-линзовидное. Видимая мощность - 1,1 м. Обнаружены фораминиферы *Septabrunsiina* ? sp. и *Spinoendothyra* sp.

10. Известняки светло-серые мелкодетритовые (пакстоуны) неотчетливо волнистолинзовиднослойчатые за счет прослоев (3-5 см через 0,3-0,4 м) среднего и мелкого детрита (грейнстоуны) с брахиоподами и одиночными ругозами. Рассеянная микровкрапленность сульфидов. Рассеянное распределение брахиопод, гастропод, одиночных ругоз и колоний *Syringopora*. Содержание органических остатков возрастает вверх по слою. Мощность - 4,7 м. В 0,5 м от подошвы найдены конодонты *Hindeodus cristulus* (Youngquist et Miller, 1949). Редкие фораминиферы представлены *Septabrunsiina* sp. и *Spinochernella* sp.

11. Известняки светло-серые мелкодетритовые (пакстоуны) волнистослойчатые за счет

распределения среднего детрита (прослой грейнстоунов). Рассеянно-линзовидное распределение одиночных ругоз и ветвистых колоний *Syringopora* в близком к прижизненному положению. Горизонт кремнисто-карбонатных конкреций темно-серого цвета. Мощность - 2,3 м. Найдены фораминиферы *Brunsia spirillinoides* (Grozdilova et Glebovskaya, 1948), *Tournayella discoidea maxima* Lipina, 1955, *Septabrunsiina* ? sp., *Spinochernella* sp., *Granuliferelloides nalivkini* (Malakhova, 1956), *Granuliferella rjausakensis* (N.Tchernysheva, 1940) и единичные водорослевые сферы *Radiosphaera* sp.

12. Известняки светло-серые, коричневатые тонко-мелкодетритовые с рассеянным средним детритом (пакстоуны), волнистослойчатые. Окременные одиночные ругозы в близком к прижизненному положению. В средней части слоя - кремнисто-карбонатная конкреционная плита мощностью 0,15 м. Видимая мощность слоя - 1,2 м. Обнаружены фораминиферы *Brunsia irregularis* (Moeller, 1880), *Septabrunsiina minuta* (Lipina, 1948), *Granuliferella rjausakensis* (N. Tchernysheva, 1940), *Spinochernella spinosa* (N. Tchernysheva, 1940), *Spinoendothyra* sp., а также единичные зеленые водоросли *Kamaena* sp. и водорослевые сферы *Radiosphaera* sp.

Близкий по возрасту и таксономическому составу комплекс конодонтов отмечен в расположенной в той же фациальной зоне (в 280 км северо-восточнее, см. рис. 1) скв. Бергантымыльская-3 в интервале глубин 3068,0-3076,0 м. Этот интервал представлен в нормальной стратиграфической последовательности следующими слоями:

1. Известняк темно-серый кремнисто-глинистый тонкодетритово-пелитоморфный (пак-вакстоун), в верхней части с линзовидными прослоями тонкого детрита, пологоволнистослойчатый. Рассеянные мелкие одиночные ругозы в верхней части слоя. Встречены конодонты *Siphonodella* cf. *cooperi* Hass 1959 и фораминиферы *Parathuramina* sp., *Archaesphaera minima* Suleimanov, 1945, *Eotuberitina* sp., *Earlandia elegas* (Rauser et Reitlinger, 1937). Мощность по керну - 1,0 м.

2. Известняки серые коричневатые, пелит-тонкодетритовые до пелитоморфных глинистые (вакстоуны), доломитистые, пологоволнистослойчатые с плохо оформленными кремнистыми стяжениями темно-серого цвета. Линзовидно-рассеянное распределение частично выщелоченных брахиопод. Мощность по керну – 0,5 м.

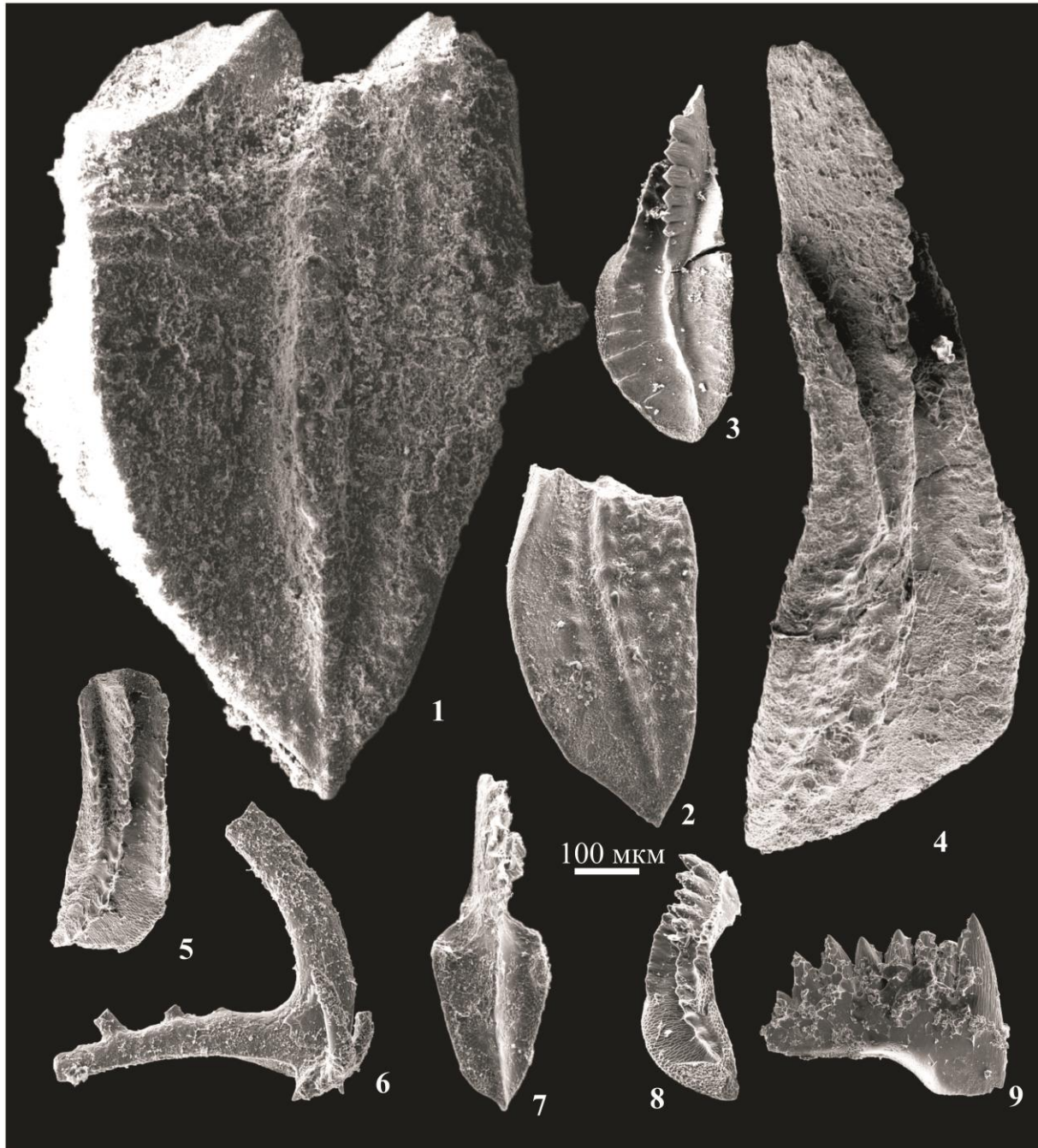
3. Известняки темно-серые пелит-тонкодетритовые глинистые (пакстоуны) неотчетливо пологоволнистослойчатые. Текстура подчеркнута глинистыми примазками темно-серого цвета. Найдены конодонты *Siphonodella* sp. и *S. cooperi* Hass 1959, а также редкие фораминиферы *Earlandia elegas* (Rauser et Reitlinger, 1937). Мощность по керну - 1,0 м.



## Биостратиграфия

## Конодонты

Обнаруженные в разрезе на р. Кожва комплексы конодонтов малочисленны и бедны по таксономическому составу (рис. 3), аналогично другим близкофациальным разрезам Тимано-Печорской провинции.



**Рис. 3. Конодонты из мелководных отложений позднеюрнейского возраста**

1 – *Siphonodella cooperi* Hass, экз. 687/3, скв. Бергантымыльская-3, гл. 3068,3 м; 2 – *Siphonodella obsoleta* Hass, экз. 703/1, р. Кожва, обн. KV3, слой 2; 3 – *Siphonodella ex gr. S. obsoleta* Hass, экз. 687/2, скв. Бергантымыльская-3, гл. 3068,3 м; 4 – *Siphonodella obsoleta* Hass, экз. 703/6, р. Кожва, обн. KV3, слой 3; 5 – *Siphonodella cf. S. isosticha* (Cooper), экз. 703/7, р. Кожва, обн. KV3, слой 3; 6 – *Lagovina* sp., экз. 703/4, р. Кожва, обн. KV3, слой 1; 7 – *Polygnathus communis communis* Branson et Mehl, экз. 703/3, р. Кожва, обн. KV3, слой 1; 8 – *Siphonodella* sp. экз. 703/5, р. Кожва, обн. KV3, слой 3; 9 – *Hindeodus cristulus* (Youngquist et Miller), экз. 703/8, р. Кожва, обн. KV3, слой 10.

Низкие концентрации конодонтовых элементов в породе, скорее всего, обусловлены тафономическими факторами. Динамичная среда, в которой накапливались грейнстоуны, препятствовала осаждению конодонтовых элементов [Журавлев, 2019]. Большая их часть, по всей видимости, вымывалась в области с более спокойноводными условиями, поэтому представительные комплексы обнаружены лишь в пак- и вакстоунах. В нижней части изученного интервала (слои 1-3) конодонты представлены следующими видами: *Siphonodella obsoleta* Hass 1959, *S. cf. S. isosticha* (Cooper 1939), *Lagovina* sp., *Polygnathus communis communis* Branson et Mehl 1934. В верхней части разреза (слой 10) найден единичный представитель вида *Hindeodus cristulus* (Youngquist et Miller 1949). По комплексам конодонтов, включающим *Siphonodella obsoleta* Hass и *S. cf. S. isosticha* (Cooper 1939), можно отнести интервал разреза от 1 до 3 слоя к средней части турнейского яруса, интервалу конодонтовых зон *crenulata* - *isosticha* (упинский-кизеловский горизонты). Широкий стратиграфический диапазон найденного в верхней части разреза *Hindeodus cristulus* (Youngquist et Miller 1949) позволяет лишь сопоставить эти отложения с турнейско-визейским интервалом.

В скв. Бергантымыльская-3 (интервал глубин - 3068,0-3076,0 м) конодонты также малочисленны и представлены таксономически крайне бедными комплексами с *Siphonodella cooperi* Hass 1959. Присутствие этого вида позволяет соотнести данную часть разреза с интервалом конодонтовых зон от верхней *duplicata* до *isosticha* (верхняя часть малевского - кизеловский горизонты). Сходная ассоциация конодонтов, включающая *Siphonodella cooperi* Hass 1959, *S. obsoleta* Hass 1959, *S. ludmilae* Zhuravlev et Plotitsyn 2017, *Hindeodus scitulus* (Hinde 1900) и *Polygnathus radina* Cooper 1939, отмечена в автохтонной и аллохтонной частях разреза на р. Талота (север Вашуткино-Талотинской зоны надвигов) [Еременко и др., 2009]. В этом разрезе также вскрываются средне-позднетурнейские отложения мелководной зоны карбонатной платформы [Еременко и др., 2009].

### **Фораминиферы**

Фораминиферы в разрезе на р. Кожва достаточно разнообразны (рис. 4, 5). В нижней части разреза (слои 1-4) преобладают септабрунсиины, много чернышинелл и палаеоспироплектаммин, отмечаются гранулифереллы и лаксоэндотиры, эндогломоспиранеллы. В верхней части разреза (слои 6-12) не встречены палеоспироплектаммины и чернышинеллы, меньше септабрунсиин, присутствуют лаксоэндотиры, гранулифереллы, появляются брунсии, гранулифереллоидесы, турнаеллы и спиночернеллы.

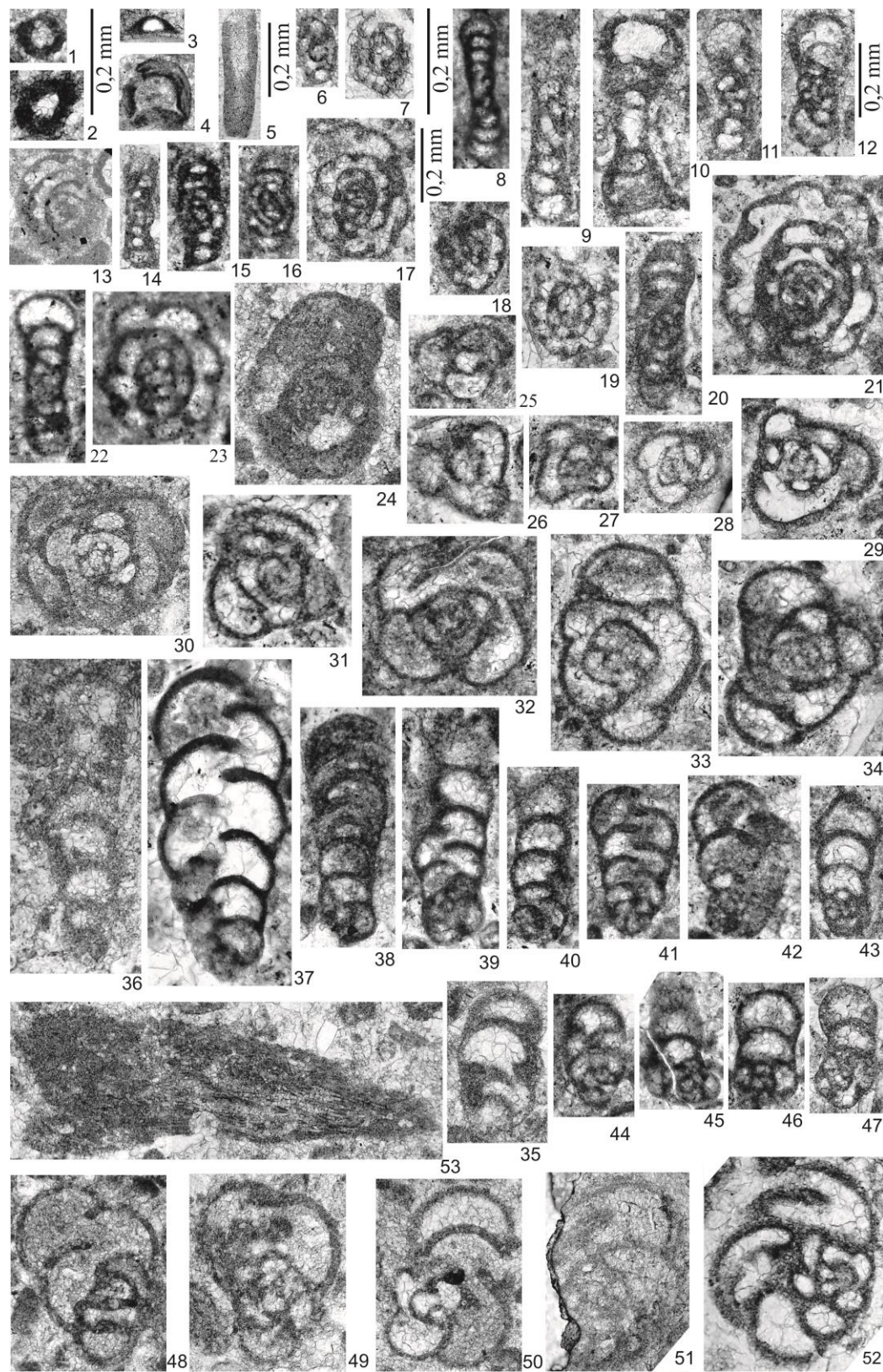


Рис. 4. Позднеэоценовые фораминиферы и водоросли обн. KV3 (р. Кожва)

Масштабная линейка 0,2 мм.

1. *Parathuramminites* sp.; обр. KV3-1, слой 1.
2. *Visinesphaera* sp.; обр. KV3-3, слой 2.
3. *Eotuberetina praecipua* Tchuvashov, 1965; обр. KV3-6, слой 3.
4. *Eotuberetina* sp.; обр. KV3-6, слой 3.
5. *Earlandia elegans* (Rauzer-Chernousova et Reitlinger, 1937); обр. KV3-1, слой 1.
- 6, 7. *Glomospiranella* sp.: 6 - обр. KV3-1; 7 - обр. KV3-3, слой 2.
8. *Brunsia irregularis* (Moeller, 1880); обр. KV3-20, слой 12.
9. *Brunsia spirillinoides* (Grozdilova et Glebovskaya, 1948); обр. KV3-18, слой 11.
10. *Tournayella discoidea maxima* Lipina, 1955; обр. KV3-18, слой 11.
- 11, 12. *Septabrunsiina kingirica* (Reitlinger, 1961); обр. KV3-1, слой 1.
- 13 - 23. *Septabrunsiina minuta* (Lipina, 1948): 13 - 20 - f. *brunsiinoides*: 13, 14 - обр. KV3-1, слой 1; 15 - 18 - обр. KV3-6, слой 3; 19, 20 - обр. KV3-9, слой 4; 21 - f. *tournayelloides*; обр. KV3-5, слой 2; 22, 23 - обр. KV3-20, слой 12.
24. *Rectoseptaglomospiranella asiatica* Reitlinger, 1961; обр. KV3-1, слой 1.
- 25, 26. *Chernyshinella triangula* (Lipina, 1965): 24 - обр. KV3-1, слой 1; 25 - обр. KV3-9, слой 4.
- 27, 28. *Chernyshinella glomiformis* (Lipina, 1948) f. *minima*: 27 - обр. KV3-9, слой 4; 28 - обр. KV3-5, слой 2.
- 29 - 31. *Chernyshinella glomiformis* (Lipina, 1948): 29 - обр. KV3-5, слой 2; 30 - обр. KV3-1, слой 1; 31 - обр. KV3-9, слой 4.
- 32, 33. *Chernyshinella* ex gr. *Ch. glomiformis* (Lipina, 1948): 32 - обр. KV3-6, слой 3; 33 - обр. KV3-9, слой 4.
34. *Endochernyshinella gelida* (Durkina, 1959); обр. KV3-9Ю слой 4.
35. *Palaeospiroplectammia* sp.; обр. KV3-1, слой 1.
- 36 - 39. *Palaeospiroplectammia tchernyshinensis* (Lipina, 1948): 36 - обр. KV3-3, слой 2; 37 - обр. KV3-7, слой 3; 38 - обр. KV3-6, слой 3; 39 - обр. KV3-9, слой 4.
40. *Palaeospiroplectammia* ex gr. *Pal. tchernyshinensis* (Lipina, 1948); обр. KV3-9, слой 4.
41. *Palaeospiroplectammia* aff. *Pal. claviensis* Conil et Lipina, 1970; обр. KV3-6, слой 3.
- 42, 43. *Palaeospiroplectammia* cf. *Pal. claviensis* Conil et Lipina, 1970: 42 - обр. KV3-9, слой 4, 43 - обр. KV3-6, слой 3.
44. *Palaeospiroplectammia* sp.; обр. KV3-9Ю слой 4.
- 45, 46. *Palaeospiroplectammia* aff. *Pal. tchernyshinensis* (Lipina, 1948); 45 - обр. KV3-7, слой 3, 46 - обр. KV3-9, слой 4.
47. *Rectochernyshinella* sp.; обр. KV3-9, слой 4.
- 49 - 52. *Rectochernyshinella mirabilis* (Lipina, 1948): 49-51 - обр. KV3-1, слой 1; 52, 53 - обр. KV3-3, слой 2.
53. *Rectochernyshinella* cf. *R. bifida* Ganelina, 1966; обр. KV3-3, слой 2.
54. *Girvanella* sp.; обр. KV3-1, слой 1.

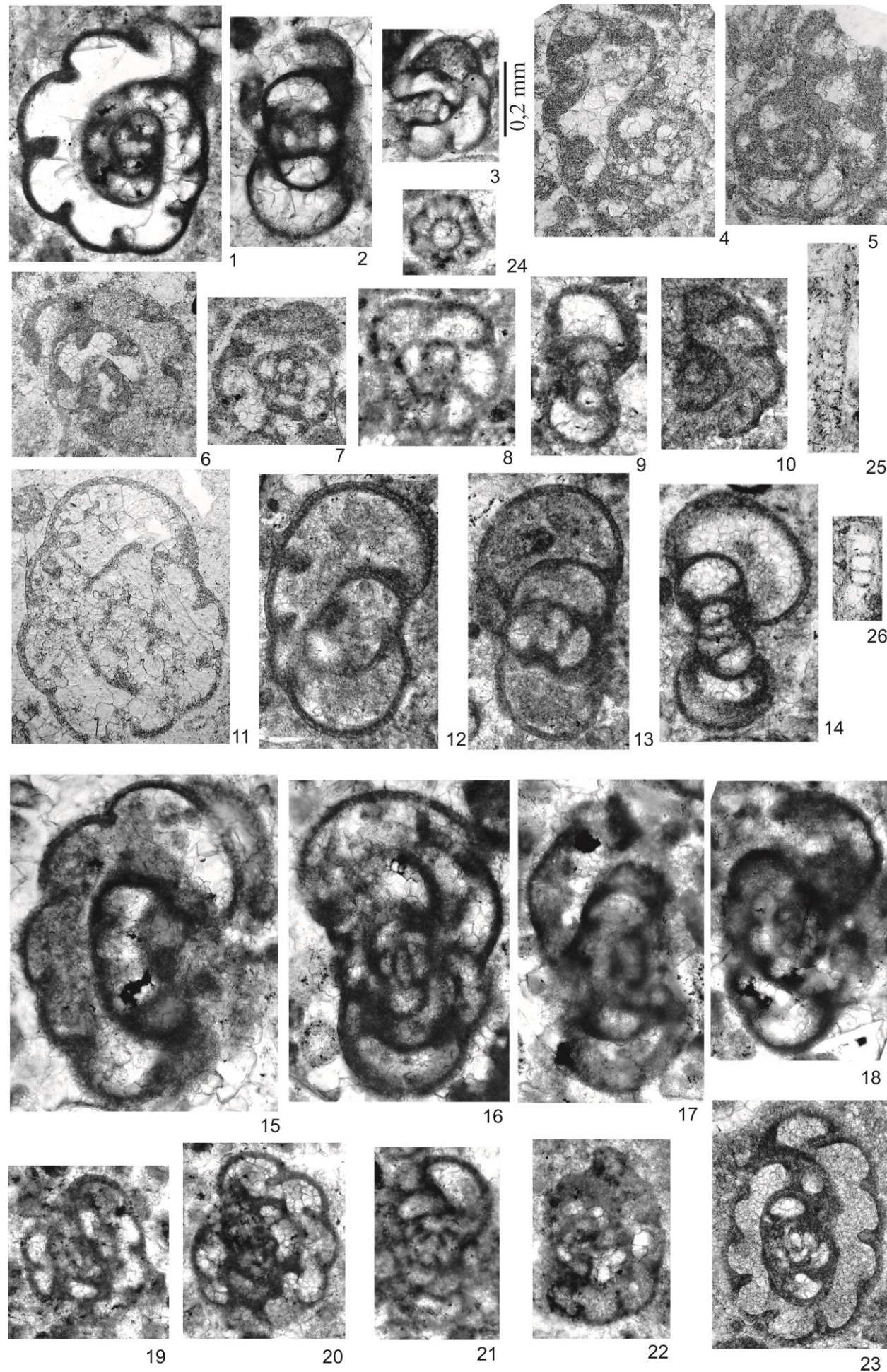


Рис. 5. Позднеурнейские фораминиферы и водоросли обн. KV3 (р. Кожва)

Масштабная линейка 0,2 мм.

1, 2. *Endoglotospiranella nigra* (Conil et Lys, 1964); обр. KV3-7, слой 3.

3. *Endoglotospiranella* aff. *E. imminuta* (Conil et Lys, 1964); обр. KV3-7, слой 3.

4, 5. *Granuliferelloides nalivkini* (Malakhova, 1956); обр. KV3-18, слой 11.

6 - 10. *Granuliferella rjausakensis* (N.Tchernysheva, 1940): 1 – обр. KV3-1, слой 1, 7 – обр. KV3-18, слой 11, 8 - 9 – обр. KV3-20, слой 12, 10 – обр. KV3-6, слой 3.

11. *Laxoendothyra parakosvensis* (Lipina, 1955); обр. KV3-7, слой 3.

12, 13. *Granuliferella* ex gr. *Gr. latispiralis* (Lipina, 1955); обр. KV3-6, слой 3.

14. *Laxoendothyra lipinae* (Voytsekhovskaya, 1961); обр. KV3-6, слой 3.

15 - 18. *Laxoendothyra* sp.; обр. KV3-6, слой 3.

19 - 21. *Spinochernella spinosa* (N. Tchernysheva, 1940); обр. KV3-20, слой 12.

22. *Spinoendothyra* sp.; обр. KV3-20, слой 12.

23. *Inflathoendothra* sp.; обр. KV3-1, слой 1.

24. *Radiosphaera* sp.; обр. KV3-20, слой 12.

25, 26. *Kataena* sp.; обр. KV3-20, слой 12.

Комплекс фораминифер по присутствию *Palaeospiroplectamina tchernyshinensis* (Lipina, 1948), *Granuliferella rjausakensis* (N.Tchernysheva, 1940), *Inflatoendothyra* sp., а также характерных *Chernyshinella glomiformis* (Lipina, 1948), *Rectochernyshinella mirabilis* (Lipina, 1948) может быть сопоставлен с комплексом подзоны *Granuliferella latispiralis* зоны *Palaeospiroplectamina tchernyshinensis* верхней части черепетского – нижней части кизеловского горизонтов [Дуркина, 1997; Кулагина и др., 2018].

Найденный в скв. Бергантымыльская-3 (глубины 3068,0-3076,0 м) комплекс фораминифер включает только одно- и двухкамерные формы широкого стратиграфического распространения: *Parathuramina* sp., *Archaesphaera minima* Suleimanov 1945, *Eotuberitina* sp., *Earlandia elegas* (Rauser et Reitlinger 1937).

Слои с *Paleospiroplectamina tchernyshinensis*, содержащие сходный комплекс фораминифер, установлены также в автохтонной и аллохтонной частях разреза на р. Талота (север Вашуткино-Талотинской зоны надвигов) [Еременко и др., 2009].

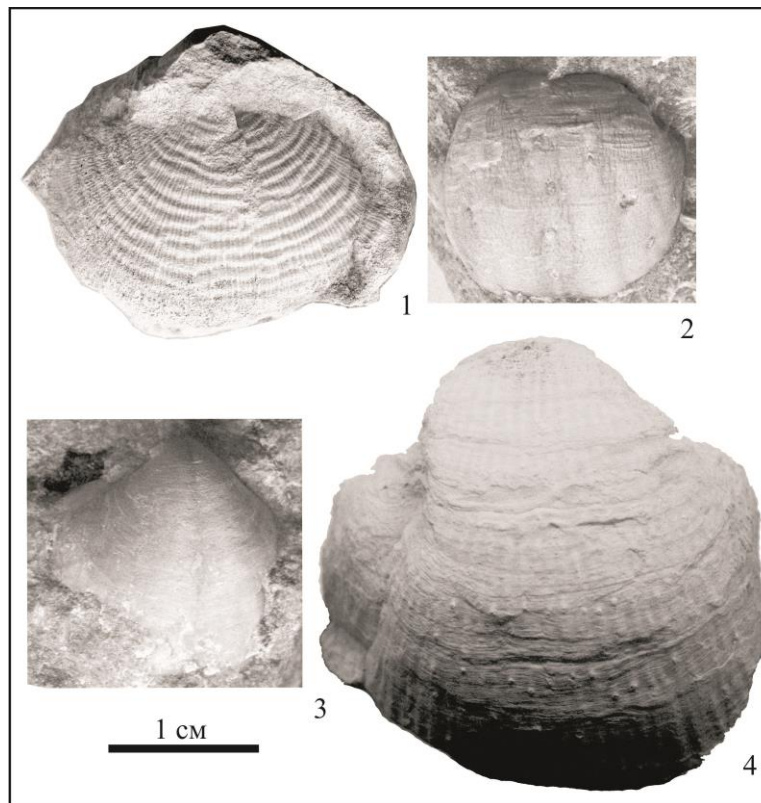
### **Брахиоподы**

Определенный из нижней части разреза на р. Кожва (слой 3) комплекс брахиопод включает *Scutepustula scutelata* (Balashova 1955), *Stegacanthia* aff. *S. bowsheri* Muir-Wood et Cooper 1960, *Eomartiniopsis elongata* (Sokolskaja 1941), *Acanthoplecta* sp. (рис. 6).

Раковина *Scutepustula scutelata* имеет средние размеры, овально-округлое очертание, правильные морщины на обеих створках с тесно расположенными основаниями игл. От близкого рода *Pustula* отличаются более четкими концентрическими складками. *Scutepustula scutelata* встречается в турнейских отложениях восточного склона Южного Урала, в нижнем турне Мугоджар, турне Кузнецкой котловины [Сарычева и др., 1963]. Вид *Stegacanthia bowsheri* известен из турнейского яруса и нижней части визейского яруса Северной Америки, Австралии, Кузнецкой котловины и Европы [Сарычева и др., 1963; Muir-Wood, Cooper, 1960]. *Eomartiniopsis elongata* с гладкой, вытянутой в длину, раковиной известен из турнейских отложений (упинский горизонт) Подмосковья [Сокольская, 1941], а род *Acanthoplecta* встречается в визе Британии, Бельгии и России. Однако, вид *Acanthoplecta mesoloba* описан также из турнейских отложений Ирландии [Hudson et al., 1966]. Род *Acanthoplecta* сходен с позднедевонскими родами *Leioproductus* и *Mesoplica*, но отличается меньшим количеством игл и морщин, как на рассматриваемом экземпляре [Howard et al., 2000] (см. рис. 6.2). В целом, найденный комплекс брахиопод характерен для турнейско-визейского стратиграфического интервала.

### **Стабильные изотопы углерода и кислорода в карбонатах**

Изотопный состав углерода и кислорода карбонатов изучен в разрезе на р. Кожва. Результаты определений изотопного состава приведены в табл. 1.



**Рис. 6. Брахиоподы из верхнего турне на р. Кожва (обн. KV3, слой 3)**

1. *Scutepustula scutelata* (Balashova, 1955), обр. KV3-14/19; 2. *Acanthoplecta* sp., обр. KV3-17/19; 3. *Eomartiniopsis elongata* (Sokol'skaja, 1941), обр. KV3-16/19; 4. *Stegacanthia* aff. *S. bowsheri* Muir-Wood et Cooper, 1960, обр. KV3-15/19.

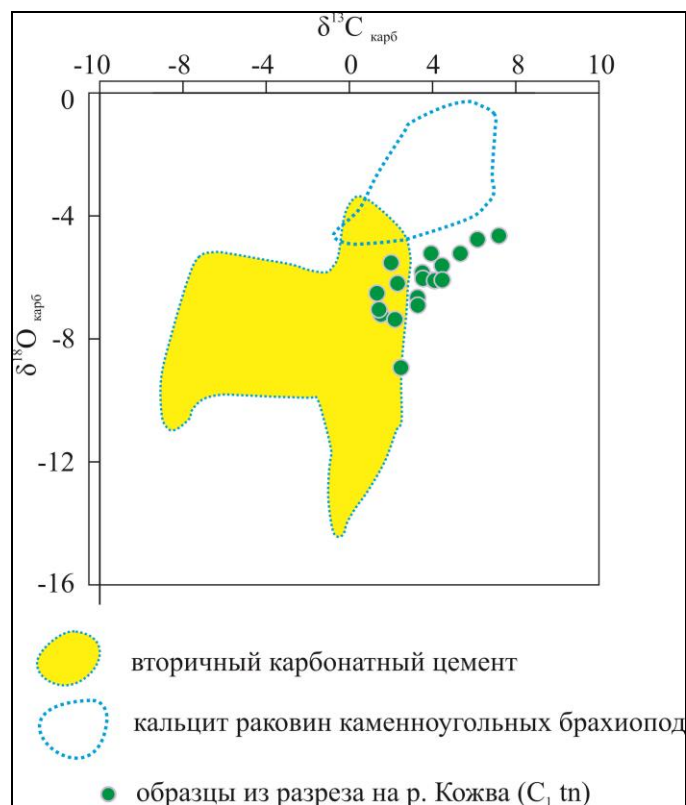
Таблица 1

**Изотопный состав углерода и кислорода в турнейских карбонатах из разреза на р. Кожва**

Образец	$\delta^{13}\text{C}_{\text{карб}}$ ‰, PDB	$\delta^{18}\text{O}_{\text{карб}}$ ‰, SMOW	Характеристика породы
KV3/1	2,09	21,70	грейн-пакстоун
KV3/2	3,30	25,52	вакстоун
KV3/3	3,73	25,12	флаутстоун
KV3/5	4,47	25,52	грейнстоун
KV3/6	6,01	26,12	пакстоун
KV3/7	5,15	26,00	пакстоун
KV3/8	1,70	25,21	вак-пакстоун
KV3/9	1,95	24,52	пак-грейнстоун
KV3/10	1,13	24,19	пак-грейнстоун
KV3/11	2,95	24,88	грейнстоун пелоидный
KV3/12	1,29	23,48	переход от пак- к грейнстоуну
KV3/13	1,21	23,64	пак-грейнстоун водорослевый
KV3/14	2,75	24,05	пак-грейнстоун пелоидный
KV3/15	3,40	24,63	пакстоун
KV3/16	2,97	24,68	грейнстоун
KV3/17	2,77	23,79	грейнстоун
KV3/18	3,44	24,62	грейнстоун
KV3/19	3,75	24,64	пакстоун пелоидно-спикуловый
KV3/20	1,85	23,31	пакстоун пелоидный

Привязка образцов на рис. 2.

Часть значений изотопных соотношений, которые попадают на диаграмме  $\delta^{13}\text{C}_{\text{карб}}$  -  $\delta^{18}\text{O}_{\text{карб}}$  в поле вторичного карбонатного цемента (рис. 7), исключены из рассмотрения как малодостоверные.



**Рис. 7. Диаграмма соотношения изотопного состава углерода и кислорода карбонатов в разрезе на р. Кожва**

Выделены области, отвечающие вторичному карбонатному цементу и первичному кальциту раковин каменноугольных брахиопод, по [Qie et al., 2011].

Кроме того, исходя из этой диаграммы, можно предположить существенное (2-3‰) облегчение изотопного состава кислорода относительно кальцита каменноугольных брахиопод, вероятно, вследствие эпигенетических процессов. Несмотря на присутствие следов воздействия вторичных процессов на изотопный состав кислорода и углерода карбонатов, распределение значений  $\delta^{13}\text{C}_{\text{карб}}$  в разрезе показывает наличие двух положительных экскурсов (см. рис. 2). Экскурс в слое 2 и нижней части 3 слоя отличается высокой амплитудой (около 4‰) и абсолютными значениями  $\delta^{13}\text{C}_{\text{карб}}$  до 6‰. Второй экскурс с амплитудой около 2‰ и абсолютным значением около 4‰ отмечается в слое 11. Эти два экскурса по своей амплитуде и стратиграфическому положению отвечают глобальному позднеурнейскому изотопному событию [Saltzman et al., 2004; Yao et al., 2015; Журавлев, Вевель, 2018]. Событийный интервал сопоставляется с интервалом конодонтовых зон *Siphonodella isosticha* – *Gnathodus typicus* или слоями с фораминиферами *Eoforschia gigantea*

и *Dainella*, что отвечает верхней части кизеловского – нижней части косьвинского горизонтов [Журавлев, Вевель, 2018]. Следовательно, охватываемая изотопной аномалией по углероду часть разреза на р. Кожва (слои 2-11) может быть сопоставлена с интервалом от верхней части кизеловского до нижней части косьвинского горизонтов, а с учетом биостратиграфических данных – с верхней частью кизеловского горизонта (конодонтовая зона *Siphonodella isosticha*).

### Заключение

Таким образом, для мелководных глинисто-карбонатных отложений верхней части турнейского яруса востока Тимано-Печорского осадочного бассейна характерны бедные комплексы конодонтов, включающие *Siphonodella obsoleta* Hass и *S. cooperi* Hass. Присутствие остатков этих видов как в мелководных, так и в глубоководных отложениях позволяет предположить обитание соответствующих конодонтов в приповерхностной части водного столба и делает их перспективными для интерфациальной корреляции. Представительные комплексы конодонтов приурочены, преимущественно, к тонкообломочным и микритовым карбонатам (вак- и пакстоунам). В относительно грубозернистых обломочных карбонатах (грейнстоунах и рудстоунах) этого возраста конодонтовые элементы практически отсутствуют, скорее всего, по тафономическим причинам [Журавлев, 2019].

Фораминиферные комплексы рассматриваемого интервала отличаются крайней неоднородностью. В отдельных разрезах они содержат многочисленные характерные формы (разрез на р. Кожва), а в других – только таксоны широкого стратиграфического распространения.

Бедность конодонтовых ассоциаций как количественная, так и таксономическая в сочетании с неоднородностью распределения фораминифер затрудняет достоверные биостратиграфические сопоставления. Это компенсируется наличием в верхнем турне (верхнекизеловско-нижнекосьвинский интервал) отчетливой изотопной аномалии по карбонатному углероду, представляющей собой надежный изотопно-стратиграфический репер глобального распространения.

*Коллекции конодонтов хранятся в Геологическом музее им. А.А. Чернова ИГ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН под номерами 687 и 703; коллекция брахиопод – под номером 159.*

### Литература

Дуркина А.В. О зональном расчленении пограничных отложений нижне-верхнетурнейского подъярусов по фораминиферам и о границе между ними в Тимано-



Печорской провинции // Биостратиграфия нефтегазоносных бассейнов: Тр. 1-го Международного симпозиума. – СПб: ВНИГРИ, 1997. – С. 70–75.

*Еременко Н.М., Журавлев А.В., Иосифиди А.Г., Попов В.В., Храмов А.Н., Вевель Я.А., Николаев А.И.* Разрез верхнего девона – нижнего карбона на р. Талота (Тимано-Печорская провинция) - результаты литологических, биостратиграфических и палеомагнитных исследований // Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2009. – Т.4. – №4. – [http://www.ngtp.ru/rub/2/45\\_2009.pdf](http://www.ngtp.ru/rub/2/45_2009.pdf)

*Еременко Н.М., Журавлев А.В., Иосифиди А.Г., Попов В.В., Храмов А.Н., Вевель Я.А., Николаев А.И.* Разрез верхнего девона – нижнего карбона на р. Талота (Тимано-Печорская провинция) - результаты литологических, биостратиграфических и палеомагнитных исследований / Приложение // Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2009. – Т.4. – №4. – [http://www.ngtp.ru/rub/2/45prilojenie\\_2009.pdf](http://www.ngtp.ru/rub/2/45prilojenie_2009.pdf)

*Журавлев А.В.* Тафономия конодонтовых элементов в условиях мелководного карбонатного шельфа на примере нижнего карбона восточной части Тимано-Печорского бассейна // Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2019. – Т.14. – №1. – [http://www.ngtp.ru/rub/2019/5\\_2019.html](http://www.ngtp.ru/rub/2019/5_2019.html). DOI: [https://doi.org/10.17353/2070-5379/5\\_2019](https://doi.org/10.17353/2070-5379/5_2019)

*Журавлев А.В., Вевель Я.А.* Позднетурнейское событие в разрезах Косью-Роговской впадины и ее обрамления (Тимано-Печорская провинция) // Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2018. – Т.13. – №1. – [http://www.ngtp.ru/rub/2/3\\_2018.pdf](http://www.ngtp.ru/rub/2/3_2018.pdf). DOI: [https://doi.org/10.17353/2070-5379/3\\_2018](https://doi.org/10.17353/2070-5379/3_2018)

*Кулагина Е.И., Степанова Т.И., Зайцева Е.Л., Горожанина Е.Н., Гибшман Н.Б., Иванова Р.М., Вевель Я.А., Пономарева Г.Ю., Филимонова Т.В.* Атлас фораминифер и микрофаций верхнедевонских и нижнекаменноугольных отложений Северной Евразии. Фаменский и турнейский ярусы; ред. Е.И. Кулагина, Т.И. Степанова. – М.: ПИН РАН, 2018. – 220 с.

*Никонов Н.И., Богацкий В.И., Мартынов А.В., Ларионова З.В., Ласкин В.М., Галкина Л.В., Довжикова Е.Г., Ермакова О.Л., Костыгова П.К., Куранова Т.И., Москаленко К.А., Панкратов Ю.А., Петренко Е.Л., Попова Е.В., Сурина А.И., Шабанова Г.А.* Тимано-Печорский седиментационный бассейн / Атлас геологических карт. – Ухта, 2000. – 67 с.

*Сарычева Т.Г., Сокольская А.Н., Безносова Г.А., Максимова С.В.* Брахиоподы и палеогеография карбона Кузнецкой котловины. – М., 1963. – 547 с. (Тр. ПИН. - Т. 65).

*Сокольская А.Н.* Брахиоподы основания Подмосковного карбона и переходных девонско-каменноугольных отложений (Чернышинские, Упинские и Малевско-Муравнинские слои). Ч. 1. Spiriferidae. – М.: Изд-во АН СССР, 1941. – 138 с. (Труды

Палеонтологического института. Т. 12; Вып. 2).

*Чернов Г.А.* Нижний карбон Печорской гряды // Сборник трудов по геологии и палеонтологии. – Сыктывкар, 1960. – С. 56–93.

*Howard C., Brunton C., Lazarev S.S., Grant R.E., Jin Yu-gan.* Productidina // Treatise on Invertebrate Paleontology / Pt.H, Revis ed. – Brachiopoda. – 2000. – Vol. 3. – P. 424–609.

*Hudson R.G.S., Clarke M.J., Sevastopulo G.D.* A detailed account of the fauna and age of a Waulsortian Reef Knoll Limestone and associated shales // Scientific Proceedings of the Royal Dublin Society. – 1966. – Ser. A2. – № 16. – P. 251–272.

*Muir-Wood H., Cooper G.* Morphology, Classification and Life Habits of the Productoidea (Brachiopoda) // Geol. Soc. America. – 1960. – Mem. 81. – 447 p.

*Qie W.K., Zhang X.H., Du Y.S., Zhang Y.* Lower Carboniferous carbon isotope stratigraphy in South China: Implications for the Late Paleozoic glaciation // Sci. China Earth Sci. – 2011. – 54. - P. 84–92. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11430-010-4062-4>

*Saltzman M.R., Groessens E., Zhuravlev A.V.* Carbon cycle models based on extreme changes in  $\delta^{13}\text{C}$ : an example from the lower Mississippian // Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology. – 2004. – № 213. – P. 359–377.

*Yao L., Qie W., Luo G., Liu J., Algeo T.J., Bai X., Yang, B. & Wang, X.* The TICE event: Perturbation of carbon-nitrogen cycles during the mid-Tournaisian (Early Carboniferous) greenhouse-icehouse transition. Chemical Geology, 2015, vol. 401, p. 1–14. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chemgeo.2015.02.021>

Zhuravlev A.V., Vevel Ya.A., Plotitsyn A.N., Erofeevsky A.V., **Lukin V.Yu.**

Institute of Geology of Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Syktyvkar, Russia, micropalaeontology@gmail.com

### LATE TOURNAISIAN SHALLOW-WATER SEQUENCES OF THE EASTERN PART OF TIMAN-PECHORA PROVINCE (KOZHVA RIVER)

*The shallow-water Upper Tournaisian sequences of the eastern part of Timan-Pechora petroleum Province were studied with biostratigraphical (based on foraminifers, conodonts, and brachiopods) and isotope stratigraphical methods. Poor conodont associations containing *Siphonodella obsoleta* Hass and *S. cooperi* Hass are characteristic of this stratigraphic interval in the shallow-water facies. Foraminifer associations are very variable: some of them are composed of numerous late Tournaisian species (Kozhva River section), but some associations comprise just species of wide stratigraphic range. The prominent global positive shift in the carbonate carbon isotope record marks the upper Tournaisian in the region. This shift is considered as reliable stratigraphical marker.*

**Keywords:** shallow-water sequence, Lower Carboniferous, Upper Tournaisian, biostratigraphy, isotope stratigraphy, Timan-Pechora Province.

#### References

Chernov G.A. *Nizhniy karbon Pechorskoy gryady* [Lower Carboniferous of the Pechora Swell]. Sbornik trudov po geologii i paleontologii, Syktyvkar, 1960, pp. 56–93.

Durkina A.V. *O zonal'nom raschlenenii pogranichnykh otlozheniy nizhne-verkhneturneyskogo pod'yarusov po foraminiferam i o granitse mezhdu nimi v Timano-Pechorskoy provintsii* [About foraminiferal zonation and boundary of the lower-upper Tournaisian of the Timan-Pechora province]. Biostratigrafiya neftegazonosnykh basseynov: Tr. 1-go Mezhdunarodnogo simpoziuma. St. Petersburg: VNIGRI, 1997, pp. 70–75.

Eremenko N.M., Zhuravlev A.V., Iosifidi A.G., Popov V.V., Khramov A.N., Vevel Ya.A., Nickolaev A.I. *Razrez verkhnego devona – nizhnego karbona na r. Talota (Timano-Pechorskaya provintsiya) - rezul'taty litologicheskikh, biostratigraficheskikh i paleomagnitnykh issledovaniy* [Upper Devonian - Lower Carboniferous key sequence on the Talota river, Timan-Pechora province - results of lithologic, biostratigraphic and paleomagnetic researches]. Neftegazovaya Geologiya. Teoriya I Praktika, 2009, vol. 4, no. 4, available at: [http://www.ngtp.ru/rub/2/45\\_2009.pdf](http://www.ngtp.ru/rub/2/45_2009.pdf)

Eremenko N.M., Zhuravlev A.V., Iosifidi A.G., Popov V.V., Khramov A.N., Vevel Ya.A., Nickolaev A.I. *Razrez verkhnego devona – nizhnego karbona na r. Talota (Timano-Pechorskaya provintsiya) - rezul'taty litologicheskikh, biostratigraficheskikh i paleomagnitnykh issledovaniy / Prilozhenie* [Upper Devonian - Lower Carboniferous key sequence on the Talota river, Timan-Pechora province - results of lithologic, biostratigraphic and paleomagnetic researches]. Neftegazovaya Geologiya. Teoriya I Praktika, 2009, vol. 4, no. 4, available at: [http://www.ngtp.ru/rub/2/45prilozhenie\\_2009.pdf](http://www.ngtp.ru/rub/2/45prilozhenie_2009.pdf)

Howard C., Brunton C., Lazarev S.S., Grant R.E., Jin Yu-gan. Productidina. Treatise on Invertebrate Paleontology / Editor Pt.H. Revis. Brachiopoda, 2000, vol. 3, pp. 424–609.

Hudson R.G.S., Clarke M.J., Sevastopulo G.D. A detailed account of the fauna and age of a Waulsortian Reef Knoll Limestone and associated shales. Scientific Proceedings of the Royal Dublin Society, 1966, ser. A2, no. 16, pp. 251–272.

Kulagina E.I., Stepanova T.I., Zaytseva E.L., Gorozhanina E.N., Gibshman N.B., Ivanova R.M., Vevel' Ya.A., Ponomareva G.Yu., Filimonova T.V. *Atlas foraminifer i mikrofaciy verkhnedevonskikh i nizhnekamennougol'nykh otlozheniy Severnoy Evrazii. Famenskiy i turneyskiy yarusy* [Atlas of foraminifers and microfacies of the Upper Devonian and Lower Carboniferous deposits of the Northern Eurasia. Famennian and Tournaisian stages]. Moscow: PIN RAN, 2018, 220 p.

Muir-Wood H., Cooper G. Morphology, Classification and Life Habits of the Productoidea

(Brachiopoda). Geol. Soc. America, 1960, mem. 81, 447 p.

Nikonov N.I., Bogatskiy V.I., Martynov A.V., Larionova Z.V., Laskin V.M., Galkina L.V., Dovzhikova E.G., Ermakova O.L., Kostygova P.K., Kuranova T.I., Moskalenko K.A., Pankratov Yu.A., Petrenko E.L., Popova E.V., Surina A.I., Shabanova G.A. *Timano-Pechorskiy sedimentatsionnyy basseyn kart* [Timan-Pechora sedimentary basin. Atlas of geological maps]. Atlas geologicheskikh kart, Ukhta, 2000, 67 p.

Qie W.K., Zhang X.H., Du Y.S., Zhang Y. Lower Carboniferous carbon isotope stratigraphy in South China: Implications for the Late Paleozoic glaciation. *Sci. China Earth Sci.*, 2011, 54, pp. 84–92. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11430-010-4062-4>

Saltzman M.R., Groessens E., Zhuravlev A.V. Carbon cycle models based on extreme changes in  $\delta^{13}\text{C}$ : an example from the lower Mississippian. *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology*, 2004, no. 213, pp. 359–377.

Sarycheva T.G., Sokol'skaya A.N., Beznosova G.A., Maksimova S.V. *Brakhiopody i paleogeografiya karbona Kuznetskoy kotloviny* [Brachiopods and Paleogeography of the Carboniferous of the Kuznetsk Basin]. Moscow, 1963, 547 p. (Trudy PIN, vol. 65).

Sokol'skaya A.N. *Brahiopody osnovaniya Podmoskovnogo karbona i perekhodnyh devonsko-kamennougol'nyh otlozhenij (Chernyshinskie, Upinskie i Malevsko-Muraevninskie sloi)* [Brachiopods of the base of the Carboniferous of the Moscow region and transitional Devonian-Carboniferous boundary deposits (Chernysh, Upian and Malevska-Muraevna levels)]. *Patr. 1. Spiriferidae*. Moscow: Izd-vo AN SSSR, 1941, 138 p. (Trudy Paleontologicheskogo instituta, vol. 12, no. 2).

Yao L., Qie W., Luo G., Liu J., Algeo T.J., Bai X., Yang, B. & Wang, X. The TICE event: Perturbation of carbon-nitrogen cycles during the mid-Tournaisian (Early Carboniferous) greenhouse-icehouse transition. *Chemical Geology*, 2015, vol. 401, p. 1–14. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chemgeo.2015.02.021>

Zhuravlev A.V. *Tafonomiya konodontovykh elementov v usloviyakh melkovodnogo karbonatnogo shel'fa na primere nizhnego karbona vostochnoy chasti Timano-Pechorskogo basseyna* [Taphonomy of conodont elements in the environments of shallow-water Carbonate shelf – the Lower Carboniferous of the eastern part of Timan-Pechora basin as example]. *Neftegazovaya Geologiya. Teoriya I Praktika*, 2019, vol. 14, no. 1, available at: [http://www.ngtp.ru/rub/2019/5\\_2019.html](http://www.ngtp.ru/rub/2019/5_2019.html). DOI: [https://doi.org/10.17353/2070-5379/5\\_2019](https://doi.org/10.17353/2070-5379/5_2019)

Zhuravlev A.V., Vevel Y.A. *Pozdneturneyskoe sobytie v razrezakh Kos'yu-Rogovskoy vpadiny i ee obramleniya (Timano-Pechorskaya provintsiya)* [The late Tournaisian Event in the successions of the Kosyu-Rogovaya Depression and adjacent areas (Timan-Pechora Province) ]. *Neftegazovaya Geologiya. Teoriya I Praktika*, 2018, vol. 13, no. 1, available at: [http://www.ngtp.ru/rub/2/3\\_2018.pdf](http://www.ngtp.ru/rub/2/3_2018.pdf). DOI: [https://doi.org/10.17353/2070-5379/3\\_2018](https://doi.org/10.17353/2070-5379/3_2018)

© Журавлев А.В., Вевель Я.А., Плотицын А.Н., Ерофеевский А.В., Лукин В.Ю., 2019