

СТРАТИГРАФИЯ И ПАЛЕОКЛИМАТ

УДК 551.733.1 (470.52)

ОРДОВИКСКИЕ ОТЛОЖЕНИЯ ЗАПАДНОГО СКЛОНА ЮЖНОГО УРАЛА
И ИХ КОРРЕЛЯЦИЯ ПО КОНОДОНТАМ И ХИТИНОЗОЯМ

Т.М. Мавринская, Р.Р. Якупов

Институт геологии УфНЦ РАН, 450077, Уфа, ул. К. Маркса, 16/2, Россия

Биостратиграфическое расчленение и корреляция ордовикских разнофациальных разрезов, развитых на западном склоне Южного Урала, выполнены с использованием фауны конодонтов и хитинозоям. В Западно-Зилаирской зоне в карбонатно-терригенном разрезе у дер. Набиуллино выявлены верхнеордовикские конодонты, представленные важными космополитными таксонами, позволяющими выделить биостратиграфические подразделения, сопоставимые со стандартной конодонтовой шкалой Северо-Атлантической провинции. В терригенно-кремнистых разрезах Восточно-Зилаирской зоны установлены последовательности конодонтовых и хитинозоевых комплексов среднего и верхнего ордовика. В Уралтауской зоне в метаморфических породах белекейской свиты суваянского комплекса, относимой ранее к докембрию, обнаружены хитинозои среднего ордовика. Большинство таксонов, составляющие конодонтовые и хитинозоевые комплексы, имеют хороший корреляционный потенциал вследствие их широкого географического распространения. В разрезе у дер. Набиуллино Западно-Зилаирской зоны впервые зафиксирована положительная аномалия по $\delta^{13}\text{C}$ интенсивностью 3.3 ‰, что может свидетельствовать о проявлении начального этапа изотопного события HICE на Южном Урале. В верхней части разреза отмечается развитие конодонтовой мелководной биофации. Это дает возможность предположить падение уровня моря в конце ордовикского периода.

Ордовик, биостратиграфия, биофации, изотопия, конодонты, хитинозои, Южный Урал, западный склон.

ORDOVICIAN DEPOSITS ON THE WESTERN SLOPE OF THE SOUTHERN URALS
AND THEIR CORRELATION BASED ON CONODONTS AND CHITINOZOANS

T.M. Mavrinskaya and R.R. Yakupov

Biostratigraphic subdivision and correlation of Ordovician different-facies sections on the western slope of the Southern Urals are carried out based on conodonts and chitinozoans. Upper Ordovician conodonts are defined in the West Zilair zone, in a carbonate-terrigenous section near Nabiullino Village. They belong to important cosmopolitan taxa which permit distinguishing biostratigraphic units corresponding to the North Atlantic standard conodont scale. Successions of Middle and Upper Ordovician conodont and chitinozoan assemblages are detected in the terrigenous-siliceous sections of the East Zilair zone. Middle Ordovician chitinozoans are found in the Uraltau zone, in the metamorphic rocks of the Belekei Formation of the Suvanyak complex, previously assigned to the Precambrian. Most of the taxa in the conodont and chitinozoan assemblages have a good correlation potential owing to their wide geographic range. A positive $\delta^{13}\text{C}$ excursion of 3.3 ‰ has been first recorded in the Nabiullino section (West Zilair zone), suggesting the initial stage of the HICE isotopic event in the Southern Urals. The development of shallow-water conodont biofacies at the top of the section suggests a sea level fall in the late Ordovician.

Ordovician, biostratigraphy, biofacies, isotopy, conodonts, chitinozoans, Southern Urals, western slope

ВВЕДЕНИЕ

В структуре Южного Урала его западный склон относится к палеоконтинентальному сектору (пассивная окраина Русской платформы), восточный — к палеоокеаническому [Иванов и др., 1986; Пучков, 2000]. В пределах западного склона с запада на восток выделяются Западно-Зилаирская, Восточно-

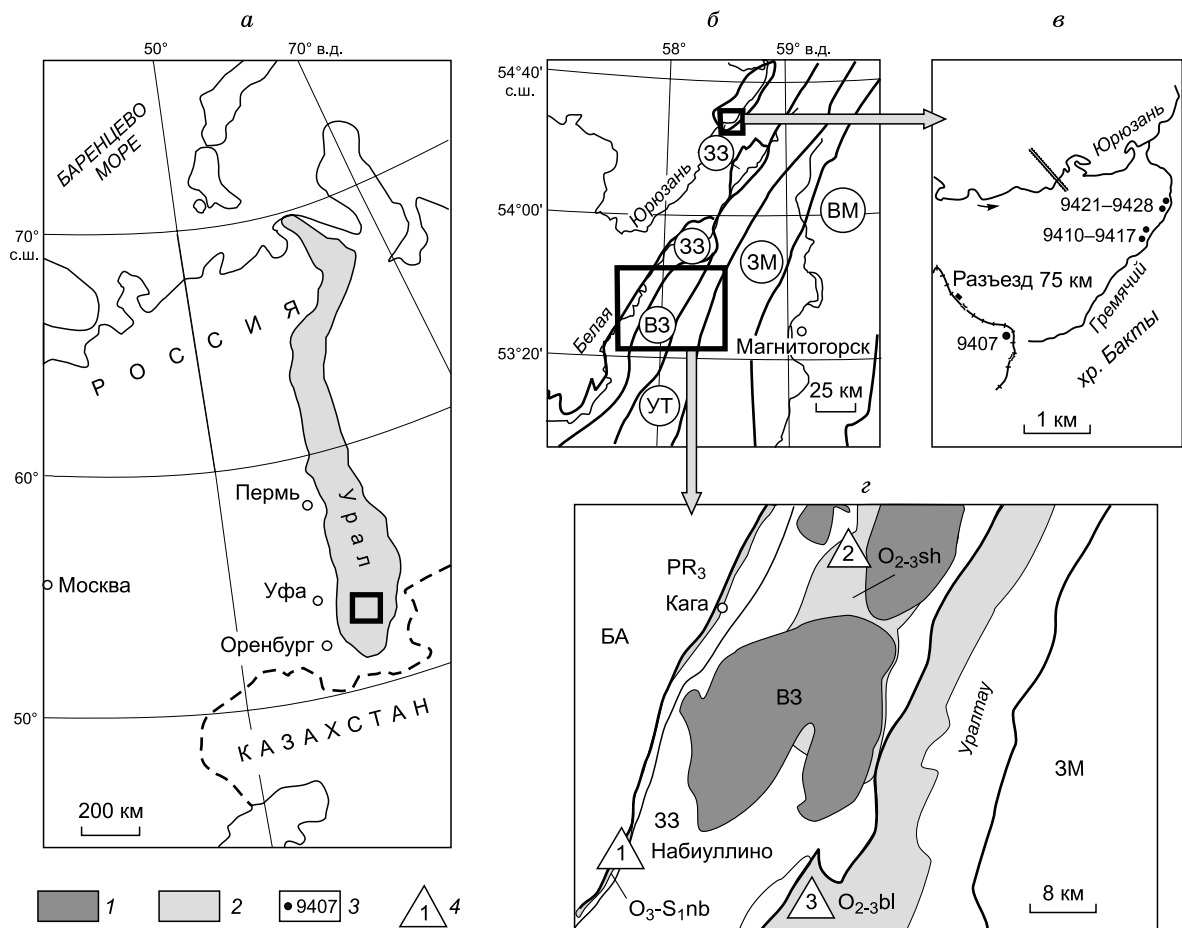


Рис. 1. Местоположение района исследований и геологическая ситуация.

a — географическое положение района исследований; *б* — фрагмент структурно-формационной схемы: 33 — Западно-Зилаирская зона; ВЗ — Восточно-Зилаирская зона; УТ — Уралтауская зона; ЗМ — Западно-Магнитогорская зона; ВМ — Восточно-Магнитогорская зона; *в* — схема расположения обнажений бактинской свиты в Юрюзанской синклинали; *г* — геологическая схема с указанием местоположения стратотипических разрезов: 1 — Набиуллино (33), 2 — Сухоляд (ВЗ), 3 — Белекей Елга (УТ). БА — Башкирский антиклинорий.

1 — гипербазитовые массивы Крака, 2 — ордовикские отложения, 3 — номера образцов, 4 — стратотипические разрезы.

Зилаирская и Уралтауская зоны (рис. 1, б), которые соответственно определяются как зоны шельфа, континентального склона и его подножия [Маслов и др., 1998; Пучков, 2000].

Ордовикские отложения на западном склоне Южного Урала различны по литологическому составу. В Западно-Зилаирской зоне они представлены терригенно-карбонатными и карбонатно-терригенными породами. В Восточно-Зилаирской — терригенно-кремнистыми. В Уралтауской — метаморфическими породами суваянского и максютовского комплексов.

Нижнепалеозойские образования на западном склоне Южного Урала были установлены Р.И. Мурчисоном в XIX веке. Планомерное изучение их началось в прошлом столетии. Стратиграфическое расчленение разнофациальных разрезов ордовика в регионе впервые было выполнено Д.Г. Ожигановым [1955б]. В Западно-Зилаирской зоне они были подразделены на две свиты: бактинскую, представленную переслаиванием песчаников, известковистых алевролитов и аргиллитов, и тирляно-кагинскую, сложенную доломитистыми кварцевыми песчаниками. Бактинская свита описана А.И. Ивановым [1950] при производстве региональных геолого-съёмочных работ. Она развита локально только в самой северо-западной части Западно-Зилаирской зоны — Юрюзанской структуре. В Восточно-Зилаирской зоне Д.Г. Ожигановым [1955] выделялась уразинская свита, к которой он условно относил массивные кварцевые песчаники с прослоями кварцевых алевролитов и глинистых сланцев. Метаморфические сланцы Уралтауской зоны считались докембрийскими образованиями [Стратиграфические схемы..., 1993]. Работы последующих исследователей внесли существенные изменения в стратиграфию, разработанную Д.Г. Ожигановым [1955]. Была уточнена стратиграфия ордовика Западно-Зилаирской и Восточно-Зила-

ирской зон [Клочихин, 1960; Краузе, Маслов, 1961; Клочихин и др., 1975; Пучков, 1979; Родионов, Радченко, 1988; Якупов и др., 2002]. Получены первые палеонтологические находки из метаморфических комплексов Уралтауской зоны, позволившие говорить о присутствии в них палеозойских толщ [Криницкий, Криницкая, 1965; Захаров, Мавринская, 1994; Захаров и др., 1995; Чибрикова, Олли, 1997; Олли, Чибрикова, 2004; Якупов, 2008, 2012].

Основная цель данной статьи — корреляция разнофациальных ордовикских отложений западного склона Южного Урала на основе ортостратиграфических групп фауны конодонтов и хитинозой. Имеющийся палеонтологический материал позволяет это сделать в той или иной мере детально.

В процессе работ были описаны и опробованы стратотипические разрезы местных стратиграфических подразделений ордовика. Карбонатные разрезы опробовались послойно. Вес проб составлял от 0.5 до 1 кг. При изучении терригенных и терригенно-кремнистых отложений пробы отбирались из алевролитов, аргиллитов и кремнистых пород, весом 0.2—0.3 кг, кроме того, использовался визуальный поиск фауны. Дезинтеграция карбонатных пород производилась в 5%-й муравьиной кислоте, терригенных и кремнистых — в концентрированной и 10%-й плавиковой кислоте.

В основу расчленения разрезов ордовика положена Общая стратиграфическая шкала России (ОСШ) [Постановления..., 2012] (рис. 2). Согласно постановлению МСК, 2012 ОСШ приведена в соответствие с Международной стратиграфической шкалой (МСШ), основанной на новых стратиграфических стандартах. Подробные исследования проведены для западной части Алтае-Саянской складчатой области [Сенников и др., 2014] и позволяют оценить хроностратиграфическое положение стратонов, в том числе на Южном Урале.

ХАРАКТЕРИСТИКА РАЗРЕЗОВ ОРДОВИКА ЗАПАДНОГО СКЛОНА ЮЖНОГО УРАЛА

Западно-Зилаирская структурно-фациальная зона. *Бактинская свита* распространена локально в Юрюзанской синклинали. Породы ее слагают скальную гряду хр. Бакты северо-восточного простирания. Мощность свиты, по данным разных авторов, варьирует от 700 м [Иванов, 1950] до 1200 м [Мосейчук и др., 2010]. А.И. Ивановым, впервые выделившим бактинскую свиту, она была подразделена на четыре подсвиты: нижнюю, сложенную массивными косослоистыми кварцевыми песчаниками, и три верхних, последовательно представленных известковистыми кварцевыми алевролитами (вторая), кварцитовидными песчаниками (третья) и известковистыми аргиллитами (четвертая). С учетом находок средневерхнеордовикской макрофауны во второй и четвертой подсвитах стратиграфический объем свиты в целом принимался в диапазоне лланвирнского яруса среднего ордовика—карадокского яруса верхнего ордовика, что в ОСШ-2012 соответствует дарривильскому ярусу среднего—нижней части катийского яруса верхнего ордовика. Возраст перекрывающих ее доломитистых кварцевых песчаников тирляно-кагинской свиты определялся по макрофауне как карадок-ашгиллский или катийский-хирнантский по ОСШ-2012. Считается, что на подстилающих протерозойских отложениях свита залегает с угловым несогласием.

Породы первой и второй подсвит бактинской свиты вскрыты вдоль бывшей узкоколейки Юрюзань—Арша [Иванов, 1950; Ожиганов, 1955а,б] (см. рис. 1, в). В 1 км к юго-востоку от разъезда 75 км в скальных выходах обнажены красноватые песчаники первой подсвиты. Песчаники кварцитовидные, массивные с линзами мелкогалечных конгломератов. Фауна в них не обнаружена. Мощность первой подсвиты около 150 м.

После задернованного интервала, в 30 м к северу, в искусственной выемке у ж/д насыпи наблюдаются коренные выходы серых известковистых алевролитов второй подсвиты бактинской свиты с отпечатками макрофауны (трилобиты и брахиоподы). Здесь в обр. 9407 (рис. 1, в, рис. 3) были найдены хитинозои: *Cyathochitina campanulaeformis* Eisenack, *Conochitina* sp., *Belonechitina* sp., *Lagenochitina baltica* Eisenack, *Desmochitina* sp. и конодонты: *Eocarniodus gracilis* (Orchard). Мощность второй подсвиты 180 м.

На левом обрывистом склоне руч. Гремячий вскрыты отложения четвертой подсвиты бактинской свиты [Иванов, 1950]. В 2 км выше устья ручья, в 25 м выше уреза воды наблюдается небольшое обнажение мощностью 6 м, представленное ритмичным переслаиванием среднеплитчатых тонкополосчатых кварцевых алевролитов и аргиллитов с известковистым цементом с тонкими (до 5 см) прослоями мелкозернистых полимиктовых песчаников. В алевролитах отмечаются выветрелые ожелезненные отпечатки раковинной фауны. В алевролитах найдены обломки конодонтов и хитинозой ордовикского облика (обр. 9410). Ниже по течению, в 1.2 км от устья ручья, по его левому берегу выходят скальные обнажения аналогичных пород. Мощность подсвиты около 100 м. В ней собраны: обр. 9414 — конодонты: *Amorphognathus* sp., *Eocarniodus gracilis* (Rhodes), *Scabbardella* cf. *altipes* (Henningsmoen); обр. 9417 — конодонты: *Eocarniodus gracilis* (Rhodes), *Protopanderodus* cf. *liripipus* Kenedy, Barnes et Uyeno; обр. 9421 — хитинозои: *Cyathochitina calix* (Eisenack), *Rhabdochitina gracilis* Eisenack, *Rhabdochitina* sp.,

Система		Отдел		Зональные стандарты		Структурно-фациальные зоны						
		Юрск		Хитинозои [The Geologic..., 2012]		Западно-Зилаирская по р. Белая		Восточно-Зилаирская, Межкрайинский район		Уралтау		
		Верхний		конодонты [The Geologic..., 2012]		Зоны и слои с конодонтами		Комплексы конодонтов и хитинозой				
Ордовикская	Хирилантский		Хирилантский	ordovicianus	oulebsiri	Слои с <i>Gamachignathus ensifer</i>	Бактинская свита	Белейская свита	Белейская свита	Белейская свита	Белейская свита	Белейская свита
					elongata							
					marga							
					nigerica							
	Катийский		Катийский	superbus	barbata	A. ordovicicus	Бактинская свита	Белейская свита	Белейская свита	Белейская свита	Белейская свита	Белейская свита
					fistulosa							
					robusta							
	Сандбийский		Сандбийский	alobatus	tanvillensis	A. superbus	Бактинская свита	Белейская свита	Белейская свита	Белейская свита	Белейская свита	Белейская свита
					gerdae							
					variabilis							
Дарри-вильский		Дарри-вильский	anserinus	dalbyensis	Amorphognathus sp.	Бактинская свита	Белейская свита	Белейская свита	Белейская свита	Белейская свита	Белейская свита	
				variabilis								
				anaequalis								
				kielcensis								
				serra								
				suecicus								
variabilis												
Далинский		Далинский	norrlandicus	clavata	Amorphognathus sp.	Бактинская свита	Белейская свита	Белейская свита	Белейская свита	Белейская свита	Белейская свита	
				armoricana-jenkinsi								
				formosa								
				calix-protocalix								
				bulia								
				henryi								
ornensis												
Флоский		Флоский	evae	brevis	Amorphognathus sp.	Бактинская свита	Белейская свита	Белейская свита	Белейская свита	Белейская свита	Белейская свита	
				baculata								
				elegans								
				proterus								
				elongatus-deltatus								
				gracilis								
amoensis												
Тремадокский		Тремадокский	delifer	destombesi	Amorphognathus sp.	Бактинская свита	Белейская свита	Белейская свита	Белейская свита	Белейская свита	Белейская свита	
				angulatus								
				fluctivagus								
Средний		Средний	anserinus	deliber	Amorphognathus sp.	Бактинская свита	Белейская свита	Белейская свита	Белейская свита	Белейская свита	Белейская свита	
				deliber								
				angulatus								
				fluctivagus								
				deliber								
				angulatus								
				fluctivagus								
				deliber								
				angulatus								
				fluctivagus								
deliber												
angulatus												
Нижний		Нижний	deliber	deliber	Amorphognathus sp.	Бактинская свита	Белейская свита	Белейская свита	Белейская свита	Белейская свита	Белейская свита	
				angulatus								
				fluctivagus								
				deliber								
				angulatus								
				fluctivagus								
				deliber								
				angulatus								
				fluctivagus								
				deliber								
angulatus												
fluctivagus												
Ордовикская		Ордовикская	deliber	deliber	Amorphognathus sp.	Бактинская свита	Белейская свита	Белейская свита	Белейская свита	Белейская свита	Белейская свита	
				angulatus								
				fluctivagus								
				deliber								
				angulatus								
				fluctivagus								
				deliber								
				angulatus								
				fluctivagus								
				deliber								
angulatus												
fluctivagus												

Рис. 2. Сопоставление биостратиграфических подразделений западного склона Южного Урала.

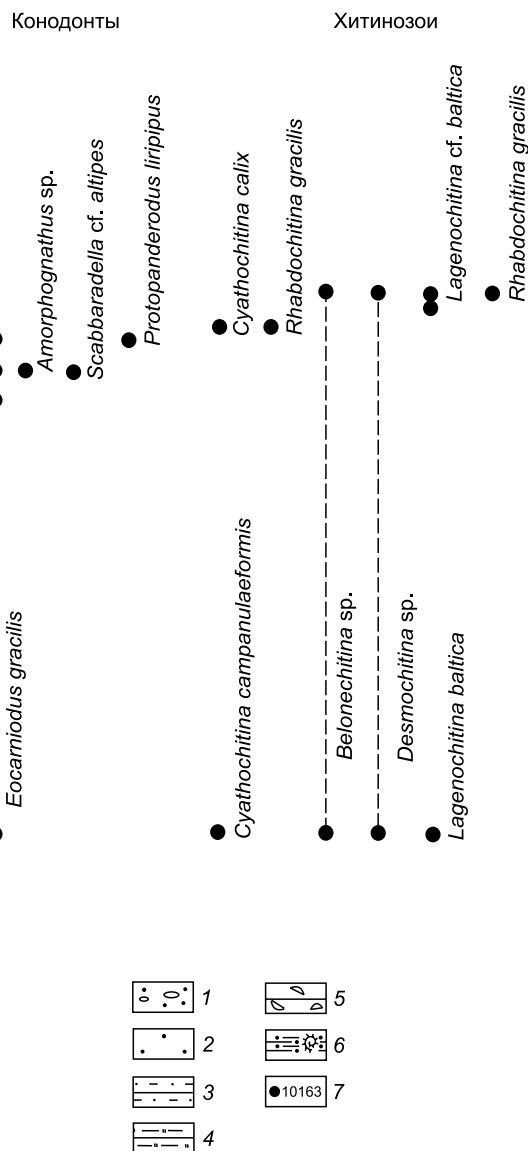
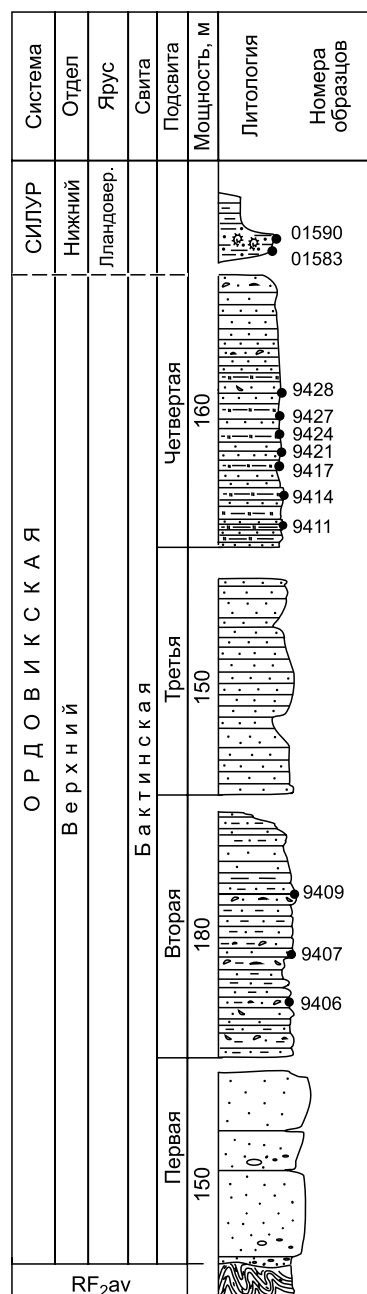


Рис. 3. Стратиграфическая колонка разреза бактинской свиты по руч. Гремячий и распространение фауны.

1 — конгломераты и гравелиты, 2 — песчаники, 3 — алевролиты, 4 — известковистые алевролиты, 5 — макрофауна, 6 — алевролиты с граптолитами, 7 — номера образцов.

Lagenochitina sp., *Conochitina* sp., *Cyathochitina* cf. *calix* (Eisenack); обр. 9424 — хитинозои: *Conochitina* sp., *Lagenochitina* cf. *baltica* Eisenack. обр. 9427 — хитинозои: *Desmochitina* sp., *Belonechitina* sp., *Lagenochitina* cf. *baltica* Eisenack.

Обнаруженные в отложениях второй и четвертой подсвит бактинской свиты хитинозои и конодонты характерны для верхнего ордовика. Присутствие в конодонтовых комплексах вида *Eocarniodus gracilis* ограничивает диапазон их распространения верхней частью катийского—хирнантским ярусами верхнего ордовика (конодонтовая зона *ordovicicus*) (см. рис. 2). Таким образом, весь разрез ордовика в Юрюзанской синклинали за исключением нижней толщи, охарактеризован конодонтами и хитинозоями катийского-хирнантского ярусов верхнего ордовика. Суммарная мощность описанных отложений бактинской свиты около 600 м.

Тирляно-кагинская толща набиуллинской свиты. В Западно-Зилаирской зоне к ордовикским отложениям Д.Г. Ожигановым [1955а,б] были отнесены кварцевые песчаники, лежащие в основании палеозойской последовательности, выделенные им в тирляно-кагинскую свиту. Типовые разрезы ее он описал в северо-западной части зоны — в Тирлянской мульде и на р. Кага у одноименного села. В центральной части зоны, на широте от с. Байназарово до с. Старосубхангулово палеозойский разрез начинается с песчаных доломитов, которые были выделены Д.Г. Ожигановым [1955а,б] в набиуллинскую свиту. Свита относилась к лландоверийскому ярусу нижнего силура на основании определения граптолитов, найденных в углистых аргиллитах в верхней части свиты. Отсутствие толщ песчаников в основании палеозойских отложений в центральной части Западно-Зилаирской зоны приводило к мнению о размыве здесь отложений ордовика [Клочихин, 1960]. Существовала другая точка зрения, по которой нижняя более песчаная часть набиуллинской свиты условно относилась к ордовику, а верхняя, представленная доломитизированными известняками с прослоями граптолитовых сланцев, — к нижнему силуру [Краузе, Маслов, 1961]. Авторами данной работы для решения этого спорного вопроса было проведено детальное изучение стратотипа и других разрезов набиуллинской свиты с использованием конодонтовой фауны и хитинозой. В результате была подтверждена точка зрения С.Н. Краузе, В.А. Маслова [1961] о двучленном строении свиты. Нами было предложено расчленить набиуллинскую свиту на две толщи: нижнюю *тирляно-кагинскую* позднеордовикского возраста (конец сандбия—хирнант) и верхнюю *южно-байназаровскую* ранне-, среднелландоверийского (силур) возраста [Якупов и др., 2002].

Тирляно-кагинская толща набиуллинской свиты залегает с угловым несогласием на разных уровнях протерозойских осадочных образований, характеризуется изменчивостью по латерали, которая заключается в различном количественном соотношении кварцевых песчаников и карбонатных пород и неравнозначной фаунистической наполненности. Разрезы, находящиеся в северо-западной и юго-западной частях зоны (в Тирлянской и Юрюзанской синклиналиях, северной части верхнего меридионального течения р. Белая, широтном течении р. Белая), сложены преимущественно массивными доломитистыми кварцевыми песчаниками и охарактеризованы брахиоподами и трилобитами, встречающимися в отдельных прослоях. В центральной части зоны они имеют преимущественно карбонатный состав с подчиненным количеством песчаников. Песчаники и доломиты образуют взаимные переходы по простиранию. В породах в основном содержится конодонтовая фауна.

Стратотип набиуллинской свиты расположен на правом скальном берегу р. Белая напротив дер. Набиуллино (см. рис. 1, з). Вскрытая здесь нижняя тирляно-кагинская толща набиуллинской свиты является наиболее полным и послойно охарактеризованным конодонтами разрезом ордовика в Западно-Зилаирской зоне (рис. 4).

В разрезе снизу вверх обнажаются:

0—0.12 м — гравелиты с отдельными кварцевыми гальками молочно-белого цвета и обломками подстилающих кристаллических сланцев.

0.12—3.3 м — перемежающиеся доломиты песчаные и кварцевые песчаники с доломитовым цементом. Цвет пород светло-серый. В песчаниках в основании пачки встречены многочисленные остракоды. В инт. 0.60—2.5 м от основания разреза (обр. 10153-157) обнаружены обильные конодонты: *Amorphognathus* sp., Gen. indet. sp. A, *Panderodus gracilis* (Branson and Mehl), *Periodon* aff. *grandis* Ethington, *Protopanderodus liripipus* Kennedy, Barnes et Uyeno, характерные для верхов сандбийского—низов катийского яруса верхнего ордовика.

3.3—4.9 м — серые и желтовато-серые доломиты мелкозернистые массивные и неясно-слоистые с прослоем доломитов с органомгенным детритом в кровле. В основании слоя (обр. 10158) выявлены немногочисленные конодонты: *Amorphognathus* cf. *superbus* (Rhodes), *Dapsilodus* sp., *Drepanoistodus* sp., *Icriodella superba* Rhodes, *Panderodus gracilis* (Branson and Mehl), *Protopanderodus liripipus* Kennedy, Barnes et Uyeno, *Spinodus* cf. *spinatus* Hadding, характерные для зоны *A. superbus* катийского яруса.

4.9—7.7 м — песчаники доломитистые желтовато-серого цвета и доломиты песчаные узловато- и неясно-слоистые, образующие сложные взаимопереходы по простиранию. В доломитах обнаружены конодонты (обр. 10159): *Amorphognathus ordovicicus* (Branson et Mehl), *Drepanoistodus* cf. *suberectus* (Branson et Mehl), *Panderodus gracilis* (Branson et Mehl), *Panderodus serratus* Rexroad, *Protopanderodus liripipus* Kennedy, Barnes et Uyeno, *Scabardella* cf. *altipes* (Henningsmoen) *Walliserodus* sp. В комплексе преобладают *Amorphognathus* cf. *ordovicicus* (Branson et Mehl) и *Protopanderodus liripipus* Kennedy, Barnes et Uyeno, характерные для зоны *A. ordovicicus* катийского яруса верхнего ордовика.

7.7—21.0 м — чередование доломитов комковатых, водорослевых, биотурбированных, массивных и песчаников доломитистых толстоплитчатых. В верхней части пачки отмечается прослой доломита с кремнистыми стяжениями. Конодонты встречаются спорадически, представлены преимущественно кониформными видами широкого распространения *Dapsilodus* sp., *Panderodus gracilis* (Branson et Mehl), *Panderodus serratus* Rexroad в кровле слоя встречены единичные *Protopanderodus liripipus* Kennedy, Barnes et Uyeno.

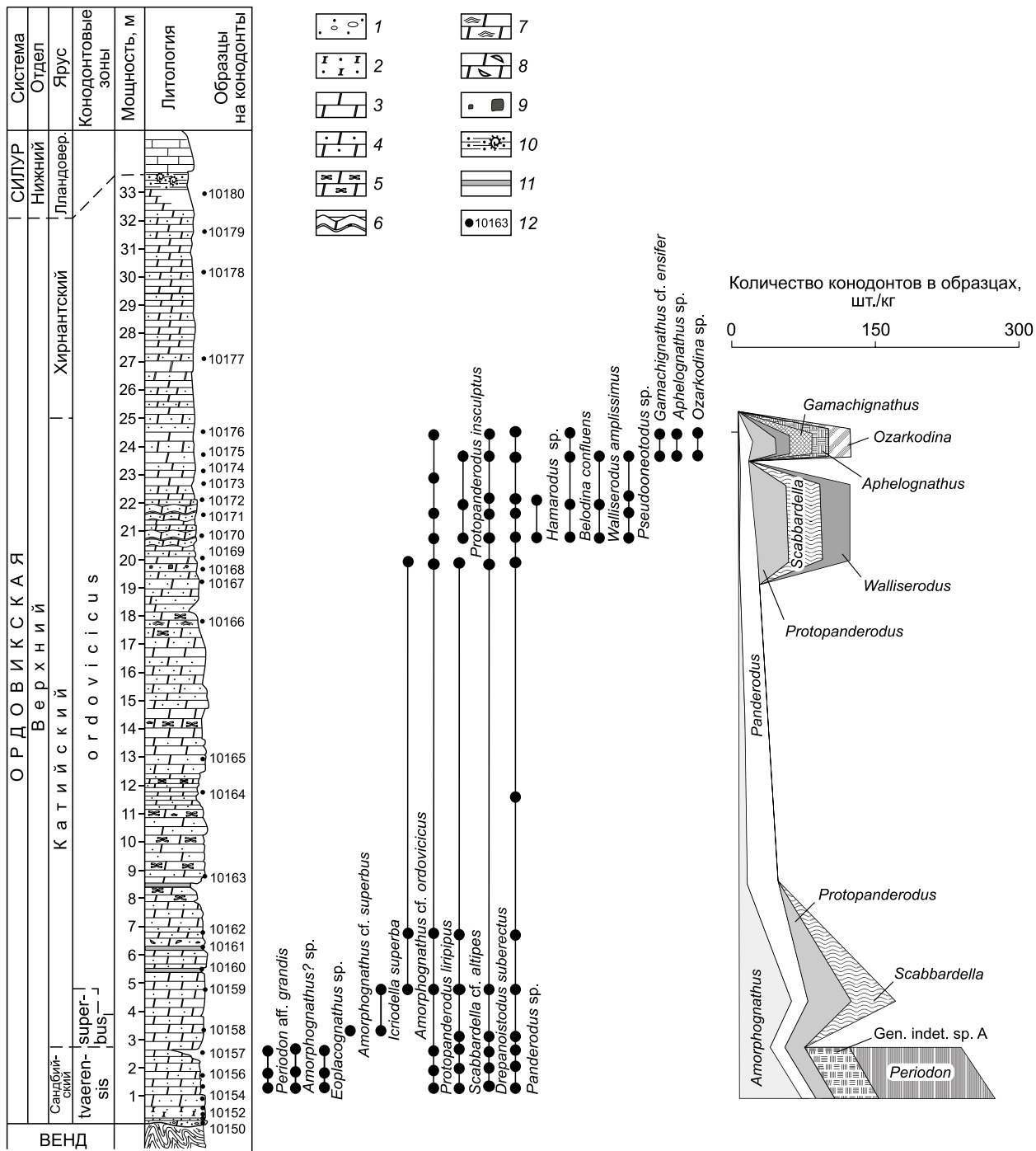


Рис. 4. Распространение конодонтов в стратотипическом разрезе набуллинской свиты Западно-Зилаирской зоны Южного Урала.

1 — гравелиты, 2 — доломитистые песчаники, 3 — доломиты, 4 — песчаные доломиты, 5 — доломиты со следами ползания и биотурбации, 6 — комковатые доломиты, 7 — водорослевые доломиты, 8 — доломиты с раковинным детритом, 9 — кремнистые стяжения, 10 — алевролиты с граптолитами, 11 — слои с *Thalassinoides*, 12 — номера образцов.

21.0—23.5 м — алевролитисто-глинистые доломиты серого цвета тонкослоистые, переслаивающиеся с водорослевыми доломитами. В них обнаружены (обр. 10170-173) конодонты, характерные для катийского яруса: *Belodina confluens* Sweet, *Drepanoistodus cf. suberectus* (Branson et Mehl), *Hamarodus cf. europaeus* (Serpagli), *Panderodus gracilis* (Branson et Mehl), *Protopanderodus liripipus* Kennedy, Barnes et Uyeno, *P. insculptus* (Branson et Mehl), *Walliserodus amplissimus* (Serpagli).

23.5—25.0 м — доломиты серые толсто- и среднеплитчатые с конодонтами (обр. 10175, 10176): *Aphelognathus* sp., *Ozarkodina*? sp., *Gamachignathus* cf. *ensifer* McCracken, *Panderodus gracilis* (Branson et Mehl), *Plectodina*? sp., *Protopanderodus insculptus* (Branson et Mehl), *Walliserodus* cf. *amplissimus* (Serpagli), характерные для верхов катийско-хирнантского яруса верхнего ордовика.

25.0—33.0 м — темно-серые доломитизированные известняки глинисто-алевроитистые.

33.0—33.2 м — алевроитистые доломиты темно-серые с брекчиевидной текстурой.

33.2—34.4 м — кремнисто-глинистые сланцы с граптолитами ордовикского облика.

Выше залегают переслаивающиеся черные глинистые известняки и углисто-глинистые сланцы с граптолитами нижнего—среднего лландовери нижнего силура: *Normalograptus* sp. indet, *Metaclimacograptus*? sp. indet, *Clyptograptus* sp. indet., *Orthograptus* sp. indet (определения Т.Н. Корень).

Сопоставляя бактинскую и тирляно-кагинскую свиты, можно отметить, что они не наращивают друг друга, как предполагали предшественники, а являются возрастными аналогами, несмотря на значительную разницу в мощностях.

Восточно-Зилаирская зона. Д.Г. Ожиганов к ордовика условно отнес кварцевые песчаники, переслаивающиеся с плитчатыми глинистыми алевролитами серицит-хлорит-кварцевого состава и серицит-хлоритовыми сланцами. Он выделил их в уразинскую свиту по названию хр. Ураза, сложенной этими породами. Она протягивается меридиональной полосой на левобережье р. Суваняк. В левом борту р. Суваняк в 4 км восточнее дер. Байгазино наблюдаются выходы перемежающихся кварцевых песчаников и алевролитов, условно отнесенные к ордовикским образованиям [Ожиганов, 1955б; Клочихин, 1960; Краузе, Маслов, 1961].

Авторам статьи впервые удалось получить фаунистическую характеристику пород из этого разреза. В алевролитовых прослоях обнаружены конодонты: *Periodon* cf. *aculeatus* (Hadding), *Protopanderodus* aff. *varicostatus* (Bergström), характерные для дарривильского яруса среднего ордовика.

Отложения ордовика Восточно-Зилаирской зоны были изучены детально в ее северной части, в районе развития гипербазитовых массивов Крака [Якупов и др., 2002]. Установлено, что ордовик Восточно-Зилаирской зоны представлен мощной толщей флишеподобных терригенно-кремнистых пород. Было предложено выделить их в новое стратиграфическое подразделение — *сухолядскую* толщу, по названию р. Сухоляд, по правому берегу которой наблюдается хорошо вскрытый разрез ордовикских отложений (см. рис. 1, 2-2; рис. 5).

Расчленение сухолядской толщи сделано на основе фауны конодонтов и хитинозой по нескольким разрезам, надстраивающим и дополняющим друг друга. Три из них представлены естественными

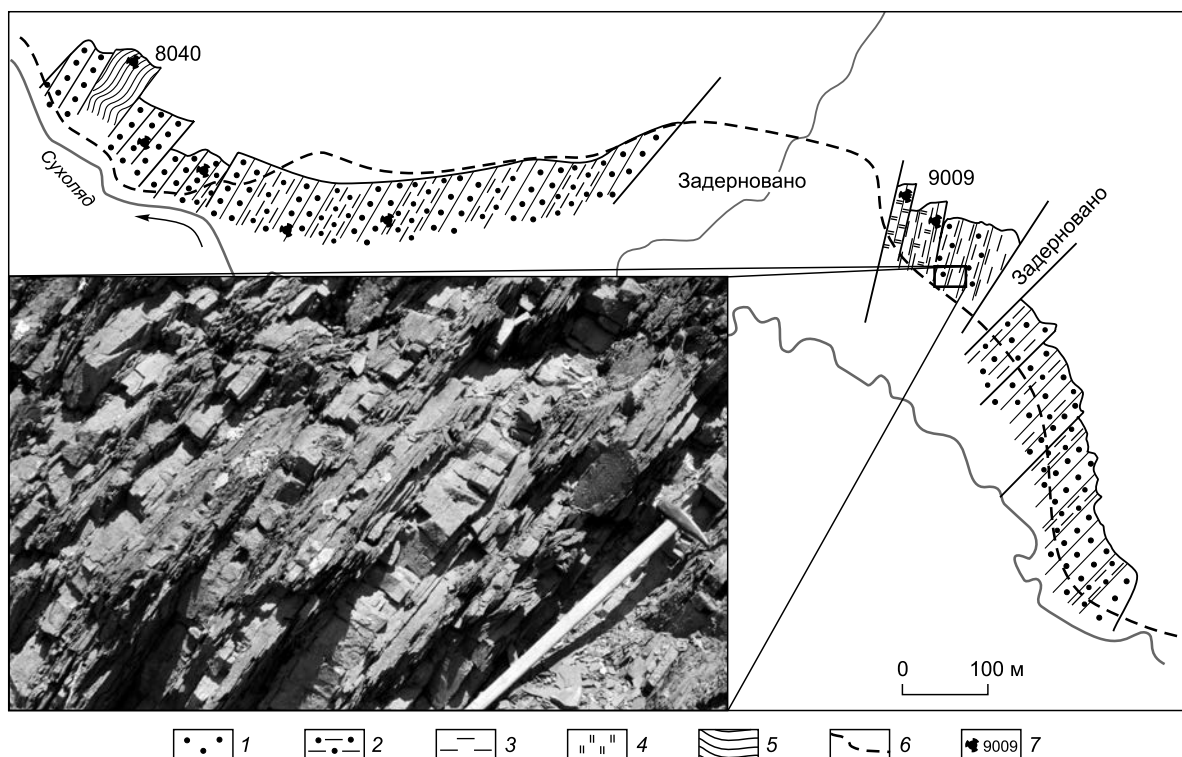


Рис. 5. Стратотипический разрез сухолядской толщи Восточно-Зилаирской зоны Южного Урала.

1 — песчаники, 2 — алевролиты, 3 — аргиллиты, 4 — кремни, 5 — углисто-глинистые алевролиты, 6 — дорога, 7 — номера образцов.

обнажениями: стратотипический на р. Сухоляд и по ручьям Каменный Ключ и Клянчин Ключ, четвертый вскрыт скв. № 5, пробуренной в 11 км восточнее с. Кага.

В основании толщи лежат кварцевые песчаники массивные и толстоплитчатые темно-серые и серые, которые выше сменяются переслаивающимися алевропесчаниками, алевролитами и аргиллитами табачно-зеленого цвета с единичными прослойками кремнистых аргиллитов темно-серого цвета с вишневым оттенком. Мощность 300—350 м. В разрезе на р. Сухоляд в табачно-зеленых алевролитах обнаружены граптолиты (т. 8040): *Didymograptus* sp., *Exspansograptus* sp., хитинозои: *Lagenochitina grossum* Obut, *L. tumida* Umnova, *Cyathochitina calix* (Eisenack), *C. hunderumensis* Grahn, Nolvak & Paris в кремнистых аргиллитах в разрезе по ручью Клянчин Ключ собраны конодонты: *Drepanoistodus* sp., *Microzarkodina* cf. *parva* Lindström, *Paroistodus* cf. *originalis* (Sergeeva), *Periodon* cf. *flabellum* (Lindström), *Protopanderodus* cf. *rectus* (Lindström). Фауна характерна для дапинского яруса среднего ордовика (конодонтовая зона *originalis*, хитинозоевая зона *B. henryi*).

Средняя часть сводного разреза хорошо вскрыта по руч. Каменный Ключ и скв. № 5. Она представлена чередованием пачек песчаников, алевролитов и кремнистых аргиллитов. Мощность пачек от 5—10 м (кремнистые аргиллиты) до 40—50 м (песчаники). В кремнистых аргиллитах в разрезе Каменный Ключ найдены конодонты: *Panderodus mutatus* (Branson et Mehl), *Periodon* cf. *aculeatus* (Hadding), *Protopanderodus* cf. *varicostatus* (Bergström.) [Пучков, 1995]. В скв. № 5 в интервале 386—520 м в кремнистых аргиллитах обнаружены конодонты *Ansella* cf. *jemtlandica* (Lofgren), *Periodon aculeatus* (Hadding), *Pygodus serra* (Hadding), хитинозои *Cyathochitina regnelli* Eisenack, *C. cf. calix* (Eisenack), *C. hunderumensis* Grahn, Nolvak & Paris, *Lagenochitina esthonica* Eisenack стратиграфический интервал распространения этих видов конодонтов и хитинозой соответствует дарривильскому ярусу среднего ордовика (конодонтовые зоны *P. serra*—*P. anserinus*, хитинозоевые зоны *C. calix*—*L. clavata*).

Верхняя часть сухолядской толщи обнажается по р. Сухоляд и выделена в разрезе скв. № 5 в интервале 166—386 м. Она сложена ритмично переслаивающимися терригенными породами преимущественно кварцевого состава псаммитовых, алевритовых и пелитовых разностей с единичными тонкими кремнистыми прослойками. В скв. № 5 в интервале 206—207 м встречены конодонты: *Periodon* aff. *grandis* Ethington, *Protopanderodus liripipus* Kennedy, Barnes et Uyeno, единичные S элементы *Amorphognathus* sp.; хитинозои *Belonechitina hirsuta* (Laufeld), *B. cactacea* (Eisenack), *Cyathochitina calix* (Eisenack), характерные для верхов сандбийско-катийского яруса верхнего ордовика (конодонтовые зоны *A. tvaerensis*—*A. ordovicicus*, хитинозоевая — *L. dalbyensis*). В интервале 167—166 м выявлены элементы видов *Periodon grandis* Ethington, *Protopanderodus liripipus* Kennedy, Barnes et Uyeno, *Drepanoistodus* cf. *suberectus* (Branson et Mehl) и единичные *Amorphognathus* sp., имеющие распространение в катийском—хирнантском ярусах (зоны *A. superbus*—*A. ordovicicus*). В разрезе по р. Сухоляд обнаружены единичные конодонты (т. 9009) *Protopanderodus insculptus* (Branson et Mehl), *Protopanderodus liripipus* Kennedy, Barnes et Uyeno, распространенные в верхах катийского—хирнантском ярусе верхнего ордовика (зона *A. ordovicicus*). Мощность средней и верхней частей 500—600 м.

Суммарная мощность сухолядской толщи 800—900 м.

Уралтауская зона образована метаморфическими породами, в которых по степени метаморфизма Д.Г. Ожиганов выделил два комплекса: максютовский — глаукофан-эклогитовый и суваянский — зеленосланцевый. Комплексы, в свою очередь, были разделены на свиты. Возраст, метаморфических комплексов считался докембрийским [Ожиганов, 1955б]. В последние годы накоплен материал, доказывающий раннепалеозойский возраст большинства свит суваянского комплекса [Криницкий, Криницкая, 1965; Чибрикова, Олли, 1997; Олли, Чибрикова, 2004; Якупов, 2008, 2010]. Так, ордовикская фауна была обнаружена в породах белекейской свиты [Якупов, 2008; Якупов, 2012].

Белекейская свита представлена ритмичным переслаиванием толстоплитчатых кварцитовидных песчаников, среднеплитчатых кварцево-слюдистых песчаников, слюдисто-кварцевых алевролитов и слюдистых сланцев. Мощность 1000—1200 м [Ожиганов, 1955б]. Стратотип ее находится на левом берегу р. Суваняк в 300 м ниже устья р. Белекей-Елга (см. рис. 1, з). Впервые стратотипический разрез белекейской свиты получил фаунистическую характеристику. Здесь были выделены хитинозои: в нижней части разреза — *Cyathochitina hunderumensis* Grahn, Nolvak & Paris, характерные для дапинского—низов дарривильского яруса среднего ордовика, выше — *Cyathochitina hunderumensis* Grahn, Nolvak & Paris и *Cyathochitina calix* (Eisenack), диапазон существования этих видов дапинский—дарривильский ярусы среднего ордовика [Якупов, 2008].

Южнее, в 10 км восточнее п. Кананикольского, на р. Кана, восточнее руч. Павлиха выявлены отложения более высокой части белекейской свиты с хитинозоями *Cyathochitina calix* (Eisenack), *Conochitina* cf. *dolosa* Laufeld, *Conochitina* cf. *dispar* (Benoit and Taugourdeau), *Clavachitina* sp, распространенные в дарривильском ярусе среднего ордовика [Якупов, 2008].

Данный интервал белекейской свиты по возрасту сопоставим с песчаниками уразинской свиты в разрезе по р. Суваняк.

БИОСТРАТИГРАФИЧЕСКОЕ РАСЧЛЕНЕНИЕ

Западно-Зилаирская зона. Биостратиграфическое расчленение по конодонтам тирляно-кагинской толщи набиуллинской свиты проведено в разрезах центральной части зоны в естественных обнажениях и в скважинах. Наиболее полный объем толщи установлен в стратотипическом разрезе напротив дер. Набиуллино. Разрез опробован послойно. Распределение конодонтов в нем неравномерное, зависит от фациального состава вмещающих пород. Наибольшее количество конодонтов отмечается в слоистых песчаных доломитах. В глинистых, комковатых, водорослевых, биотурбированных и массивных доломитах конодонты крайне редкие и однообразные. Конодонты, выявленные в разрезах тирляно-кагинской толщи, представлены в основном таксонами, характерными для Северо-Атлантической провинции.

На основе установленной в разрезе филологии рода *Amorphognathus* выделяются следующие биостратиграфические подразделения (см. рис. 2).

1. Зона *Amorphognathus* sp. (верхи сандбийского яруса верхнего ордовика). Интервал 0.5—3.2 м. Нижняя граница совпадает с трансгрессивной границей ордовикских образований. Верхняя граница определена по появлению *Amorphognathus superbus* (Rhodes). В комплексе присутствуют *Amorphognathus* sp., Gen. indet. sp. A (табл. I, фиг. 1, 2), *Periodon* aff. *grandis* Ethington, *Protopanderodus liripipus* Kennedy, Barnes et Uyeno. Доминантным является вид *Periodon* aff. *grandis* Ethington, количество элементов которого составляет ~50 %, *Amorphognathus* sp. ~20 %, *Protopanderodus liripipus* Kennedy, Barnes et Uyeno ~15 %. Соотношение видов и их общее количество выдерживаются по всему интервалу в разрезе. Аналогичный комплекс выявлен южнее по простиранию толщи у с. Старосубхангулово в основании разреза скв. 57. Gen. indet. sp. A и *Periodon* aff. *grandis* Ethington характерны только для нижнего интервала разреза и не встречаются в вышележащих слоях.

2. Зона *A. superbus* (нижняя часть катийского яруса верхнего ордовика). Интервал 3.2—4.9 м. Нижняя граница установлена по появлению вида-индекса, верхняя — по появлению *Amorphognathus ordovicicus* Branson et Mehl. В ассоциации также обнаружены *Drepanoistodus* cf. *suberectus* (Branson et Mehl), *Icriodella superba* Rhodes, *Protopanderodus liripipus* Kennedy, Barnes et Uyeno, *Scabardella* cf. *altipes* (Hennings), *Spinodus* cf. *spinatus* Hadding. Количество элементов рода *Amorphognathus* достигает 70 %, *Protopanderodus liripipus* ~25 %. Остальные виды единичные, их доля вместе взятых составляет не более 5 %. Присутствующий в комплексе вид *A. superbus* является зональным видом одноименной зоны стандартной конодонтовой шкалы Северо-Атлантической провинции.

3. Зона *A. ordovicicus* (катийский ярус верхнего ордовика). Интервал 4.9—23.5 м. Нижняя граница устанавливается по появлению вида-индекса, являющегося зональным видом одноименной зоны стандартной конодонтовой шкалы, верхняя по появлению вида *Gamachignathus ensifer* McCracken. Здесь также обнаружены: *Drepanoistodus* cf. *suberectus* (Branson et Mehl), *Hamarodus* cf. *europaeus* (Serpagli), *Panderodus gracilis* (Branson et Mehl), *Protopanderodus liripipus* Kennedy, Barnes et Uyeno, *Scabardella* cf. *altipes* (Hennings), *Walliserodus amplissimus* (Serpagli). Преимущественным распространением в комплексе пользуются виды *A. ordovicicus* Branson et Mehl, *P. liripipus* Kennedy, Barnes et Uyeno, *Scabardella altipes* (Henningsmoen), составляющие в целом ~80 %. В верхней части в интервале 20—23 м от основания разреза номинальный вид *A. ordovicicus* Branson et Mehl крайне редок. Наибольшее количество (до ~90 %) составляют виды *Protopanderodus liripipus* Kennedy, Barnes et Uyeno, *Walliserodus amplissimus* (Serpagli). В единичных экземплярах присутствуют элементы *Belodina confluens* Sweet, *Ozarkodina* sp.,

ТАБЛИЦА I. Конодонты из тирляно-кагинской толщи набиуллинской свиты. Стратотипический разрез набиуллинской свиты у дер. Набиуллино. Западно-Зилаирская зона, Южный Урал.

1–3 – Gen. indet. sp. A, обр. 10154: 1 – Pa-элемент: а – вид сверху, б – вид снизу, в – вид сбоку, ×45; 2 – M-элемент, вид сбоку, ×50; 3 – Pa-элемент, вид сверху, ×45;

4, 5 – *Amorphognathus* cf. *superbus* (Rhodes), обр. 10158: 4 – Pa-элемент вид сверху, ×45, 5 – M-элемент вид сбоку, ×50;

6–8 – *Amorphognathus ordovicicus* (Branson et Mehl), обр. 10159: 6 – Pa-элемент, вид сверху, ×45, 7,8 – M-элемент, вид сбоку, ×50;

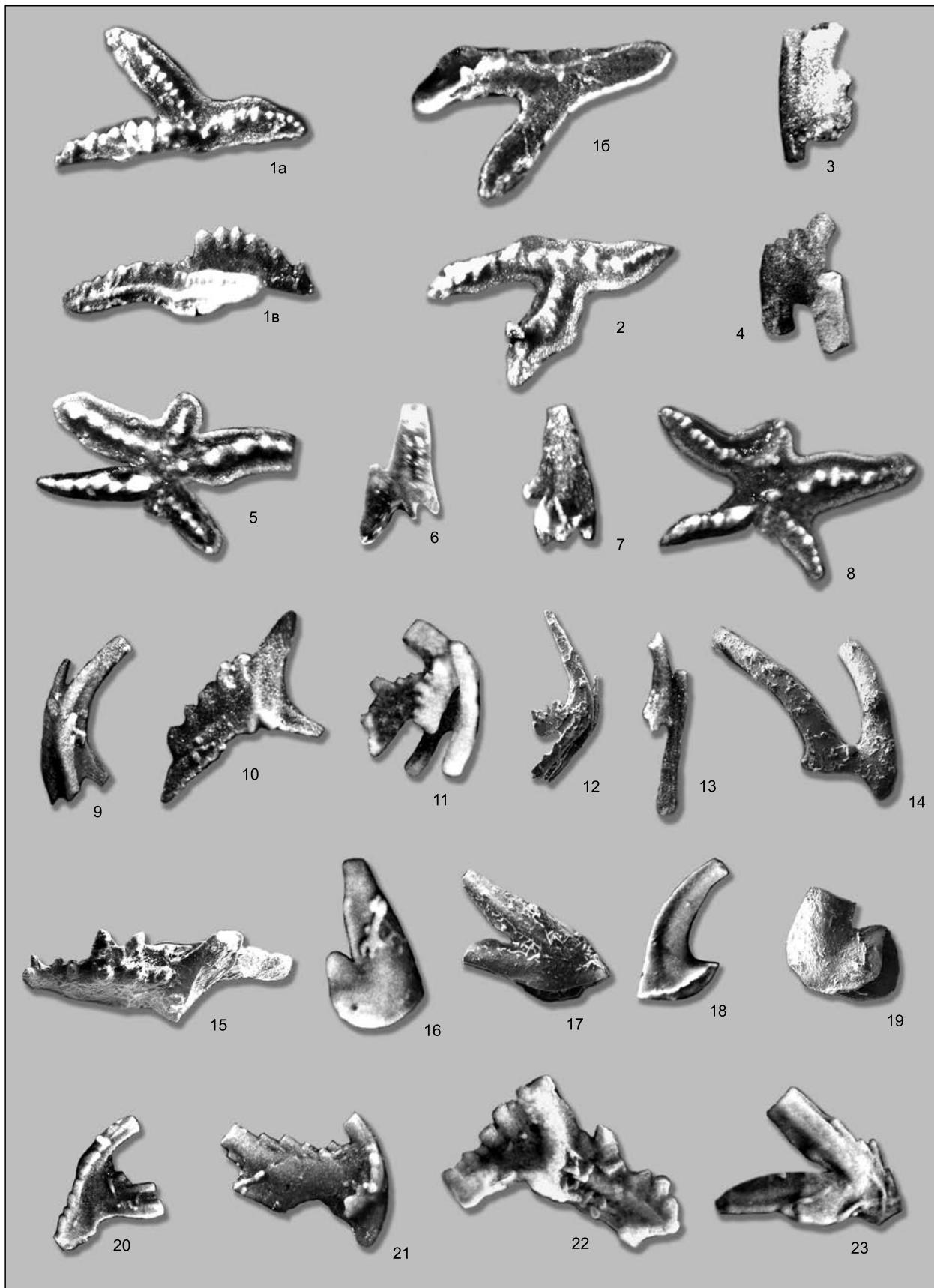
9–13 – *Amorphognathus* sp. обр.: 9 – Sb-элемент, вид сбоку, ×50; 10 – Pb-элемент, вид сбоку, ×45, 11 – Sd-элемент, вид сбоку, ×50, 12 – Sa-элемент, вид сбоку, 13 – Sc-элемент, вид сбоку, ×45;

14 – *Spinodus* cf. *spinatus* Hadding, обр. 10158: P элемент, вид сбоку, ×45;

15 – *Icriodella superba* Rhodes, обр. 10158, Pa-элемент, вид сверху, 45;

16–19 – *Drepanoistodus* cf. *suberectus* (Branson et Mehl), обр. 10170, 16 – M-элемент, вид сбоку, ×30, 17 – M-элемент, вид сбоку, ×30, 18 – S-элемент, вид сбоку, ×45, 19 – M-элемент, вид сбоку, ×60;

20–23 – *Periodon* aff. *grandis* Ethington, обр. 10154: 20, 21 – Sb-элементы, вид, ×50, 22, 23 – Pb-элементы, вид сбоку, ×50, 24 – M-элемент, вид сбоку, 50.



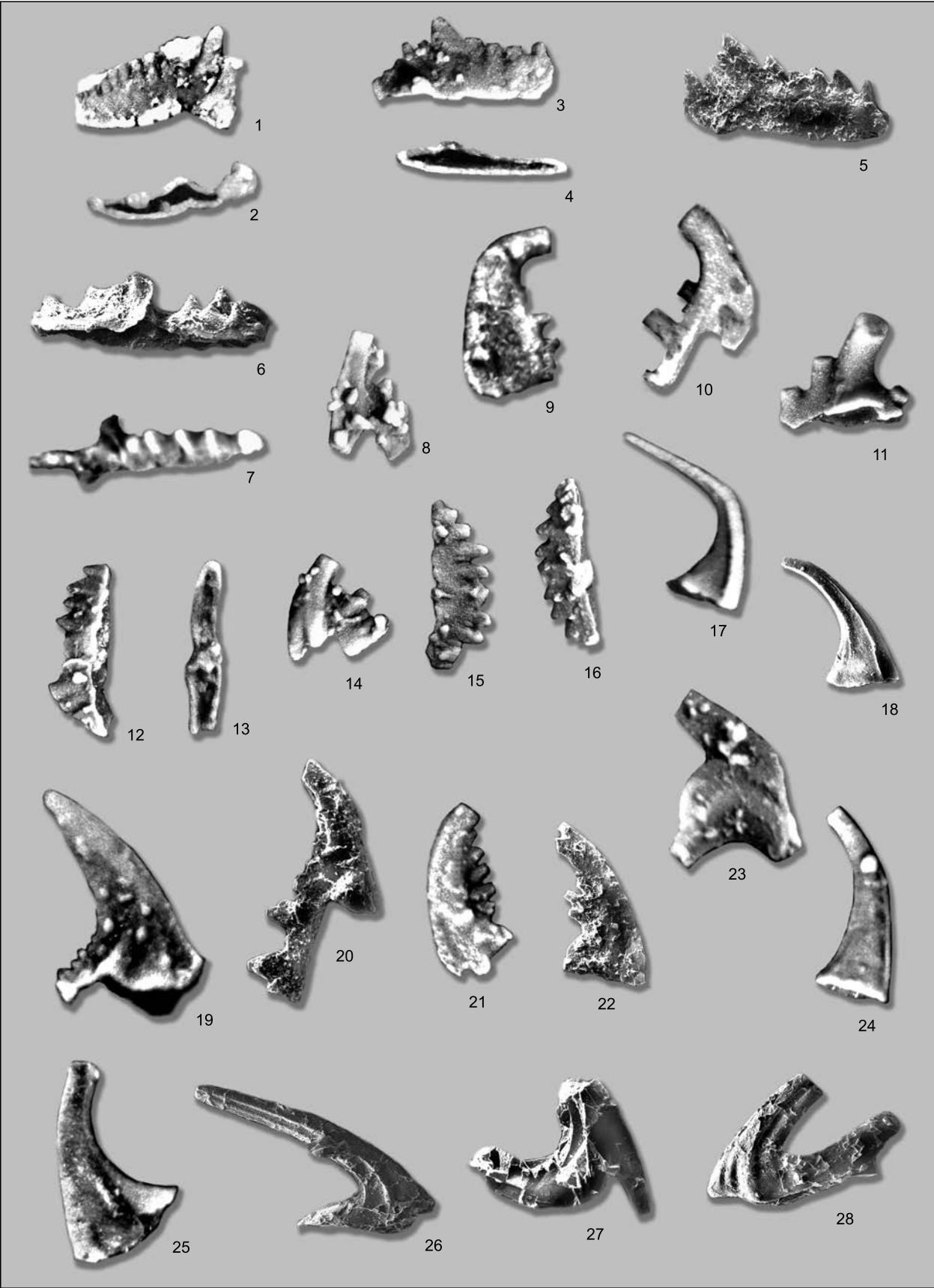


ТАБЛИЦА II. Конодонты из тирляно-кагинской толщи набиуллинской свиты. Стратиграфический разрез набиуллинской свиты у д. Набиуллино. Западно-Зилаирская зона, Южный Урал.

1–5 – *Ozarkodina?* sp., обр. 10175, 1-2 – 1-S?-элемент, 1 – вид сбоку, 2 – вид снизу, 3-5 – Pb-элемент, 3,5 – вид сбоку, 4 – вид снизу, ×60;

6–8 – *Gamachignathus* cf. *ensifer* McCracken, обр. 10175, 6,7 – Pa-элементы, 6 – вид сбоку, 7 – вид сверху, 8 – S-элемент, вид сбоку, ×60;

9–11 – *Oulodus* sp., обр. 10176, S-элементы, виды сбоку, 9 ×70, 10 – ×40; 11×50;

12,13, – *Aphelognathus?* sp., обр. 10175, Pa-элемент, 12 – вид сбоку, 13 – вид снизу, ×60;

14–16 – *Plectodina?* sp., обр. 10175, 14 – S-элемент, вид сбоку, ×50, 15, 16 – Pa-элементы, вид сбоку ×60,

17–18 – *Walliserodus amplisimus* (Serpagli), обр. 10172, 17 – P-элемент, вид сбоку, ×50, 18 – S-элемент, вид сбоку, ×50;

19–20 – *Hamarodus* cf. *europaeus* (Serpagli), обр. 10172, 19 – P-элемент, вид ×40, 20 – S-элемент, вид сбоку, ×50;

21–23 – *Belodina confluens* Sweet, обр. 10170, 23 – M-элемент, вид сбоку, ×40, 21, 22 – S-элемент, вид сбоку, ×60;

24, 25 – *Scabardella* cf. *altipes* (Henningsmoen), обр. 10159, 21 – P-элемент, вид сбоку, ×50, 25 – S-элемент, вид сбоку, ×40;

26–27 – *Protopanderodus liripipus* Kennedy, Barnes et Uyeno, обр. 10159, 27 – P-элемент, вид сбоку, ×40, 26 – S-элемент, вид сбоку, ×60;

28 – *Protopanderodus insculptus* (Branson et Mehl), обр. 10175, P-элемент, вид сбоку, ×50.

Protopanderodus insculptus (Branson et Mehl). Зона *Amorphognathus ordovicicus* прослеживается во всех разрезах ордовика (естественных и вскрытых скважинами) центральной и самой северной (Юрюзанской синклинали) части Западно-Зилаирской зоны.

4. Слои с комплексом *Gamachignathus ensifer* McCracken (верхи катийского—хирнантский ярус верхнего ордовика) устанавливаются по появлению номинального вида в интервале 23.5—24.5 м. В комплексе присутствуют: *Aphelognathus?* sp., *Gamachignathus ensifer* McCracken, *Dapsilodus* sp., *Hamarodus* sp., *Oulodus* sp., *Ozarkodina?* sp., *Panderodus* sp., *Plectodina?* sp., *Protopanderodus insculptus* (Branson et Mehl), *Protopanderodus liripipus* Kennedy, Barnes et Uyeno, *Scabardella altipes* (Hennings), *Walliserodus* cf. *amplisimus* (Serpagli). Доминирующими являются виды *Protopanderodus liripipus* Kennedy, Barnes et Uyeno, *Walliserodus* cf. *amplisimus* (Serpagli), составляющие 60 %. *Gamachignathus ensifer* McCracken, *Ozarkodina?* sp., *Oulodus* sp. составляют ~35 %. Остальные таксоны единичные. Аналогичный комплекс обнаружен в верхних слоях разреза у дер. Кургашлы.

Важным стратиграфическим видом в этом комплексе является *Gamachignathus ensifer* McCracken (табл. II, фиг. 7, 8). В американских разрезах и в разрезах Балтоскандии он характерен для верхов катийского и хирнантского ярусов [Zhang, Barnes, 2002; Kaljo, Hints et al., 2008].

Восточно-Зилаирская зона. Ассоциации конодонтов из терригенно-кремнистых пород сухолядской толщи представлены видами, отличными от видов, распространенных в карбонатно-терригенных отложениях Западно-Зилаирской зоны. В основном они представлены пелагическими видами области открытого океана, за исключением единичных элементов *Amorphognathus* sp., в верхнеордовикских комплексах. Выявленные таксоны имеют широкое географическое распространение и, соответственно, хорошую корреляционную способность. По комплексам хитиной разрез ордовика хорошо сопоставляется с разрезами Прибалтики и Московской синеклизы [Якупов, 2012]. В сухолядской толще установлена последовательность четырех конодонтовых биостратиграфических подразделений и трех хитиновых в ранге слоев с фауной (см. рис. 2).

1. Слои с *Paroistodus* cf. *originalis* и *Lagenochitina grossum* (дапинский ярус среднего ордовика). Выделяются в районе массивов Крака в разрезе по ручью Клянчин Ключ и в нижней части разреза по ручью Бусов. Помимо номинальных видов в комплексе конодонтов встречены *Drepanoistodus* sp., *Microzarkodina* cf. *parva* Lindström, *Periodon* cf. *flabellum* (Lindström), *Protopanderodus* cf. *rectus* (Lindström); комплекс хитиной включает: *Cyathochitina hunderumensis* Grahn, Nölvak et Paris, *C. campanulaeformis* (Eisenack), *Conochitina primitiva* Eisenack, *Lagenochitina esthonica* Eisenack, *Lagenochitina grossum* Obut, *Rhabdochitina gracilis* Eisenack, *Rhabdochitina magna* Eisenack. Сопоставляются с конодонтовой зоной P. *originalis* стандартной конодонтовой шкалы и зоной *parva* шкалы Ленинградской области. По хитиноподобиям хорошо коррелируются с зоной *grossum*, выделяемой в Московской синеклизе.

2. Слои с *Pygodus serra* (Hadding), *Periodon* cf. *aculeatus* (Hadding) и *Cyathochitina regnelli* Eisenack (дарривильский ярус среднего ордовика). Выделяются в разрезах стратотипической местности на отрогах хр. Ураза, на левобережье р. Суваняк, по ручью Каменный Ключ и в скв. № 5 в интервале 480—518 м. Комплекс конодонтов содержит *Ansella* cf. *jemtlandica* (Lofgren), *Panderodus mutatus* (Br. et M.), *Periodon* cf. *aculeatus* (Hadding), *Pygodus serra* (Hadding), *Protopanderodus* cf. *varicostatus* (Bergst.), характерные для стандартной зоны *serra*. В хитиновом комплексе помимо номинального вида присутствуют *Cyathochitina calix* (Eisenack), *Lagenochitina* cf. *tumida* Umnova, *Lagenochitina* cf. *esthonica* Eisenack.

Наличие вида *Cyathochitina regnelli* Eisenack, что дает возможность соотнести эти слои с зоной regnelli шкалы Московской синеклизы.

3. Слои с *Periodon* aff. *grandis*, *Protopanderodus liripipus* (сандбийский ярус верхнего ордовика) выделены в скв. № 5 в интервале 206—207 м. Диапазон существования вида *Protopanderodus liripipus* Kennedy, Barnes et Uyeno — верхний ордовик, *Periodon* aff. *grandis* (Ethington) является переходной формой от дарривильского вида *Periodon aculeatus* Hadding к *Periodon grandis* (Ethington), появляющегося в конце сандбья. На основании этого комплекс коррелируется с зоной *A. tvaerensis* сандбийского яруса верхнего ордовика. Хитинозевый комплекс с *Belonechitina hirsuta* (Laufeld) выделен в скв. № 5 на уровне 207—218 м и включает виды: *Belonechitina cactacea* (Eisenack), *B. hirsuta* (Laufeld), *Cyathochitina calix* (Eisenack), *Desmochitina* ex gr. *minor* Eisenack. В Балтоскандии вид *Belonechitina hirsuta* (Laufeld) распространен в сандбийском ярусе.

4. Слои с *Periodon grandis* (катийский-хирнантский ярус верхнего ордовика) выделены в скв. № 5 в верхних слоях сухолядской толщи в интервале 167—166 м и в стратотипическом разрезе по р. Сухоляд. В комплекс конодонтов, характеризующих эти слои, входят также *Drepanoistodus* cf. *suberectus* (Branson et Mehl), *Protopanderodus liripipus* Kennedy, Barnes et Uyeno и единичные элементы *Amorphognathus* sp. В разрезе по р. Сухоляд встречен *Protopanderodus insculptus* (Branson et Mehl). В разрезах Западно-Зилаирской зоны этот вид встречается только в верхних слоях ордовикских разрезов (верхи катиена—хирнант). Слои сопоставляются с зоной *A. ordovicicus*.

Уралтауская зона. В отложениях белекейской свиты суваянского комплекса выявлены:

1. Слои с *Eremochitina brevis* Benoit & Taugourdeau, *Cyathochitina hunderumensis* Grahn, Nolvak & Paris, *Cyathochitina calix* Eisenack (дапинский ярус среднего ордовика) выделены в стратотипическом разрезе белекейской свиты. Данный комплекс сопоставляется с верхней частью зоны *brevis* стандартной хитинозевой шкалы.

2. Слои с *Cyathochitina hunderumensis* Grahn, Nolvak & Paris (дапинский—низы дарривильского яруса среднего ордовика) выявлены в стратотипическом разрезе белекейской свиты. Вид *Cyathochitina hunderumensis* Grahn, Nolvak et Paris распространен в среднем ордовике.

3. Слои с *Cyathochitina calix* Eisenack, *Conochitina* cf. *dolosa* Laufeld, *C.* cf. *dispar* (дарривильский ярус среднего ордовика) установлены в разрезе белекейской свиты по р. Кана. Данные виды характерны для дарривильского яруса среднего ордовика, имеют широкое географическое распространение.

Установленный стратиграфический объем белекейской свиты Уралтауской зоны сопоставим с нижней частью сухолядской толщи Восточно-Зилаирской зоны (см. рис. 2)

КОНОДОНТОВЫЕ БИОФАЦИИ

Для ордовикской фауны характерна палеобиогеографическая дифференциация, по этой причине для ордовикского периода разработаны две стандартные конодонтовые зональные шкалы для разных биогеографических провинций: Северо-Атлантическая (или холодноводная) и Мидконтинентальная (или тепловодная) [The Geologic Time..., 2012].

В настоящее время исследователи, изучая распределение конодонтов в различных фациях, приходят к выводу, что оно контролируется не только палеоклиматическими факторами, но и глубинами морских бассейнов. Установлено, что в мелководных шельфовых фациях доминируют таксоны Мидконтинентальной провинции, представленные родами: *Aphelognathus*, *Plectodina*, *Phragmodus*, *Ozarkodina*, *Oulodus*. В глубоководных фациях распространены ассоциации конодонтов шкалы Северо-Атлантической провинции. Причем в отложениях глубокого шельфа доминируют роды: *Amorphognathus*, *Drepanoistodus*, *Protopanderodus*, в подчиненном количестве — *Periodon* и *Prioniodus*; в образованиях открытого моря преимущественным распространением пользуются роды *Periodon*, *Prioniodus* [Nasedkina, Klyuzhina, 1985; Zhang, Barnes, 2002]. Область распространения биофации *Periodon-Prioniodus* предлагается рассматривать как самостоятельную биогеографическую область открытого океана [Percival, Zhen, 2007].

Подобная схема распространения конодонтов наблюдается в ордовикских разрезах западного склона Южного Урала [Мавринская, 2008; Mavrinskaya, 2011].

В разнофациальных разрезах западного склона Южного Урала в латеральном направлении от палеошельфовой зоны к палеокеанической области выявлены различные конодонтовые биофации. В центральной части Западно-Зилаирской зоны (палеошельфовой) преобладает глубоководно-шельфовая биофация *Amorphognathus*, характерная для Северо-Атлантической провинции. В комплексах, полученных из батинальных отложений Восточно-Зилаирской зоны, отмечается отсутствие таксонов, типичных для Северо-Атлантической провинции (за исключением единичных элементов *Amorphognathus* sp. в верхнеордовикских ассоциациях), и распространение глубоководного рода *Periodon*, характерного для «области открытого моря».

В Западно-Зилаирской зоне в разрезе тирляно-кагинской толщи набиуллинской свиты наблюдаются изменения конодонтовой фауны по вертикали (см. рис. 4).

1. В песчанистых доломитах в основании разреза выявлен смешанный комплекс, содержащий обильные конодонты до 300 экз./г породы, представленные таксонами глубоководной биофации *Periodon* и биофации глубокого шельфа *Amorphognathus* с преимущественным развитием биофации *Periodon*.

2. В вышележащей пачке слоистых доломитов обнаружены многочисленные конодонты (от 60 в нижних до 120—200 экз./кг в верхних слоях) глубоководно-шельфовой биофации *Amorphognathus-Protopanderodus-Drepanoistodus*.

3. В глинистых, водорослевых сильно биотурбированных доломитах и массивных доломитах конодонты крайне редкие, встречаются в основном эврифациальные таксоны рода *Panderodus*.

4. В толстоплитчатых доломитах в верхах разреза выделен комплекс конодонтов, в котором присутствуют многочисленные таксоны мелководных родов *Aphelognathus*, *Belodina*, *Gamachignathus*, *Ozarkodina*.

Таким образом, в ордовикской последовательности Западно-Зилаирской зоны на разных стратиграфических уровнях отмечаются периодические изменения конодонтовых биофаций от более глубоководных к мелководным, связанные, по-видимому, с колебаниями уровня моря.

ХИРНАНТСКОЕ УГЛЕРОД-ИЗОТОПНОЕ СОБЫТИЕ

Первые хемостратиграфические исследования по изотопам углерода и кислорода были выполнены на западном склоне Южного Урала в стратотипическом разрезе набиуллинской свиты. Изучение изотопного состава углерода и кислорода наиболее детально проведено в интервале 21—33 м (рис. 6), предположительно в верхах катия—хирнанте. Образцы на этом участке отбирались через каждые 0.5 м. Вышележащие отложения представлены пачкой кремнисто-глинистых алевролитов с граптолитами ордовика мощностью до 1.2 м, в которых отсутствуют карбонаты. Через небольшой задержанный интервал встречаются высыпки известковистых алевролитов с граптолитами силурийского возраста.

Обработка отобранных образцов проводилась в Сыктывкаре, ИГ Коми НЦ УрО РАН. Разложение карбонатов в ортофосфорной кислоте и измерение состава углерода и кислорода методом проточной масс-спектрометрии в режиме постоянного потока гелия производились на аналитическом комплексе фирмы ThermoFisher Scientific (Бремен, Германия), включающем в себя систему подготовки и ввода проб GazBench II, соединенную с масс-спектрометром DELTA V Advantage. Значения $\delta^{13}\text{C}$ даны в промилле относительно стандарта PDB, $\delta^{18}\text{O}$ — стандарта SMOW.

Исследования показали положительный экскурс изотопов $\delta^{13}\text{C}$ при небольшой флуктуации $\delta^{18}\text{O}$. Разброс значений $\delta^{13}\text{C}$ по разрезу находится в пределах 0.03—3.30 ‰ и в среднем составляет 1.5 ‰. Значения $\delta^{18}\text{O}$ варьируют от 23.3 до 26.1 ‰, составляя в среднем 24.8 ‰. На кривой вариаций изотопного состава углерода фиксируется увеличение значений по $\delta^{13}\text{C}$ с максимумом до 3.3 ‰ в 24 м от основания (в интервале слоев с *Gamachignathus cf. ensifer*). Последний образец показывает падение $\delta^{13}\text{C}$ с 2.5 до 0.9 ‰ вблизи нижней границы силура. В 0.5 м выше по разрезу появляются тонкие известковистые алевролиты с граптолитами лландовери [Краузе, Маслов, 1961].

Во многих регионах мира в верхнем ордовике выделяются два положительных экскурса $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$: GICE (Guttenberg Isotope Carbon Excurcion), приуроченный к основанию катийского яруса, и NICE (Hirnantian Isotope Carbon Excurcion) [Bergström et al., 2006; The Geologic Time..., 2012].

Первый экскурс в набиуллинском разрезе не проявлен. Хотя на уровне основания катийского яруса отмечается начало положительной флуктуации со значением $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$ около 1 ‰, протягивающейся до 18-го метра (см. рис. 6). Возможно, что событие не удалось зафиксировать из-за большого шага отбора образцов.

Хирнантское событие положительного экскурса изотопов $\delta^{13}\text{C}$ прослеживается глобально во многих регионах мира, но имеет разное время проявления и степень интенсивности. На Северо-Американском мидконтиненте положительный экскурс NICE начинает проявляться ниже границы катий—хирнант, в прехирнанте [Bergström et al., 2006]. В Балтоскандии увеличение значений выше 2 ‰ фиксируется в поркунийском горизонте [Kaljo et al., 2008]. Можно предположить, что развитие позднеордовикского бассейна в пределах пассивной окраины Русской платформы на Южном Урале происходило в тесной связи с Балтоскандией. Появление положительного экскурса $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$ до 3.3 ‰ в верхней части Набиуллинского разреза, возможно, указывает на начало хирнантского геохимического события NICE [The Geologic Time..., Bergström et al., 2006; Haq, Schutter, 2008; Kaljo et al., 2008; Антошкина, 2012; Дронов, 2012]. Максимальный пик NICE (6.0 ‰ и более), регистрируемый в ряде регионов мира в основании верхнего хирнанта, не представлен в данном разрезе.

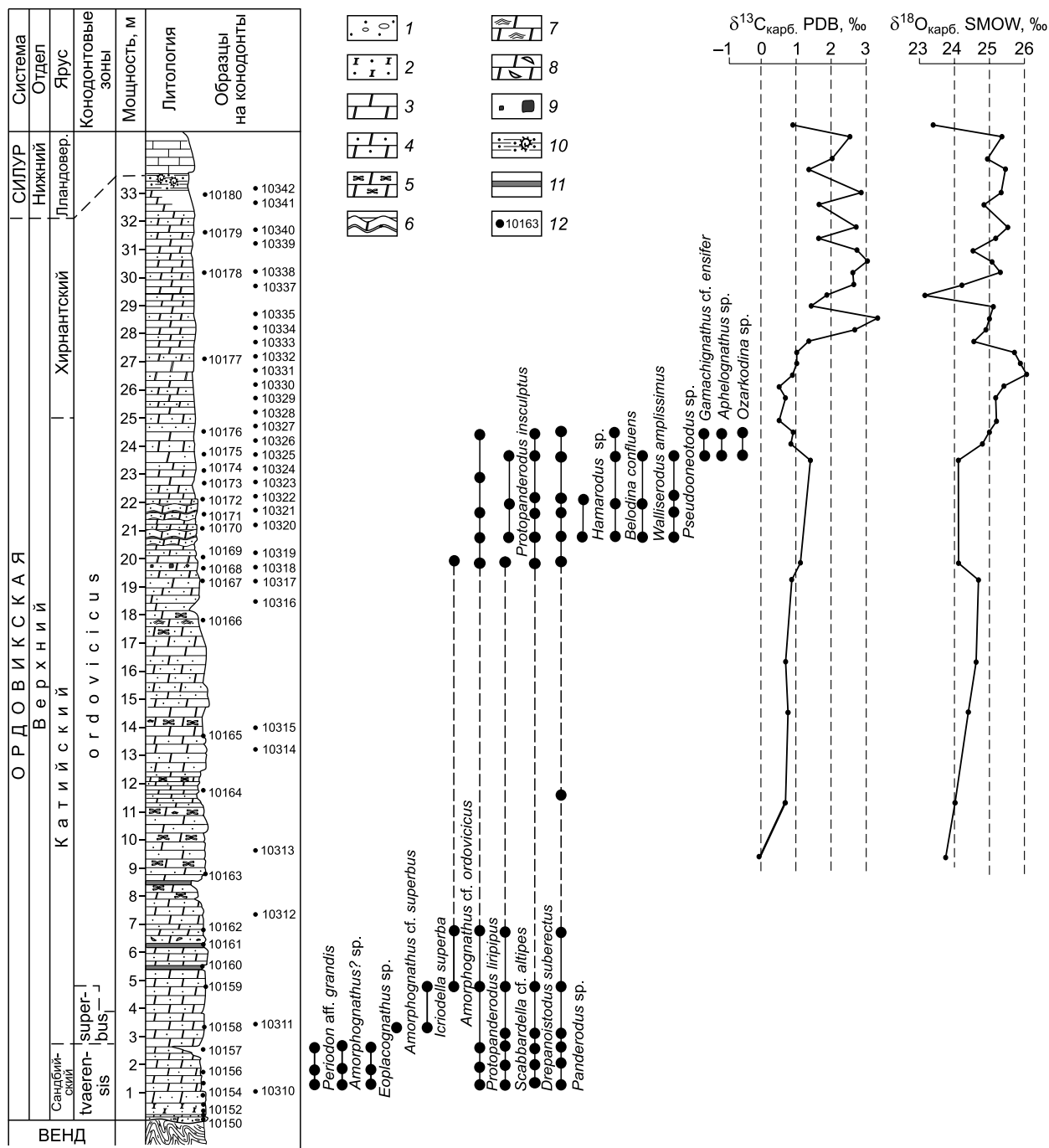


Рис. 6. Распространение конодонтов и кривые вариаций $\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{18}\text{O}$.

Усл. обозн. см. на рис. 3. Пробы проанализированы в центре коллективного пользования «Геонаука» ИГ КОМИ НЦ УрО РАН, аналитик И.В. Смолева.

Начало положительного экскурса $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$ в разрезе Набиуллино на Южном Урале совпадает с распространением мелководных биофаций. Что, по-видимому, может указывать на обмеление бассейна в конце ордовикского времени, связанное с Гондвандским хирнантским гляциоэвстатическим событием.

Таким образом, первые результаты по изотопам углерода и кислорода в разрезе Набиуллино, в совокупности с биостратиграфическими и биофациальными данными, позволяют предположить присутствие хирнантских отложений в ордовике западного склона Южного Урала.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разнофациальные ордовикские стратоны западного склона Южного Урала имеют различный стратиграфический объем. Наиболее полно ордовикские отложения представлены в сухолядской толще Восточно-Зилаирской зоны. Она включает отложения всего среднего и верхнего ордовика. Белекейская свита в Уралтауской зоне хорошо сопоставляется по выделенным хитинозоевым комплексам с нижней частью сухолядской толщи. Стратиграфические объемы тирляно-кагинской толщи набиуллинской свиты и синхронной ей мощной бактинской свиты Западно-Зилаирской зоны соответствуют верхнему ордовика. По мнению ряда исследователей, большая мощность бактинской свиты, является следствием ее быстрого формирования в условиях сравнительно интенсивно прогибавшейся конседиментационной структуры, каковой являлась Юрюзанская синклиналь в ордовикское время [Краузе, Маслов, 1961; Шефер и др., 2001; Кочергин, 2009].

Отмечается изменение биоты по латерали с запада на восток — от мелководно-шельфовой, преимущественно представленной макрофауной, до глубоководной, состоящей из конодонтов, хитинозой и граптолитов.

Детальное изучение разрезов ордовика позволило предложить биостратиграфическое расчленение набиуллинской, сухолядской и белекейской свит по конодонтам и хитинозам.

В верхнеордовикской тирляно-кагинской толще набиуллинской свиты на основе конодонтовой фауны выделены три зоны и одно подразделение в ранге слоев с фауной, стратиграфические интервалы которых последовательно соответствуют: верхам сандбийского—основанию катийского яруса верхнего ордовика (*Amorphognathus* sp.), нижней части катийского яруса (зона *A. superbus*), верхней части катийского яруса (зона *A. ordovicicus*) и верхам катийского—хирнантскому ярусу верхнего ордовика (слои с *Gamachignathus ensifer*). Таксоны, характеризующие региональные зональные подразделения, космополитные, что дает возможность проводить прямую корреляцию со стандартной биоэональной шкалой Северо-Атлантической провинции.

В сухолядской толще намечены последовательности из четырех конодонтовых комплексов и трех хитинозоевых для дапинского—дарривильского ярусов среднего и сандбийского-хирнантского верхнего ордовика.

В белекейской свите суваянского комплекса Урал-Тау, выявлены комплексы хитинозой, характерные для дапинского и дарривильского ярусов среднего ордовика.

В составе выделенных комплексов преобладают виды широкого географического распространения, позволяющие уверенно выполнять региональные и глобальные биостратиграфические корреляции. Установлено изменение конодонтовых биофаций по латерали от шельфа, где преобладают таксоны, распространенные в ассоциациях Северо-Атлантической провинции, к батинальной области, в отложениях которой преимущественно распространены конодонты, характерные для комплексов «области открытого моря».

Впервые в ордовике западного склона Южного Урала зарегистрирован положительный экскурс по $\delta^{13}\text{C}$, который сопоставляется с первыми экскурсами такой же интенсивности в Балтоскандии и Северной Америке [Bergström et al., 2006; Kaljo et al., 2008], предшествующий событию НИСЕ и связанный, вероятно, с гондванским оледенением.

В конодонтовых комплексах в верхах разреза распространены виды мелководной биофации, что, по-видимому, является отражением изменения условий осадконакопления в конце ордовикского периода в сторону обмеления бассейна. Проявление начального этапа события НИСЕ в набиуллинском разрезе, биостратиграфические и биофациальные данные дали возможность предположить присутствие отложений хирнантского яруса на западном склоне Южного Урала.

Систематическое описание конодонтов

Род *Aphelognathus* Branson, Mehl et Branson, 1951

Типовой вид *Aphelognathus grandis* Branson, Mehl et Branson, 1951

Aphelognathus? sp.

Табл. II, фиг. 12, 13

Замечание. Представленные экземпляры отнесены к виду *Aphelognathus?* sp. условно. Они представлены Pb (озаркодиниформными) элементами, которые имеют характерную для рода *Aphelognathus* зубчатость. На проксимальном конце переднего отростка находятся 3 относительно мелких зубчика, слитых друг с другом. Базальная полость широкая по всей длине таксона, слегка расширяющаяся под главным зубцом и сужающаяся к переднему концу. Однозначно отнести данные экземпляры к роду *Aphelognathus* не позволяет отсутствие других элементов аппарата и не очень хорошая сохранность.

Местонахождение. Разрез у дер. Набиуллино, тирляно-кагинская толща набиуллинской свиты, слои с *Gamachignathus ensifer*, обр. 10175.

Материал. 3 экземпляра удовлетворительной и плохой сохранности.

Gen. indet. sp. A

Табл. I, фиг. 1, 2

Экземпляр Н-10200/1, Ра-элемент — табл. I, фиг. 1, а, б, в. Институт геологии УНЦ РАН.

Диагноз. Ра-элементы, образованные тремя листовидными отростками: передним, задним и заднебоковым.

Описание. Ра-элемент асимметричный с тремя отростками: задним, передним и заднебоковым. Передний отрезок немного короче двух других. У заднего и заднебокового отростка имеется широкая платформа, ланцетовидной формы, оконтуренная узкими округлыми карнизами. У переднего отростка платформа очень узкая. На отростках имеются срединные зубчатые гребни. На переднем отростке гребень выше, чем на других. Зубцы его увеличиваются кзади. Самый задний зубец немного крупнее соседних зубцов. Вершина его округлая, стороны гладкие закругленные. Гребни на заднем и заднебоковом отростках низкие бугорчатые, наиболее низкие на участке их соединения. В большинстве экземпляров передний и задний отростки соединены в одну линию. Заднебоковой отросток неразветвленный, направлен кпереди под углом приблизительно 45°. Базальная полость занимает почти всю поверхность под задним и заднебоковым отростками. В переднем отростке она сильно сужается к переднему концу.

Сравнение. Морфологически близок к Ра-элементам рода *Amorphognathus*, но отличается трехлопастным строением и отсутствием бифуркации заднебокового отростка, являющимися важными диагностическими видовыми признаками этого рода.

Местонахождение. Разрез у дер. Набиуллино, тирляно-кагинская толща набиуллинской свиты, зона *Amorphognathus* sp., обр. 10154, 10200.

Материал. 35 экземпляров удовлетворительной и хорошей сохранности.

Род *Ozarkodina* Branson et Mehl, 1933.

Типовой вид *Ozarkodina typica* Branson et Mehl, 1933.

Ozarkodina? sp.

Табл. II, фиг. 1—5

Замечание. Имеющиеся элементы условно отнесенные к *Ozarkodina?* sp. представлены Pб и S? элементами. Pб-элементы имеют прямое основание или слегка изогнутое. Передняя ветвь длиннее задней. Зубцы позади главного зубца узкие и слитные по сравнению с другими зубцами. Главный зубец наиболее крупный с заостренной верхушкой и острыми боковыми краями. Базальная полость узкая, расширяющаяся под главным зубцом. S?-элементы неполной сохранности, представлены обломками зубчатых отростков, покрытыми налипшими обломками кристаллов доломита.

Отсутствие других важных элементов аппарата *Ozarkodina* не дает возможности определенного отнесения имеющихся экземпляров к этому роду.

Местонахождение. Разрез у дер. Набиуллино, тирляно-кагинская толща набиуллинской свиты, слои с *Gamachignathus ensifer*, обр. 10175.

Материал. 13 экземпляров удовлетворительной и плохой сохранности.

Род *Plectodina* Stauffer, 1935a.

Типовой вид *Prioniodus aculeatus* Stauffer, 1935a.

Plectodina? sp.

Табл. II, фиг. 14—16

Замечание. К этому виду условно отнесены Pб- и M-элементы. Pб-(озаркодиноформный) элемент имеет практически равные переднюю и заднюю зубчатые ветви. Зубцы приблизительно равновеликие. Главный зубец более крупный по размеру, находится в средней части элемента. Все зубцы наклонены кзади. Нижний край элемента почти прямой со слегка опущенными концами передней и задней ветви. M-элемент (цигногатиформный) имеет киркообразную форму. Главный зубец крупный, массивный наклонен кзади. Передний отросток короткий не несет зубчатости. Задний отросток длинный с зубцами, наклоненными кзади. Угол, образованный передним и задним краями элемента, острый, близкий к прямому. Причиной неуверенного отнесения имеющихся экземпляров к роду *Plectodina* является отсутствие части важных диагностических элементов аппарата и плохой сохранности.

Местонахождение. Разрез у дер. Набиуллино, тирляно-кагинская толща набиуллинской свиты, слои с *Gamachignathus ensifer*, обр. 10175.

Материал. 5 экземпляров удовлетворительной и плохой сохранности.

Авторы выражают благодарность О.В. Артюшковой за критические замечания и полезные советы, В.Л. Андреичеву за организацию геохимических исследований, И.В. Смолевой за исполнение изотопного анализа при подготовке данной работы.

ЛИТЕРАТУРА

- Антошкина А.И.** Отражение хирнантской фазы гондванского оледенения в отложениях Приполярного Урала // Палеозой России: региональная стратиграфия, палеонтология, гео- и биособытия. Материалы II Всероссийского совещания, 24—28 сентября 2012 г. СПб., ВСЕГЕИ, 2012, с. 18—20.
- Дронов А.В.** Осадочные секвенции и эвстатические события в ордовикском бассейне Балтоскандии // Палеозой России: региональная стратиграфия, палеонтология, гео- и биособытия. Материалы II Всероссийского совещания, 24—28 сентября 2012 г. СПб., ВСЕГЕИ, 2012, с. 84—86.
- Захаров О.А., Мавринская Т.М.** Новые палеонтологические данные о возрасте субстрата метаморфитов Уралтау // Ежегодник-1993. Уфа, ИГ УНЦ РАН, 1994, с. 19—20.
- Захаров О.А., Пучков В.Н., Маслов В.А., Артюшкова О.В., Нурмухаметов Э.М.** Первая находка палеозойской фауны в «рифейских» образованиях кайраклинской свиты максютовского комплекса // Общие проблемы стратиграфии и геологической истории рифея Северной Евразии. Екатеринбург, УрО РАН, 1995, с. 32.
- Иванов С.Н., Пучков В.Н., Иванов К.С., Самаркин Г.И., Семенов И.В., Пумпянский А.И., Дымкин А.М., Полтавец Ю.А., Русин А.И., Краснобаев А.А.** Формирование земной коры Урала. М., Наука, 1986, 248 с.
- Клочихин А.В.** Ордовик, силур и нижний девон восточного склона Зилаирского синклиниория на Южном Урале // Вопросы геологии восточной окраины Русской платформы и Южного Урала. Вып. 7. Уфа, Изд. БФАН СССР, 1960, с. 33—36.
- Клочихин А.В., Радченко В.В., Буряченко А.В.** Геологическое строение северной части Зилаирского мегасинклиниория // Тектоника Южного Урала и Предуралья. Вып. 25. Уфа, БФАН СССР, 1975, с. 42—47.
- Кочергин А.В.** Перспективы фосфоритоносности нижнепалеозойских отложений Зилаирского синклиниория // Литология и полезные ископаемые, 2009, № 5, с. 1—9.
- Краузе С.Н., Маслов В.А.** Ордовик, силур и нижний девон Западного Башкирского Урала. Уфа, БФАН СССР, 1961, 94 с.
- Криницкий Д.Д., Криницкая В.М.** Об открытии на юге Башкирии силурийских отложений среди древних толщ западного склона хребта Урал-Тау // Материалы по геологии и полезным ископаемым Южного Урала. М., Недра, 1965, вып. 4, с. 37—39.
- Мавринская Т.М.** Фациальные и биофациальные особенности ордовикских и силурийских отложений Западно-Зилаирской зоны Зилаирского мегасинклиниория (Южный Урал) // Типы седиментогенеза и литогенеза и их эволюция в истории Земли. Материалы 5-го Всероссийского литологического совещания (Екатеринбург, 14—16 октября 2008 г.). Том II. Екатеринбург, ИГГ УрО РАН, 2008, с. 3—6.
- Маслов В.А., Артюшкова О.В., Мавринская Т.М., Якупов Р.Р.** Ордовикские отложения Южного Урала // Палеогеография венда—раннего палеозоя Северной Евразии. Екатеринбург, УрО РАН, 1998, с. 67—73.
- Мельников С.В.** Конодонты ордовика и силура Тимано-Североуральского региона // Всерос. симп. «Загадочные организмы в эволюции и филогении» (Москва, 21—22 ноября 1996). Тезисы докладов. М., 1996, с. 57—59.
- Мосейчук В.М., Яркова А.В., Шалагинов А.Э., Коллегов А.К., Кашина Л.В., Рябухина М.Ю., Сапельцева Ю.А.** Государственная геологическая карта Российской Федерации м-ба 1:200 000. Издание второе / Ред. В.Н. Пучков. Лист N-40-XVII (Тирлянский). Объяснительная записка, СПб., Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2010, 337 с.
- Ожиганов Д.Г.** Стратиграфия и фациальные особенности силурийских отложений западного склона Южного Урала // Уч. записки Баш. пединститута. Вып. IV. Уфа, 1955а, с. 55—92.
- Ожиганов Д.Г.** Геологическое строение метаморфического пояса хребта Урал-Тау Южного Урала // Ученые зап. Баш. пединститута, 1955б, вып. 4, с. 3—54.
- Олли В.А., Чибрикова Е.В.** Органические остатки из метаморфического комплекса хребта Урал-Тау (новые находки на Южном Урале) // Ежегодник-2004. Информационные материалы. Уфа, ИГ УНЦ РАН, 2004, с. 77—81.
- Постановления** Межведомственного стратиграфического комитета и его постоянных комиссий. СПб., ВСЕГЕИ, 2006, вып. 36, 74 с.
- Постановления** Межведомственного стратиграфического комитета и его постоянных комиссий. СПб., ВСЕГЕИ, 2012, вып. 41, 45 с.
- Пучков В.Н.** Новые данные по геологии подкраинских аллохтонных комплексов (Южный Урал) // Ежегодник-1994. Информационные материалы. Уфа, ИГ УНЦ РАН, 1995, с. 3—9.

Пучков В.Н. Находки девонских конодонтов на западном склоне Урала и их значение для стратиграфии палеозоя лемвинского типа // Конодонты Урала и их стратиграфическое значение. Свердловск, УНЦ АН ССР, 1979, с. 33—51.

Пучков В.Н. Палеогеодинамика Южного и Среднего Урала. Уфа, «Даурия», 2000, 146 с.

Родионов В.Ю., Радченко В.В. О стратиграфии палеозойских отложений восточного крыла Зилаирского мегасинклинория // Биостратиграфия девона и карбона Урала. Уфа, 1988, с. 15—23.

Сенников Н.В., Лыкова Е.В., Обут О.Т., Толмачева Т.Ю., Изох Н.Г. Новый ярусный стандарт ордовика и его применение к стратонам западной части Алтае-Саянской складчатой области // Геология и геофизика, 2014, т. 55 (8), с. 1226—1246.

Стратиграфические схемы Урала (докембрий, палеозой) // Объяснительная записка. Межвед. стратигр. комитет России. Екатеринбург, 1993, 139 с.

Чибрикова Е.В., Олли В.А. Первые находки акритарх в метаморфическом комплексе хребта Урал-Тау (Южный Урал) // Известия отделения наук о Земле и экологии АН РБ. Уфа, 1997, с. 42—48.

Якупов Р.Р. Хитинозои из метаморфических комплексов Уралтау (Южный Урал) // Новости палеонтологии и стратиграфии. Вып. 10—11: Приложение к журналу «Геология и геофизика», 2008, т. 49, с. 184—186.

Якупов Р.Р. Комплексы хитинозой ордовика на Южном Урале // Труды XV Всероссийского микрорепалеонтологического совещания (12—16 сентября, 2012, Геленджик). М., 2012, с. 509—510.

Якупов Р.Р., Мавринская Т.М., Абрамова А.Н. Палеонтологическое обоснование схемы стратиграфии палеозоя северной части Зилаирского мегасинклинория. Екатеринбург, 2002, 158 с.

Bergström S.M., Saltzman M.M., Schmitz B. First record of the Hirnantian (Upper Ordovician) $\delta^{13}\text{C}$ excursion in the North American Midcontinent and its regional implications // Geol. Mag., 2006, v. 143, p. 657—678.

Haq В.В., Schutter S.R. A chronology of Paleozoic sea-level changes // Science, 2008, v. 322, p. 64—68.

Kaljo D., Hints L., Männik P., Nõlvak J. The succession of Hirnantian events based on data from Baltica: brachiopods, chitinozoans, conodonts, and carbon isotopes Estonian // J. Earth Sci., 2008, v. 57, № 4, p. 197—218.

Mavrinskaya T.M. Biogeographical distribution of Ordovician and Silurian conodonts at the South Urals // Proceedings of the sixth International conference «Environmental Micropaleontology, Microbiology and Meiobenthology.» September 19—22. Moscow, 2011, p. 174—176.

Nasedkina V.A., Klyuzhina M.L. Biostratigraphic and biogeographic significance of Ordovician conodonts from the western slope of the Urals // Forschungsinstitut Senckenberg, 1985, v. 182, p. 561—562.

Percival I.G., Zhen Y. Darrivilian conodonts of Eastern Australia: biostratigraphy and biogeography distribution // Acta Palaeontol. Sinica, 46 (Suppl.), June, 2007, p. 357—370.

Sweet W.C. Conodonts and biostratigraphy of Upper Ordovician strata along a shelf to basin transect in central Nevada / J. Paleontol., 2000, v. 74, № 6, p. 1148—1160.

The Geologic Time Scale / Eds. F. Gradstein, J.G. Ogg, M. Schmitz. Elsevier, 2012, v. 1, 2, XVIII, 1176 p.

Zhang S., Barnes C.R. Late Ordovician-Early Silurian (Ashgillian-Llandovery) sea level curve derived from conodont community analysis, Anticosti Island, Quebec // Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol., 2002, v. 180, p. 5—32.

*Рекомендована к печати 28 мая 2015 г.
Н.В. Сенниковым*

*Поступила в редакцию
23 декабря 2014 г.*