

УДК 551.733.1:57.071.63(574)

КОНОДОНТЫ СРЕДНЕГО ОРДОВИКА ХРЕБТА ЧИНГИЗ (КАЗАХСТАН): ТАКСОНОМИЧЕСКИЙ СОСТАВ КОМПЛЕКСА НАЙМАНСКОЙ СВИТЫ И ЕГО БИОГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ПРИНАДЛЕЖНОСТЬ

© 2019 г. Т. Ю. Толмачева¹, *, К. Е. Дегтярев², **, К. Н. Шатагин³

¹ Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А.П. Карпинского, Санкт-Петербург

² Геологический институт РАН, Москва

³ Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН, Москва

*e-mail: tatiana_tolmacheva@vsegei.ru

**e-mail: degtkir@mail.ru

Поступила в редакцию 09.09.2017 г.

Получена после доработки 18.01.2018 г.

Принята к публикации 12.04.2018 г.

Впервые детально изучены конодонты из карбонатных пород найманской свиты хребта Чингиз Восточного Казахстана. Смешанный конодонтовый комплекс отличается высоким таксономическим разнообразием и включает виды стратиграфического интервала от верхней части дапинского яруса до середины дарривильского яруса среднего ордовика. В комплекс входят океанические/глубоководные виды широкого географического распространения, которые характерны для кремнистых отложений Казахстана, в том числе *Periodon macrodentatus* и *P. zgierzensis*, численно доминирующие в комплексе. Впервые в Казахстане отмечено присутствие видов *Scolopodus? mufushanensis*, *Drepanoistodus latus* и *Anodontus longus*, указывающих на существование биогеографической зональности по климатическим поясам, типичной для пелагических биот. Вид *Protopanderodus? pogamii* отражает принадлежность конодонтовых фаун Казахстана к Австрало-Азиатской биогеографической провинции, охватывающей восточную Гондвану. В комплекс входит ряд регионально эндемичных таксонов, характеризующих казахстанскую фауну как самостоятельную биогеографическую единицу районирования и подтверждающих относительную удаленность бассейнов Казахстана как от восточной окраины Гондваны, так и от других палеоконтинентов в ордовикское время.

Ключевые слова: конодонты, ордовик, дарривильский ярус, найманская свита, Восточный Казахстан, биостратиграфия, биогеография, биоразнообразие.

DOI: <https://doi.org/10.31857/0869-592X27112-30>

ВВЕДЕНИЕ

Изучение конодонтов ордовика Казахстана началось более 40 лет назад, с их первых находок в кремнисто-терригенных разрезах Атасуйского района (Гридина, Машкова, 1977). В дальнейшем конодонты активно использовались для определения возраста осадочных толщ от кембрия до верхнего ордовика (Решения..., 1991), хотя их таксономическим описаниям, вплоть до недавнего времени, были посвящены только редкие работы (Курковская, 1985; Zhylkaidarov, 1998; Дубинина, 2000).

В последние годы публикации, рассматривающие состав конодонтовых фаун и их стратиграфическое распространение, касались толь-

ко кремнистых разрезов ордовика Казахстана (Tolmacheva et al., 2004; Толмачева, Дегтярев, 2012; Толмачева, 2014). Сведения по таксономическому составу ордовикских конодонтов в карбонатных породах Казахстана в периодической литературе до сих пор отсутствуют; наши знания о них ограничены двумя монографическими исследованиями (Дубинина, 2000; Толмачева, 2014).

В последнюю монографию были включены и предварительные данные о составе комплекса конодонтов из среднеордовикских известняков, которые слагают маломощный горизонт в стратотипическом разрезе кремнисто-терригенно-туфогенной найманской свиты в урочище Найман, расположенном в центральной части

хребта Чингиз в Восточном Казахстане. Это местонахождение было известно еще с 90-х годов XX века (Орлова, 1993), но только в последние годы здесь был обнаружен пласт, из которого получена представительная коллекция конодонтов. Эта коллекция стала источником типовых экземпляров нового рода и вида *Naimanodus degtyarevi* Tolmacheva (Толмачева, 2013), но до последнего времени оставалась не описанной.

В настоящей статье впервые приводится полная таксономическая характеристика комплекса конодонтов из известняков найманской свиты, уточняется его возраст, биоразнообразие и биогеографические характеристики. Эти систематические сведения по конодонтам из карбонатных пород позволяют охарактеризовать относительно мелководную конодонтовую фауну Казахстана и имеют большое значение для реконструкции палеогеографического положения палеобассейна, оценки его удаленности от континентальных блоков в среднем ордовике.

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ РАЙОНА И МАТЕРИАЛ

В Восточном Казахстане широко распространены ниже- и среднепалеозойские дифференцированные вулканогенно-осадочные, туфогенные и туфогенно-терригенные толщи и ассоциирующие с ними гранитоиды, формирование которых происходило в пределах различных частей внутриокеанических островных дуг (Тектоника..., 1982; Дегтярев и др., 1999; Дегтярев, 2012). В центральной части хребта Чингиз наиболее полно представлены нижепалеозойские комплексы этого типа, имеющие сложное покровно-складчатое строение. В этом районе вулканогенно-осадочные и гранитоидные комплексы среднекембрийской островной дуги и перекрывающие их среднекембрийско-среднеордовикские терригенно-карбонатные и кремнисто-туфогенные толщи тектонически совмещены с позднекембрийско-раннеордовикскими островодужными вулканитами и перекрывающими их среднеордовикскими кремнисто-туфогенно-терригенными толщами (Дегтярев, Толмачева, 2005; Дегтярев, 2012). Паравтохтон сложен вулканитами и туфами среднего и средне-кислого состава, реже встречаются базальты, туфогенные песчаники и алевролиты, туфосилициты, яшмовиды и линзы органогенных известняков с трилобитами амгинского яруса среднего кембрия. Мощность вулканогенно-осадочных разрезов достигает 1500 м. Гранодиориты и граниты прорывают вулканиты и слагают небольшие сложенно-устроенные массивы. Вулканиты и гранитоиды с несогласием перекрываются карбонатно-кремнисто-туфогенной толщей, охватывающей ин-

тервал от майского яруса среднего кембрия до низов среднего ордовика (Дегтярев и др., 1999; Дегтярев, Толмачева, 2005; Tolmacheva et al., 2008). Аллохтон образован мощной (до 2000–2500 м) толщей андезитов, андезидацитов, дацитов, их туфов и туфопесчаников с линзами известняков, в которых собраны трилобиты позднего кембрия и раннего ордовика (карагутуйская, маматская и сарышокинская свиты) (Никитин, 1972; Толмачева, 2014). Сарышокинская свита согласно с постепенным переходом перекрывается кремнисто-туфогенно-терригенной найманской свитой среднего ордовика, которая сложена тефроидами, кремнистыми и известковистыми туффитами, кварц-полевошпатовыми песчаниками, алевролитами и конгломератами общей мощностью 900–1200 м. К средней части ее разреза приурочена пачка известняков мощностью от 5 до 50 м (Никитин, 1972; Орлова, 1993) (рис. 1).

В стратотипическом разрезе свиты в урочище Найман пачка известняков, мощность которой составляет около 15 м, имеет следующее строение. Ее нижняя часть сложена светло-серыми массивными известняками с большим количеством неокатанных обломков темноокрашенных слоистых известковисто-кремнистых алевролитов (мощность 10–12 м), выше массивные известняки постепенно переходят в плитчатые светло-серые разности, а обломки кремнистых алевролитов становятся мельче и исчезают (мощность 2–3 м). Венчается разрез пачки ритмичным переслаиванием (мощность 1 м) темно-серых известняков и темно-серых до черных фтанитов (спонгилитов) с мощностью отдельных прослоев от 1 до 10 см (рис. 2).

Полный разрез карбонатной пачки был обнаружен в единственном обнажении в северной части урочища Найман (48°54'56.66" с.ш., 79°00'19.87" в.д.) (рис. 1). На остальной территории представлена только нижняя часть разреза пачки.

Среднеордовикский возраст найманской свиты обоснован находками граптолитов зоны *Expansograptus hirundo* дапинского яруса в нижней части свиты и граптолитов зоны *Paraglossograptus tentaculatus* нижней части дарривильского яруса в верхней части свиты (Никитин, 1972; Орлова, 1993). В известняках ранее были собраны среднеордовикские трилобиты и брахиоподы (Никитин, 1972).

Попытки выделить конодонты из известняков найманской свиты предпринимались неоднократно. Однако все коллекции были непредставительными и содержали немногочисленные элементы видов *Periodon aculeatus* *gzierzensis* *Dzik*, *Drepanodus arcuatus* *Pander* и *Panderodus mutatus* (*Branson et Mehl*) (определение С.В. Дубининой) (Орлова, 1993; А.М. Жилкайдаров, устное сообщение).

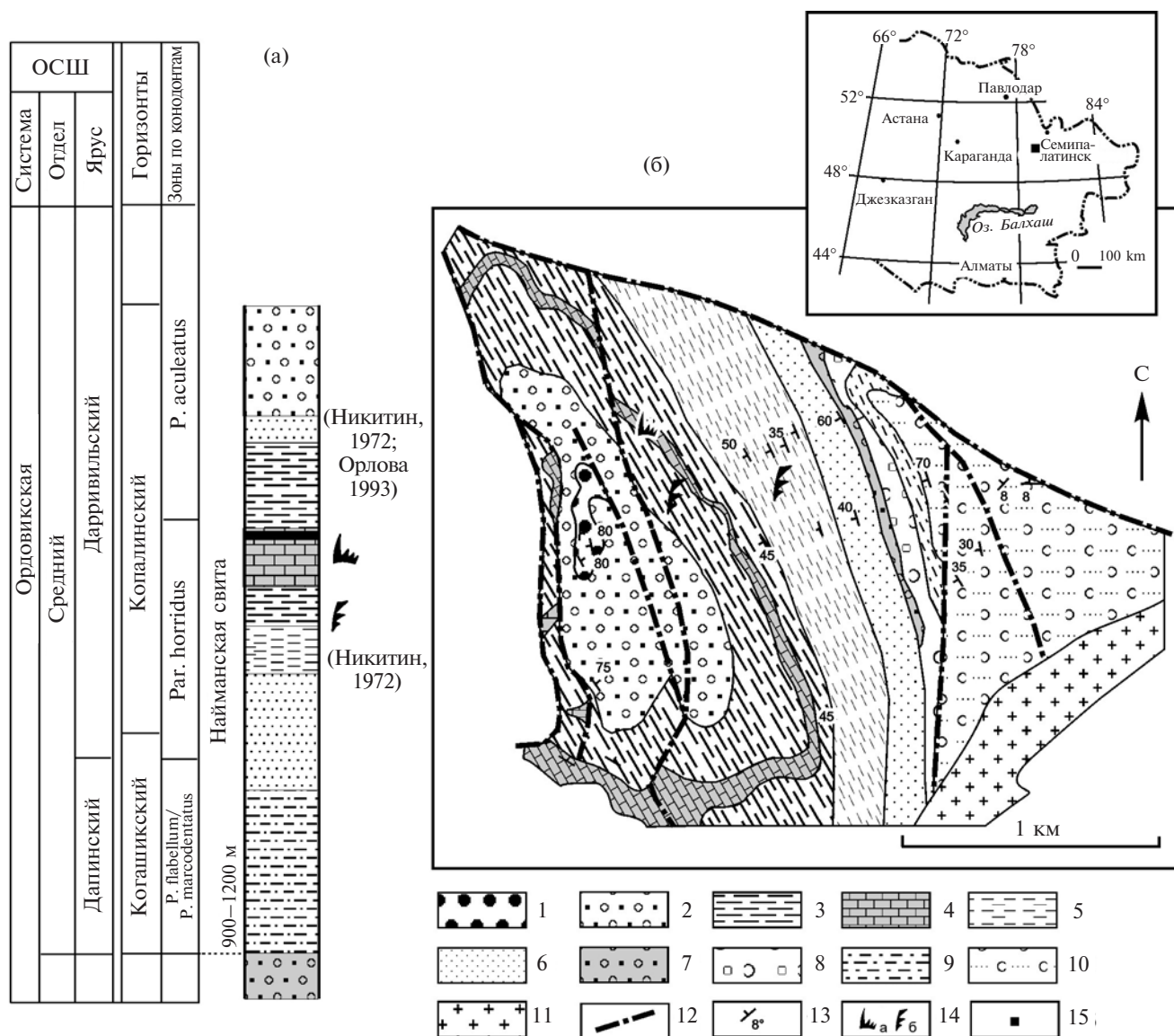


Рис. 1. Схематичные (а) разрез найманской свиты и (б) геологическая схема стратотипической местности в ур. Найман (хр. Чингиз, Восточный Казахстан) по (Никитин, 1972). 1 – кварцевые конгломераты; 2 – кварцевые и кварц-полевошпатовые песчаники; 3 – кремнисто-хлоритовые алевролиты с прослоями кварц-полевошпатовых песчаников; 4 – известняки; 5 – глинисто-хлоритовые алевролиты с пластами полевошпатовых песчаников; 6 – серые полевошпатовые песчаники с прослоями глинисто-хлоритовых алевролитов; 7–10 – сарышожинская свита нижнего ордовика: 7 – полевошпатовые песчаники с пластами конгломератов, гравелитов и туфов, 8 – вулканомиктовые конгломераты и туфы среднего и кислого состава, 9 – песчаники и алевролиты, 10 – туфогенные песчаники с пачками алевролитов и конгломератов; 11 – гранодиориты Сарышожинского массива; 12 – тектонические разломы; 13 – элементы залегания; 14 – местонахождения конодонтов (а) и граптолитов (б); 15 – расположение участка на схеме Казахстана. ОСШ – общая стратиграфическая шкала России.

Выделение конодонтов из известняков, предпринятое авторами, показало, что конодонты отсутствуют или единичны в массивных известняках нижней части карбонатной пачки, но встречаются в массовом количестве в известняках, переслаивающихся с фтанитами.

Валовая проба на конодонты весом 22 кг была отобрана из самой верхней части разреза известняков мощностью не более 1 м. Из пробы с помощью стандартной методики об-

работки карбонатов уксусной кислотой было выделено более 4000 конодонтовых элементов. Конодонты относительно хорошей сохранности, темно-серого до черного цвета, соответствующего индексу окраски конодонтов (CAI) около 5. Термальное изменение фосфатного материала конодонтовых элементов не позволяет отличать элементы с альбидным и хиолиновым составом, что делает сложным распознавание ряда таксонов.

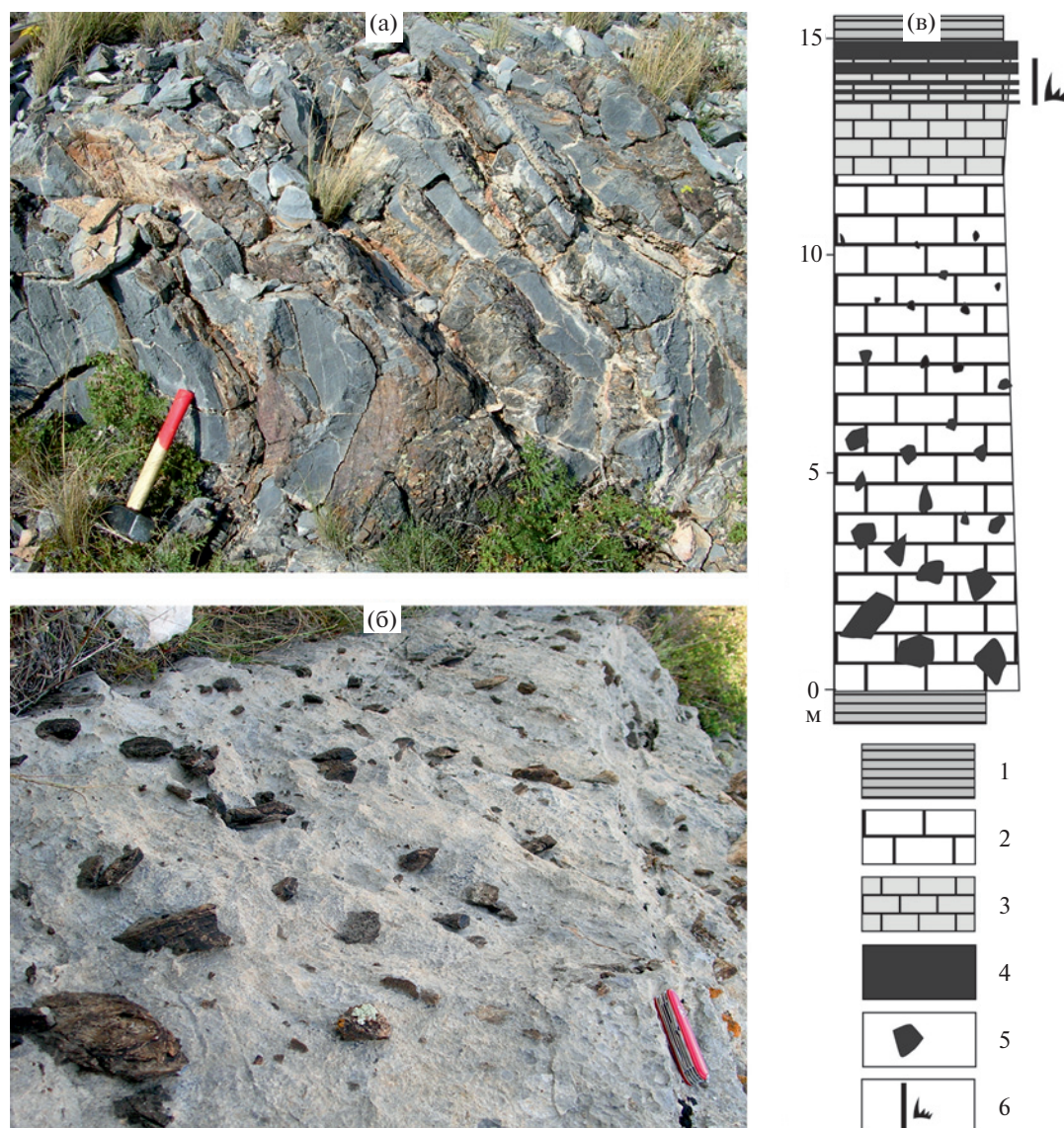


Рис. 2. Фотографии карбонатной пачки найманской свиты в урочище Найман и ее схематичный разрез. (а) — верхняя часть с переслаиванием известняков и фтанитов; (б) — нижняя часть с обломками кремней в карбонатном матриксе; (в) — разрез. Условные обозначения: 1 — алевролиты; 2 — крупно- и среднезернистые массивные светло-серые водорослевые известняки; 3 — тонкозернистые плитчатые черные известняки; 4 — кремни; 5 — обломки кремней; 6 — интервал опробования известняков на конодонты.

ТАКСОНОМИЧЕСКИЙ СОСТАВ КОМПЛЕКСА

Всего в изученной пробе были обнаружены элементы 29 видов конодонтов, 7 из которых определены в открытой номенклатуре (табл. I–IV). Все платформенные таксоны комплекса встречаются в единичных экземплярах и не распознаны до вида. Один таксон, родовая и видовая принадлежность которого не определена, является новым.

Для видов, имеющих значение для биостратиграфии и биогеографических построений, приведены пояснения к их таксономической идентификации, а также сведения об их рас-

пространении. Изображенные экземпляры хранятся в Центральном научно-исследовательском геологоразведочном музее им. академика Ф.Н. Чернышева (коллекция № 13670).

К *Anodontus longus* Stouge et Bagnoli, 1988 (табл. II, фиг. 7–11) отнесены небольшие конические элементы альбидного состава с высоким основанием и длинным зубцом. Среди элементов наблюдается ряд переходных форм — от симметричных с выраженными боковыми ребрами, заостренной задней поверхностью зубца и гладкой передней стороной до латерально-уплощенных элементов с килем на задней и передней

Таблица I



стороне основания и зубца. У промежуточных асимметричных форм ребра занимают передне- и заднебоковое положение. На поверхности элементов заметна тонкая полосчатость.

A. longus в типовом регионе (Западный Ньюфаундленд) встречается от верхов тремадокского до нижней части флоского яруса (Stouge, Bagnoli, 1988). Наиболее молодые *A. longus* известны из пограничных отложений верхнефлоского—нижнедапинского подъярусов в Британской Колумбии (Северо-Западная Канада) (Pyle, Barnes, 2002). В Казахстане, помимо найманской свиты, они встречаются в относительно больших количествах в узунбулакской свите Чу-Илийских гор (Южный Казахстан), отнесенной к нижней части дарривильского яруса.

К *Ansella jemtlandica* (Löfgren, 1978) (табл. I, фиг. 11, 13–15) отнесены незубчатые Р-элементы с гладкими боковыми сторонами и Sa- и Sc-элементы, несущие зубчики на заднем крае. У элементов из найманской свиты зубчики более мелкие и неравномерные, чем у типовых экземпляров этого вида. *A. jemtlandica* — это очень распространенный таксон, который встречается на всех палеоконтинентах в нижней и средней частях дарривильского яруса.

Найдено три элемента *Appalachignathus* sp. (табл. I, фиг. 16, 17): карминатный Pb-элемент и бипеннатные Sb- и Sd-элементы. Р-элементы отличаются от таковых единственного описанного вида этого рода — *A. delicatulus* Bergström, Carnes, Ethington, Votaw et Wigley, 1974 — гладкой и прямой задней стороной зубца и основания.

A. delicatulus распространен в Северной Америке и Австралии в верхней части дарривильского яруса и нижней части сандбийского яруса (зона *Pygodus serra*—нижняя часть зоны *Amorphognathus tvaerensis*) (Bergström et al., 1974; Zhen et al., 2001). Самые древние *Appalachignathus* sp. (только S-элементы) известны из верхов свиты Жонгдианди (*Zhongliangzi*) Северного Китая (зона *Tangshanodus tangshanensis*, эквивалентная зонам *H. sinuosa*—*H. holodentata*) (An, Zheng, 1990).

Характерными признаками элементов *Drepanoistodus latus* Pyle et Barnes (табл. I, фиг. 23–26), описанного из флоского яруса Канады (Pyle, Barnes, 2002, 2003), являются расширенное с боковых сторон и удлиненное вперед основание, а также широкий, уплощенный с боковых сторон и сильно наклоненный назад зубец. В пределах Центрально-Азиатского складчатого пояса *D. latus* встречен в кенташской свите Северной Киргизии и каратальской свите Джалаир-Найманского района Южного Казахстана (Толмачева, 2014); обе свиты принадлежат к флоскому ярусу нижнего ордовика.

К *Erraticodon* sp. (табл. III, фиг. 16, 22, 23) отнесены крупные гиолиновые элементы с гладкой поверхностью и длинными зубчатыми стержнями. В коллекции присутствуют только Sa-, Sc-, Sd- и М-элементы. Один или два срединных зубчика на задних стержнях Sc- и Sd-элементов увеличены. У алятного Sa-элемента боковые короткие отростки несут по одному крупному зубчику. У долаборатного М-элемента зубчатый, относительно короткий задний отросток и гладкий, слабо удлиненный передний край. Полный состав элементов аппарата этого семиэлементного (восьмиэлементного?) таксона в Казахстане не известен.

Элементы идентичны по морфологии соответствующим элементам *E. hexianensis* An et Ding, 1985, *E. gratus* (Moskalenko, 1977), известного на Сибирской платформе, и *Erraticodon* n. sp. A, описанного в Западном Ньюфаундленде (Stouge, 2012). В Казахстане элементы этого вида встречаются во отложениях нижнего дарривилия.

Элементы рода *Histiodela* составляют заметную часть комплекса в изученной пробе. Здесь присутствуют два вида этого рода — *Histiodela altifrons* Harris, 1962 (табл. I, фиг. 3–9, 12), Р-элементы которого имеют верхний гладкий край, и *Histiodela kristinae* Stouge, 1984 (табл. I, фиг. 1, 2) с зубчатыми Р-элементами. Для Ра-элементов *H. altifrons* характерен высокий листообразный и незубчатый верхний край. Pb-элементы имеют выраженный наклоненный

Таблица I. Конодонты из известняков найманской свиты. 1, 2 — *Histiodela kristinae* Stouge: 1 — Ра-элемент, № 13670/1, ×108; 2 — Ра-элемент, № 13670/2, ×99; 3–9, 12 — *Histiodela altifrons* Harris: 3 — М-элемент, № 13670/3, ×128; 4 — Pb-элемент, № 13670/4, ×84; 5 — Ра-элемент, № 13670/5, ×87; 6 — Ра-элемент, № 13670/6, ×89; 7 — Sc-элемент, № 13670/7, ×125; 8 — Sa-элемент, № 13670/8, вид с задней стороны, ×121; 9 — Sb-элемент, № 13670/9, ×111; 12 — Pb-элемент, № 13670/10, ×82; 10 — *Protopanderodus? nogamii* (Lee), № 13670/11, ×76; 11, 13–15 — *Ansella jemtlandica* (Löfgren): 11 — М-элемент, № 13670/12, ×91; 13 — Р-элемент, № 13670/13, ×95; 14 — Sc-элемент, № 13670/14, ×104; 15 — Sa-элемент, № 13670/15, ×88; 16, 17 — *Appalachignathus* sp.: 16 — Ра-элемент, № 13670/16, ×45; 17 — Sb-элемент, вид с задней стороны, № 13670/17, ×95; 18, 19 — *Scolopodus? mufushanensis* (An et Ding): 18 — № 13670/18, ×87; 19 — вид с задней стороны, № 13670/19, ×9; 20–22 — *Parapanderodus striatus* (Graves et Ellison): 20 — S-элемент, № 13670/20, ×118; 21 — Sa-элемент, № 13670/21, ×115; 22 — S-элемент, № 13670/22, ×78; 23–26 — *Drepanoistodus latus* Pyle et Barnes: 23 — S-элемент, № 13670/23, ×83; 24 — М-элемент, № 13670/24, ×91; 25 — S-элемент, № 13670/25, ×88; 26 — S-элемент, № 13670/26, ×105; 27, 28 — *Naimanodus degtyarevi* Tolmacheva: 27 — типовой экземпляр вида, S-элемент, № 5/13218 (Толмачева, 2013); 28 — этот же элемент, вид с задней стороны, ×115.

назад зубец, а высота листа уменьшается к заднему краю элемента. Помимо Р-элементов в коллекции присутствуют незубчатые М-, Sc-, Sa- и Sb-элементы.

У относительно длинных и невысоких Ра-элементов *H. kristinae* (табл. I, фиг. 1, 2) имеются зубчики на передней и задней частях листа. Верхушка самых крупных зубчиков передней части листа расположена выше верхушки главного зубца.

H. altifrons известны из дапинских и нижнедарривильских разрезов только Северной Америки и Аргентины (Ethington, Clark, 1982; Lehnert, 1995; Bauer, 2010). *H. kristinae* является видом широкого географического распространения и обнаружен практически повсеместно за исключением платформенной части Центральной Америки (Stouge, 1984; Du et al., 2005; Bauer, 2010; Zhen et al., 2011; Mestre, Heredia, 2013).

К *Juanognathus jaanussoni* Serpagli, 1974 (табл. II, фиг. 1–4) отнесены конические элементы с одним или двумя боковыми отростками, один из которых значительно лучше развит, чем другой. Элементы из найманской свиты отличаются от типовых экземпляров из Аргентины (Serpagli, 1974) более широкими боковыми отростками, а также наличием второго небольшого отростка. Вместе с *J. jaanussoni* в коллекции присутствуют редкие элементы с двумя относительно небольшими боковыми отростками (килями), которые не доходят до края основания (табл. II, фиг. 5, 6). Эти элементы отнесены к *Juanognathus* sp.

J. jaanussoni встречается в Аргентине, Северной Америке, на Ньюфаундленде, в Западном Таиланде и Казахстане. Наибольший стратиграфический интервал распространения этот вид отмечен в Аргентине и Западном Таиланде, где он встречается с верхов флоского до нижней части дарривильского яруса (Agematsu et al., 2008; Serra et al., 2015). В Америке и на Ньюфаундленде этот вид был найден в интервале зон *Jumodontus gananda*–*Reutterodus andinus* верхней части флоского–нижней части дапинского ярусов (Landing, 1976; Ethington, Clark, 1982).

Для недавно описанного вида *Naimanodus degtyarevi* Tolmacheva, 2013 (табл. I, фиг. 27, 28)

район стратотипического разреза найманской свиты является типовым. Этот вид был встречен в других местонахождениях Казахстана и Киргизии и Горного Алтая в нижней части дарривильского яруса (Толмачева, 2013).

Вид *Parapanderodus striatus* (Graves et Ellison, 1941) (табл. I, фиг. 20, 21, 22) объединяет три типа мелких гиалиновых конических элементов – без желобков, с одним или двумя желобками на задней стороне. *P. striatus* известен из флоского, дапинского ярусов и нижней части дарривильского яруса нижнего и среднего ордовика Северной Америки и Канады (Smith, 1991), Северного Китая, Тарима (Zhen et al., 2011), Балтоскандии (Bagnoli, Stouge, 1997). Встречается также в местонахождениях Казахстана этого стратиграфического интервала.

Согласно последней ревизии раннедарривильских представителей рода *Periodon* (Stouge, 2012), для Ра-элементов *Periodon macrodentatus* (Graves et Ellison 1941) характерны три (три с половиной) зубчика на переднем стержне, Sa-элемент с зубчатым и боковыми стержнями и выраженный валик вдоль верхнего края отростков (табл. III, фиг. 17, 18, 20, 24). У более древнего вида *P. hankensis* Stouge, 2012 и более молодого *P. zgierzensis* количество зубчиков на переднем стержне Ра-элементов соответственно меньше и больше.

Ра-элементы *Periodon zgierzensis* Dzik, 1976 (табл. III, фиг. 23) несут четыре и более зубчиков на переднем стержне (Stouge, 2012). Этот вид, который найден в нижней части среднего ордовика на многих палеоконтинентах, рассматривается как более молодой и замещающий *P. macrodentatus* в стратиграфической последовательности, сопоставляемой с верхней частью Dw2 зоны *H. kristinae* на Ньюфаундленде (Stouge, 2012).

Однако другие элементы рода *Periodon* в коллекции невозможно разделить между данными двумя видами, и они при оценке разнообразия рассматриваются вместе.

Элементы *Protopanderodus? nogamii* (Lee, 1975) (табл. I, фиг. 10) несут выемки на каждой из боковых сторон. Этот вид широко распространен в интервале от низов флоского яруса

Таблица II. Конодонты из известняков найманской свиты. 1–4 – *Juanognathus jaanussoni* Serpagli: 1 – № 13670/27, ×87; 2 – № 13670/28, ×74; 3 – № 13670/29, ×78; 4 – № 13670/30, ×82; 5, 6 – *Juanognathus* sp.: 5 – № 13670/31, ×96; 6 – № 13670/32, ×89; 7–11 – *Anodontus longus* Stouge et Bagnoli: 7 – Sa-элемент, № 13670/33, ×98; 8 – Sd-элемент, № 13670/34, ×87; 9 – Sd-элемент, № 13670/35, ×87; 10 – Sd?-элемент, № 13670/361, ×101; 11 – Sc?-элемент, № 13670/37, ×95; 12 – ?*Triangulodus* sp.: № 13670/38, ×57; 13–17 – *Costiconus ethingtoni* (Fahraeus): 13 – S-элемент, № 13670/39, ×70; 14 – S-элемент, вид сверху, № 13670/40, ×77; 15 – S-элемент, № 13670/41, ×76; 16 – Р-элемент, № 13670/42, ×77; 17 – S-элемент, № 13670/43, ×75; 18 – *Drepanoistodus* sp., № 13670/44, ×78; 19 – *Drepanodus arcuatus* Pander, № 13670/45, ×87; 20 – *Drepanodus reclinator* (Lindstrom), № 13670/46, ×69; 21, 22 – *Paroistodus horridus* (Barnes et Poplawski): 21 – М-элемент, № 13670/47, ×71; 22 – S-элемент, № 13670/48, ×76; 23–25 – Gen et sp. indet. 1: 23 – № 13670/491, ×87; 24 – № 13670/50, ×95; 25 – № 13670/51, ×89.

Таблица II



до нижней части катийского яруса в Восточной Австралии, Китае, Юго-Восточной Азии и Аргентине (Zhen et al., 2009). В Казахстане и Северной Киргизии этот вид встречается во всех известных карбонатных разрезах дарривильского яруса (Толмачева, 2014).

Вид **Protopanderodus calceatus** Bagnoli et Stouge, 1997 (табл. VI, фиг. 1–7) относится вместе с *Protopanderodus varicostatus* (Sweet et Bergström, 1962) к группе *Protopanderodus* с множественными ребрами. На внутренней стороне М-элементов и задней стороне S-элементов *P. calceatus* присутствуют тонкие ребра; базальный край у всех элементов относительно прямой. *P. calceatus* известен из верхней части флоского–нижней части сандбийского яруса Балтоскандии (Löfgren, 1978; Bagnoli, Stouge, 1997; Rasmussen, 2001; Viira et al., 2001), Китая (Zhang, 1998), Новой Зеландии (Zhen et al., 2009) и Тарима (Zhen et al., 2011).

Конические элементы вида **Scolopodus? mufushanensis** An et Ding, 1982 (табл. I, фиг. 18, 19) имеют округлое сечение, невысокое основание, сильно наклоненный зубец и глубокий желобок, проходящий на одной боковой стороне зубца вдоль всей его длины.

Боковой желобок выражен в виде выемки на основании и углублен к средней части зубца (табл. I, фиг. 19). Базальный край элементов ровный, или его передняя стенка опускается чуть ниже других частей базального края.

Отнесение вида к роду *Scolopodus*, предложенное еще при первоописании таксона, очень условно, так как серия элементов, входящих в его состав, не вполне соответствует этому роду. Однако скудность имеющихся коллекций не позволяет отнести этот вид к самостоятельному роду.

В Северном Китае вид *Scolopodus? mufushanensis* встречается в верхней части флоского–нижней части дапинского ярусов (An, 1987). В Британской Колумбии элементы, вероятно, этого таксона определены как *Coniform indet.* L из зоны *Jumudontus gananda* самой верхней части флоского яруса (Pyle, Barnes, 2002).

К **Venoistodus cf. V. balticus** Löfgren, 2006 отнесены небольшие альбидные элементы с ребром на обеих боковых сторонах как геникулятных, так и негеникулятных элементов и с тонкой по-

лосчатостью боковых поверхностей. М-элементы характеризуются вытянутым задним и удлинённым передним краем основания. От вида *V. balticus*, выделенного А. Лофгреном в Балтоскандии, отличаются наличием более выраженных боковых ребер у S-элементов. В коллекции встречаются редкие S-элементы с несколькими ребрами (табл. VI, фиг. 15, 18, 19), также отнесенные к этому виду. Сходные формы с ребристыми удлинёнными геникулятными элементами встречаются на всех континентах в широком стратиграфическом диапазоне от нижнего до верхнего ордовика.

Для пятнадцати сходных элементов не определена ни родовая, ни видовая принадлежность. Конические негеникулятные элементы **gen et sp. indet 1** (табл. II, фиг. 23–25) имеют невыраженное небольшое основание и килеватые передний и задний края. На боковых сторонах основания ближе к его передней части располагаются бугры разной степени проявленности у разных элементов. У латерально-уплощенных элементов они едва видны, тогда как у элементов с округленным сечением базального края присутствуют достаточно заметные боковые выступы (табл. II, фиг. 25). Основание элементов и переднебоковые стороны имеют небольшую полосчатость.

ВОЗРАСТ И ТАКСОНОМИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ КОНОДОНТОВ НАЙМАНСКОЙ СВИТЫ

Вопрос о возрасте конодонтов из пробы известняков найманской свиты решается не однозначно, так как в состав комплекса входят виды с разными стратиграфическими диапазонами распространения.

Наиболее отчетливо это видно по двум видам рода *Histiodella*, обнаруженным в пробе. Наиболее древним видом из них является *H. altifrons*, распространение которого в нижней части среднего ордовика Лаврентии не выходит за пределы дапинского яруса–самых низов дарривильского яруса (Lehnert, 1995; Bauer, 2010). На стратиграфическом распространении видов рода *Histiodella* основана биоэональная шкала

Таблица III. Конодонты из известняков найманской свиты. 1, 2, 9, 11 – *Dzikodus* sp.: 1 – Pa-элемент, № 13670/52, ×71; 2 – Pa-элемент, № 13670/53, ×67; 9 – Pb-элемент, № 13670/54, ×72; 11 – Pb-элемент, № 13670/55, ×5; 3, 4 – *Yangtzeplacognathus* sp.: 3 – Pa-элемент, № 13670/56, ×67; 4 – Pa-элемент, № 13670/57, ×54; 5, 6, 7, 10, 13, 14 – *Baltoniodus* sp.: 5 – Sa-элемент, № 13670/58, ×82; 6 – ?Pb-элемент, № 13670/59, ×84; 7 – Sa-элемент, № 13670/60, ×84; 10 – ?Pa-элемент, № 13670/61, ×65; 13 – M-элемент, № 13670/62, ×99; 14 – M-элемент, № 13670/63, ×86; 8, 12, 15 – ? *Yangtzeplacognathus* sp.: 8 – Sa-элемент, № 13670/64, ×67; 12 – Sd-элемент, № 13670/65, ×120; 15 – Pa-элемент, № 13670/66, ×71; 16 – *Spinodus spinatus* (Hadding), Sb-элемент, № 13670/67, ×45; 17–21, 24 – *Periodon macrodentatus* (Graves et Ellison): 17 – M-элемент, № 13670/68, ×69; 18 – Sa-элемент, № 13670/69, ×57; 19 – Pa-элемент, № 13670/70, ×43; 20 – Sb-элемент, № 13670/71, ×41; 21 – Sc-элемент, № 13670/72, ×55; 24 – Sb-элемент, № 13670/74, ×54; 22, 23 – *Erraticodon* sp.: 22 – M-элемент, № 13670/74, ×51; 23 – Sa-элемент, № 13670/75, ×42.

Таблица III

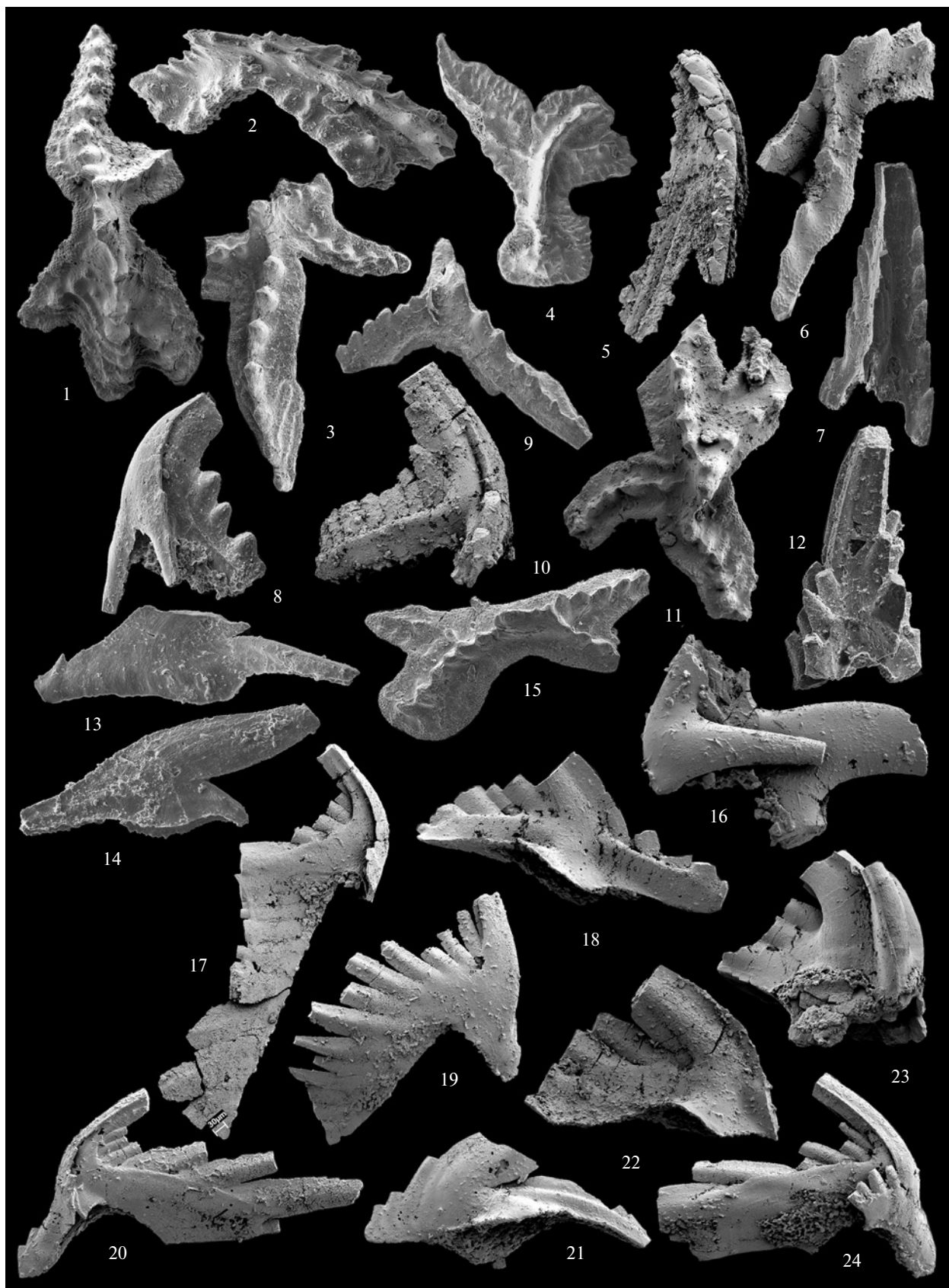


Таблица IV



Северо-Американской платформы, в которой зона *N. altifrons* сопоставляется с верхней частью дапинского яруса (рис. 3) (Zhang et al., 2005; Bauer, 2010; The Geological..., 2012).

Вид *N. holodentata* завершает биоzonальную последовательность этого рода в разрезах центральной части Северной Америки (рис. 3). Его первое появление отмечается стратиграфически выше последних *N. altifrons*. На Ньюфаундленде *N. holodentata* вверх по разрезу замещается видом *N. kristinae* (Stouge, 1984), интервал распро-

странения которого здесь соответствует верхней части кундаского горизонта и азерискому горизонту Балтоскандии.

Таким образом, биостратиграфические интервалы существования *N. altifrons* и *N. kristinae* не пересекаются, а их совместное нахождение в одной пробе указывает либо на сильную конденсацию верхней части известняков, при которой в интервал опробования попадает значительный стратиграфический интервал, либо на переотложение комплекса (рис. 3).

Таблица IV. Конодонты из известняков найманской свиты. 1–7 – *Protopanderodus calceatus* Bagnoli et Stouge: 1 – S-элемент, № 13670/76, ×82; 2 – S-элемент, № 13670/77, ×84; 3 – S-элемент, № 13670/78, ×93; 4 – S-элемент, № 13670/79, ×130; 5 – S-элемент, № 13670/80, ×105; 6 – P-элемент, № 13670/81, ×91; 7 – S-элемент, № 13670/82, ×64; 8–19 – *Venoistodus* cf. *V. balticus* Löfgren: 8 – M-элемент, № 13670/83, ×84; 9 – M-элемент, № 13670/84, ×79; 10 – P-элемент, № 13670/85, ×82; 11 – S-элемент, № 13670/86, ×84; 12 – S-элемент, № 13670/87, ×84; 13 – S-элемент, № 13670/88, ×95; 14 – S-элемент, № 13670/89, ×82; 15 – S-элемент, № 13670/90, ×79; 16 – S-элемент, № 13670/91, ×78; 17 – S-элемент, № 13670/92, ×71; 18 – S-элемент, № 13670/93, ×77; 19 – S-элемент, № 13670/94, ×79.

На смешение разновозрастных конодонтов в комплексе из известняков найманской свиты указывают и другие таксоны. Так, первое появление таких видов, как *P. macrodentatus*, *A. jemtlandica*, *P. horridus*, отмечается с самого начала дарривильского века (Albanesi, Barnes, 2000; Löfgren, 2003, 2004; Stouge, 2012). В Балтоскандии *H. kristinae* появляется в самых верхах кундаского горизонта (зона *Eoplacognathus pseudoplanus*) вместе с *C. ethingtoni* (Löfgren, 2004). Примерно к этому времени приурочено и появление *P. zgierensis*, наиболее хорошо задокументированное в разрезах Ньюфаундленда (Stouge, 2012).

В то же время в составе комплекса присутствуют *S. mufushanensis* и *D. latus*, до сих пор обнаруженные только во флоских и дапинских отложениях (An, 1987; Pyle, Barnes, 2002, 2003).

Согласно самым молодым конодонтам в пробе, возраст верхней части найманских известняков может быть не древнее уровня средней части копалинского горизонта Казахстана, которая сопоставляется с верхней частью кундаского горизонта (зона *E. pseudoplanus*) Балтоскандии (рис. 3). Находки граптолитов *Paraglossograptus*

| Ордовикская | | | | Неформ. подразделения (Bergström et al., 2009) | Граптол. зоны (The Geological..., 2012) | млн. лет | Британский ярус | Горизонт Балтоскандии | Балто-скандия (Löfgren, 2004) | Ньюфаунд-ленд (Stouge, 2012) | Лаврентия (Bauer, 2010) | Казахстан | | | | | | | | | | |
|-------------|--------------|--------------|----------|---|--|-----------------|-------------------|-----------------------|----------------------------------|---------------------------------|----------------------------|--------------------|-------------------------------|--------------|------------------------|--------------------|------------------------|-------------|-------------|------------|------------|------------------|
| Система | Отдел | Ярус | Горизонт | | | | | | | | | Зоны по конодонтам | | | | | | | | | | |
| Средний | Даривильский | Dw2 | Da3 | 467.3 | Планвирийский | Азериский | E. suecicus | P. lunnensis | P. anitae | P. zgierensis | H. kristinae | P. "pre-flexuosus" | Копалинский | P. aculeatus | | | | | | | | |
| | | | | | | | Кундаский | E.(L.?) pseudoplanus | M. ozarkodella | | | | | | P. lunnensis | | | | | | | |
| | | | | | | | | M. hagetiana | Y. crassus | | | | | | | | | | | | | |
| | | Даривильский | Dw1 | | | Da1 | | Аренгийский | Волховский | L. variabilis | P. originalis | | | | P. macrodentatus | H. cf. holodentata | H. holo-dentata | Коташинский | P. horridus | | | |
| | | | | | | | L. antivariabilis | | | | | P. hankensis | | | | | | | | H. labiosa | H. sinuosa | H. minutiserrata |
| | | | | | | | B. norrlandicus | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Даривильский | Dp2 | Dp3 | | Волховский | B. navis | | | P. hankensis | H. altifrons | M. flabellum-T. laevis | | P. flabellum-P. macrodentatus | | | | | | | | | |
| | | | | | | B. triangularis | | | | | | | | T. laevis | M. flabellum-T. laevis | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | T. laevis | M. flabellum-T. laevis | | | | | |

Рис. 3. Сопоставление зонального расчленения дапинско-нижедарривильского стратиграфического интервала разных регионов мира и совокупный интервал распространения комплекса конодонтов найманской свиты.

tentaculatus стратиграфически выше известняков не противоречат этом возрасту.

Всего в изученной пробе насчитывается 26 таксонов конодонтов, 19 из которых определено до вида, а остальные в открытой номенклатуре. Элементы рода *Periodon* доминируют в пробе, составляя 83% всех найденных экземпляров конодонтов в пробе (рис. 4). *D. cf. D. costatus*, *H. cf. H. altifrons* и *P. calceatus* составляют соответственно 11, 6 и 5% комплекса, а на остальные виды приходится от 3% и ниже.

Таксономическое разнообразие конодонтового комплекса из найманских известняков является уникально высоким для одной пробы. Так, альфа-разнообразие (разнообразие в отдельной точке опробования) ордовикских конодонтов в наиболее хорошо изученных регионах, таких как Балтоскандия и Южный Китай, не превышает 20–22 видов (Goldman et al., 2013; Männik, Viira, 2012). Общее разнообразие (гамма-разнообразие) конодонтов по всем изученным разнофациальным разрезам Южного Китая и Балтоскандии, суммированное по неформальным подъярусам нижней части среднего ордовика, насчитывает максимально 23 и 39 видов соответственно

(Wu et al., 2012; Goldman et al., 2013). В балтоскандийских разрезах высокое гамма-разнообразие конодонтов объясняется широким спектром фаций, в которых изучены конодонты, — от мелководных отложений Эстонии до открытоморских толщ Норвегии.

Уникально высокое таксономическое альфа-разнообразие в пробе, отобранной из известняков найманской свиты, скорее всего, связано со смешением видов из достаточно продолжительного стратиграфического интервала от зоны *P. macrodentatus* верхов дапинского яруса до зоны *P. aculeatus* средней части дарривильского яруса среднего ордовика.

БИОГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КОМПЛЕКСА

Ранний дарривиль был временем максимальной провинциальности и высокого биоразнообразия конодонтов ордовика (Goldman et al., 2013). Существование контрастной фауны на разных палеоконтинентах и множества редких видов в виде единичных экземпляров — все это является препятствием для создания биогеографических построений по конодонтам. Пока они разработаны только для раннего и позднего ордовика (Sweet, Bergström, 1984; Bergström, 1990; Zhen, Percival, 2003; Zhen, Nicoll, 2009).

Биогеографическое районирование конодонтов, как и других пелагических организмов, помимо расположения палеоконтинентов определяется параметрами, связанными с климатом и океанической циркуляцией: температурой поверхностных вод, их соленостью, освещенностью и притоком питательных веществ (Zhen, Percival, 2003; Vandenbroucke et al., 2009, 2013; Толмачева, 2014).

Современное биогеографическое районирование предполагает существование открытоморской биогеографической области, не связанной с расположением палеоконтинентов, и мелководноморской области, разделенной на климатические пояса и провинции, характеризующие различные эпиконтинентальные бассейны. Виды конодонтов, встречающиеся в кремнистых отложениях Казахстана, Урала, Шотландии и Австралии (Tolmacheva et al., 2004; Толмачева, 2014) и в глубоководных/относительно глубоководных карбонатных фациях других регионов мира, определяют открытоморскую биогеографическую область (Zhen, Percival, 2003; Толмачева, 2014). К конодонтам мелководноморской биогеографической области формально относят виды, встреченные только в мелководных отложениях.

Отдельные биогеографические провинции выделяются почти для всех палеоконтинентов и более мелких континентальных блоков

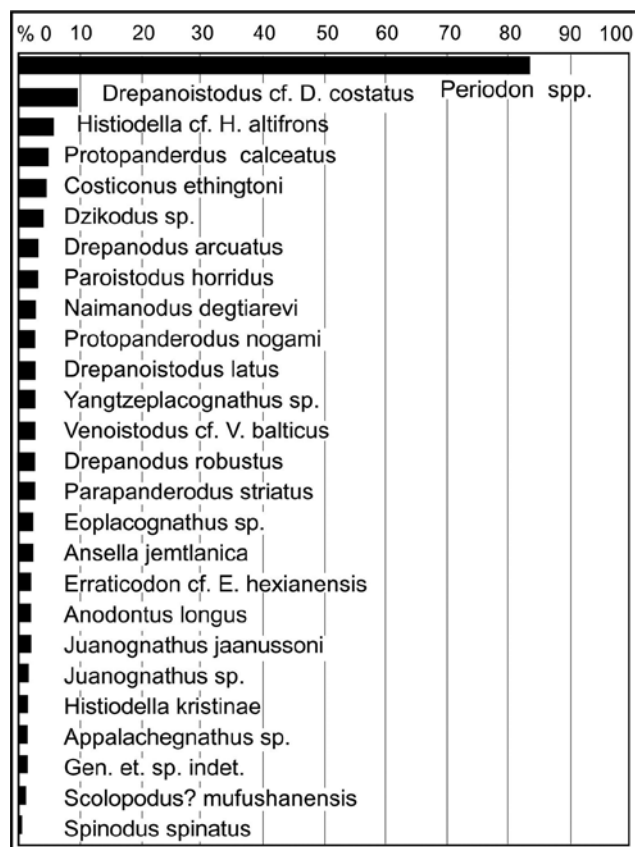


Рис. 4. Относительное количество элементов различных видов конодонтов в найманской свиты. Отмечается сильное количественное преобладание элементов рода *Periodon*.

в нижней части ордовика — для Лаврентии, Сибири, Австралии, Северного Китая, Южного Китая, Аргентины, Балтоскандии, Британии и других (Sweet, Bergström, 1984; Bergström, 1990; Pohler, Barnes, 1990; Zhen, Percival, 2003). Континентальные блоки Восточной Гондваны объединяются в Австрало-Азиатскую провинцию (Zhen et al., 2015).

К настоящему времени накопилось достаточно много данных для сопоставления ранне-дарривильских конодонтов найманской свиты Казахстана с конодонтами других регионов. Конодонты этого возраста изучены во всех крупных палеобассейнах ордовика — на Ньюфаундленде (Stouge, 2012), в Канаде (Pyle, Barnes, 2002, 2003), Америке (Bauer, 2010),

Аргентине (Mestre, Heredia, 2013; Serra et al., 2015; Feltes et al., 2016), Балтоскандии (Rasmussen, 2001; Löfgren, 2003, 2004; Bergström, 2007), Северном и Южном Китае (An et al., 1983; Zhang, 1998; Wu et al., 2012, 2014; Wang et al., 2014 и другие), Австралии (Percival et al., 2011).

В найманской пробе открытоморские виды, широко распространенные на многих палеоконтинентах: *A. jemtlandica*, *D. arcuatus*, *P. horridus*, *P. macrodentatus*, *P. zgierzensis*, *S. spinatus*, *C. ethingtoni* и другие (рис. 5), слагают меньшую часть комплекса (38% таксонов), тогда как по численности экземпляров они сильно превосходят мелководноморские таксоны (70%). Четыре таксона, определенные только до рода, не входят в эту статистику.

| № | Таксоны | Казахстан | Тарим | Тайланд | Северный Китай | Южный Китай | Австралия, Новая Зеландия | Арктическая Канада | Ньюфаундленд | Центральная Америка | Аргентина | Восточно-Европейская платформа | Монголия |
|--|---|-----------|-------|---------|----------------|-------------|---------------------------|--------------------|--------------|---------------------|-----------|--------------------------------|----------|
| Открытоморские таксоны | | | | | | | | | | | | | |
| 1. | <i>Ansellia jemtlandica</i> | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| 2. | <i>Costiconus ethingtoni</i> | X | X | | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| 3. | <i>Drepanodus arcuatus</i> | X | X | X | X | X | | X | X | X | X | X | X |
| 4. | <i>Drepanodus reclinatus</i> | X | | | X | X | X | | X | | | X | X |
| 5. | <i>Histiodela kristinae</i> | X | X | | X | X | X | | X | | X | X | X |
| 6. | <i>Paroistodus horridus</i> | X | X | | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| 7. | <i>Periodon macrodentatus</i> | X | | | | X | X | | X | X | X | X | X |
| 8. | <i>Periodon zgierzensis</i> | X | | | | X | | | X | X | X | X | X |
| 9. | <i>Spinodus spinatus</i> | X | X | | X | X | X | X | X | | X | X | X |
| Мелководноморские таксоны | | | | | | | | | | | | | |
| 10. | <i>Anodontus longus</i> | X | | | | | | X | X | | | | |
| 11. | <i>Drepanoistodus latus</i> | X | | | | | | X | | | | | |
| 12. | <i>Histiodela altifrons</i> | X | | | | | | | | X | X | | |
| 13. | <i>Juanognathus jaanussoni</i> | X | | X | X | X | | X | X | X | X | | |
| 14. | <i>Parapanderodus striatus</i> | X | X | | X | X | | X | X | X | | X | |
| 15. | <i>Protopanderodus calceatus</i> | X | X | X | X | X | X | X | | | | X | X |
| 16. | <i>Protopanderodus? nogamii</i> | X | X | X | X | | X | | | | X | | |
| 17. | <i>Scolopodus? mufushanensis</i> | X | | | X | | | X | | | | | |
| Регионально эндемичные таксоны | | | | | | | | | | | | | |
| 18. | <i>Appalachignathus</i> sp. | X | | | | | | | | | | | |
| 19. | <i>Juanognathus</i> sp. | X | | | | | | | | | | | |
| 20. | <i>Naimanodus degtiarevi</i> | X | | | | | | | | | | | |
| 21. | <i>Venoistodus</i> cf. <i>V. balticus</i> | X | | | | | | | | | | | |
| 22. | Gen. et sp. indet. 1 | X | | | | | | | | | | | |
| Родовые таксоны, не имеющие четкой биогеографической характеристики | | | | | | | | | | | | | |
| 23. | <i>Baltoniodus</i> sp. | X | X | X | X | X | X | X | X | X | | X | X |
| 24. | <i>Dzikodus</i> sp. | X | X | | X | X | X | X | X | X | | X | |
| 25. | <i>Eoplacognathus</i> sp. | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| 26. | <i>Erraticodon</i> sp. | X | X | | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| 27. | <i>Yangtzeplacognathus</i> sp. | X | X | X | X | X | X | X | X | X | | X | X |

Рис. 5. Распространение таксонов найманской свиты в других регионах мира. Использовались данные по Ньюфаундленду (Stouge, 1984, 2012); Канадской Арктике (Pyle, Barnes, 2002, 2003); Америке (Bauer, 2010); Аргентине (Mestre, Heredia, 2013; Serra et al., 2015); Балтоскандии (Rasmussen, 2001; Löfgren, 2003, 2004; Bergström, 2007); Тариму, Северному и Южному Китаю (An et al., 1983; Zhang, 1998; Wu et al., 2012; et al., 2014; Zhen et al., 2011; Wang et al., 2014 и другие); Австралии, Новой Зеландии (Zhen et al., 2009; Percival et al., 2011).

Средний ордовик
Дарривильский ярус
465 млн. лет

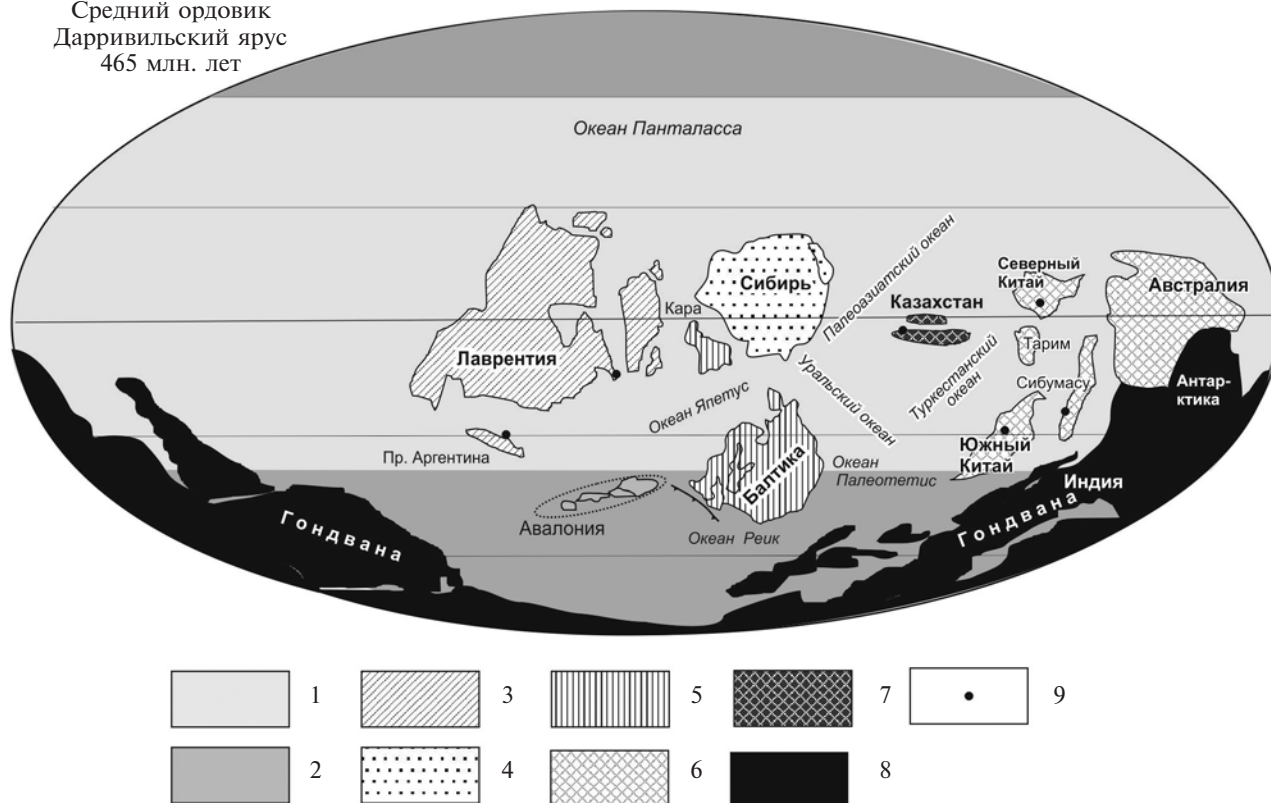


Рис. 6. Палеогеографическая реконструкция для среднего ордовика (по <http://www.scotese.com/newpage1.htm>, с уточнениями (Vandenbroucke et al., 2010, 2013; Толмачева, 2014; Zhen et al., 2015)) и биогеографическое районирование по конодонтам. 1 – тепловодный пояс открытоморской биогеографической области; 2 – холодноводный пояс мелководноморской биогеографической области; 3 – Северо-Американская биогеографическая провинция; 4 – Сибирская биогеографическая провинция; 5 – Балтоскандийская биогеографическая провинция; 6 – Австрало-Азиатская биогеографическая провинция; 7 – Казахстанская биогеографическая провинция; 8 – области неясной биогеографической характеристики; 9 – местонахождения видов *J. jaanussoni*, *S.? mufushanensis*, *D. latus* и *A. longus*, фиксирующих тепловодный пояс открытоморской биогеографической области.

Надо отметить, что численное доминирование элементов видов рода *Periodon*, отмеченное в найманской свите, типично для кремнистых отложений Казахстана и Урала (Dubinina, Ryazantsev, 2008; Толмачева, 2014) и наблюдается в дапинских и раннедарривильских карбонатных отложениях разных палеоконтинентов (Pohler, Barnes, 1990; Stouge, 2012). Возможно, это говорит о глубоководных или открытоморских обстановках формирования карбонатов, в данном случае известняков найманской свиты.

Часть мелководных форм в изученном комплексе, в частности виды *P. striatus* и *P. calceatus*, встречаются на многих палеоконтинентах, в том числе в Балтоскандии, Северной Америке, Австралии, Тариме и Северном Китае. Такое повсеместное их распространение является свидетельством океанического обитания этих видов. Вполне вероятно, что эти формы со временем будут обнаружены в кремнях.

Четыре вида (*J. jaanussoni*, *S.? mufushanensis*, *D. latus* и *A. longus*) из найманской свиты известны только из Австрало-Азиатской и/или

Лаврентийской провинции (рис. 6). Так, *J. jaanussoni* был обнаружен в Северной Америке, Аргентине, Северном и Южном Китае и Западном Таиланде, *S.? mufushanensis* – в Северном Китае и Канадской Арктике, *D. latus* и *A. longus* – в Канадской Арктике (Pyle, Barnes, 2002). Учитывая находки этих видов в Казахстане, расположенном относительно Канады, согласно существующим палеогеографическим построениям, на противоположной половине Земли, распространение этих видов достаточно широкое. Тем не менее наши знания о таксономических составах конодонтовых фаун недостаточны, чтобы доказать их присутствие на других континентах. Известные в настоящее время местонахождения этих видов ограничены только палеобассейнами экваториальных широт (рис. 6). В составе очень хорошо изученных конодонтовых фаун Балтоскандийского палеобассейна, который был расположен на относительно высоких широтах в начале среднего ордовика (Cocks, Torsvik, 2005), они отсутствуют. Это указывает на возможную биогеографическую зональность по

климатическим поясам, характерную для пелагической биоты и определенную по биогеографическому распространению граптолитов в конце позднего ордовика (Vandenbroucke et al., 2009, 2013).

Единственным видом в найманской свите, встречающимся только в Австрало-Азиатской провинции, является *P. ? pogamii*, широко распространенный в платформенных блоках Гондваны, включая ее как восточную (Южный и Северный Китай, Тарим, Австралия, Сибумасу, Малазия), так и западную (Прикордильерская Аргентина) части (Zhen, Nicoll, 2009). Широкое распространение этого вида во многих разрезах Казахстана (Толмачева, 2014) показывает принадлежность этого региона к Австрало-Азиатской биогеографической провинции и его относительную географическую близость к восточной окраине Гондваны.

Конодонты найманской свиты включают пять эндемичных форм (рис. 5), все из которых, кроме *gen. et sp. indet. 1*, известны также из других разрезов Казахстана (Толмачева, 2014). Региональным эндемиком Казахстана, хотя и с большим ареалом распространения, может считаться *N. degtyarevi*, который был найден на Алтае и в Северной Киргизии (Толмачева, 2013). Наличие значительного количества эндемичных форм характеризует казахстанскую фауну как самостоятельную биогеографическую единицу районирования и подтверждает относительную удаленность бассейнов Казахстана как от восточной окраины Гондваны, так и от других палеоконтинентов в ордовикское время.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе представлены первые систематические данные о таксономическом составе конодонтов среднего ордовика из карбонатных пород Казахстана. Высокое таксономическое разнообразие комплекса из верхней части известняков найманской свиты объясняется смещением в пробе значительного по продолжительности стратиграфического интервала от верхней части дапинского яруса до середины дарривильского яруса. По наиболее молодым конодонтам был уточнен возраст найманской свиты, терригенная часть которой относительно плохо охарактеризована фауной.

В целом состав комплекса конодонтов найманской свиты Казахстана показывает, что распространение конодонтов подчиняется правилам биогеографического районирования пелагических фаун, которым следуют и граптолиты — другая пелагическая группа ордовика. Открытоморская часть конодонтового комплекса имеет широкое географическое распростране-

ние, возможно, в соответствии с климатическими поясами или крупными зонами океанической циркуляции. Конодонтовые фауны Казахстана в целом относятся к Австрало-Азиатской биогеографической провинции, охватывающей восточную Гондвану. Этот палеогеографический вывод подтверждают заключения по бентосным группам фауны — трилобитам и брахиоподам (Fortey, Cocks, 2003; Nikitin et al., 2003; Роров et al., 2009). В то же время в Казахстане отмечается большое количество регионально эндемичных видов, которые позволяют рассматривать этот регион как самостоятельную биогеографическую единицу районирования в рамках Австрало-Азиатской биогеографической провинции. Так как последняя включает в себя несколько крупных и достаточно обособленных в биогеографическом отношении регионов (Южный, Северный Китай и Австралия), Австрало-Азиатская провинция может рассматриваться как биогеографическая единица более высокого ранга, чем провинция.

Экспедиционные работы проведены в рамках темы ГИН РАН № 0135-2016-0009, обработка материала и обобщение биогеографических данных выполнены при финансовой поддержке РФФИ, проекты 15-05-05109 и 16-05-00530.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Гридина Н.М., Машкова Т.В. Конодонты в кремнисто-терригенных толщах Атасуйского антиклинория // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1977. Вып. 6. С. 12–18.
- Дегтярев К.Е. Тектоническая эволюция раннепалеозойских островодужных систем и формирование континентальной коры каледонид Казахстана. М.: ГЕОС, 2012. 289 с.
- Дегтярев К.Е., Толмачева Т.Ю. Косые сдвиги и их роль в нарушении латерального ряда структур раннепалеозойской Чингизской островодужной системы (Восточный Казахстан) // Очерки по региональной тектонике. Т. 2. Казахстан, Тянь-Шань, Полярный Урал. М.: Наука, 2005. С. 40–67.
- Дегтярев К.Е., Дубинина С.В., Орлова А.Р. Стратиграфия и особенности строения нижнепалеозойского карбонатно-кремнисто-туфогенного комплекса хребта Чингиз (Восточный Казахстан) // Стратиграфия. Геол. корреляция. 1999. Т. 7. № 5. С. 93–99.
- Дубинина С.В. Конодонты и зональная стратиграфия пограничных отложений кембрия и ордовика. Москва: Наука, 2000. С. 1–239 (Труды ГИН РАН. Вып. 517).
- Курковская Л.А. Комплексы конодонтов из кремнистых и вулканогенно-кремнистых толщ // Геология раннегеосинклинальных комплексов Центрального Казахстана. М.: Изд-во МГУ, 1985. С. 164–176.
- Никитин И.Ф. Ордовик Казахстана. Часть I. Стратиграфия. Алма-Ата: Наука, 1972. С. 1–244.

- Орлова А.Р. Новые данные о граптолитах и конодонтах найманской свиты (нижний ордовик) хребта Чингиз, Центральный Казахстан // Бюлл. МОИП. Отд. геол. 1993. Т. 69. Вып. 1. С. 43–47.
- Решения III Казахстанского стратиграфического совещания по докембрию и фанерозою (Алма-Ата, 1986 г.). Часть I. Докембрий и палеозой. Алма-Ата, 1991. С. 1–147.
- Тектоника Казахстана. Объяснительная записка к Тектонической карте Восточного Казахстана. Масштаб 1 : 2 500 000. М.: Наука, 1982. 139 с.
- Толмачева Т.Ю. Новый представитель конодентов из среднего ордовика Центрального Казахстана, Киргизии и Алтая // Палеонтол. журн. 2013. № 2. С. 55–59.
- Толмачева Т.Ю. Биостратиграфия и биогеография конодентов ордовика западной части Центрально-Азиатского складчатого пояса. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2014. 264 с. (Труды ВСЕГЕИ. Нов. сер. Т. 356).
- Толмачева Т.Ю., Дегтярев К.Е. Конденсированные кремнистые отложения позднекембрийского–раннеордовикского океанического бассейна в Ирадырской зоне (Северный Казахстан) // Докл. АН. 2012. Т. 444. № 4. С. 422–428.
- Agematsu S., Sashida K., Ibrahim A. Biostratigraphy and paleobiogeography of middle and late Ordovician conodonts from the Langkawi islands, Northwestern peninsular Malaysia // J. Paleontol. 2008. V. 82 (5). P. 957–973.
- Albanesi G.L., Barnes C.R. Subspeciation within a punctuated equilibrium evolutionary event: phylogenetic history of the Lower–Middle Ordovician *Paroistodus* originalis–*P. horridus* complex (Conodonts) // J. Paleontol. 2000. V. 74. P. 492–502.
- An T.X. The lower Paleozoic conodonts of South China. Beijing: Publishing House of Geology, 1987. 238 p.
- An T.X., Zheng Z. The conodonts of the marginal areas around the Ordos Basin, North China. Beijing: Science Press, 1990. 201 p.
- An T.X., Zhang F., Xiang W.D. et al. The conodonts of North China and the adjacent regions. Beijing: Science Press, 1983. 223 p.
- Bagnoli G., Stouge S. Lower Ordovician (Billingenian–Kunda) conodonts zonation and provinces based on sections from Horns Udde, north Oland, Sweden // Bollettino della Soc. Paleont. Ital. 1997. V. 35. № 2. P. 109–163.
- Bauer J.A. Conodonts and conodont biostratigraphy of the Joins and Oil Creek formations, Arbuckle Mountains, South-central Oklahoma // Oklahoma Geol. Surv. Bull. 2010. V. 150. P. 1–44.
- Bergström S.M. Relations between conodont provincialism and the changing palaeogeography during the Early Palaeozoic // Palaeozoic palaeogeography and biogeography. Eds. McKerrow W.S., Scotese C.R. Geol. Soc. Mem. 1990. V. 12. P. 105–121.
- Bergström S.M. Middle and Upper Ordovician conodonts from the Fågelsång GSSP, Scania, southern Sweden // Geol. Fören. i Stock. Förhand. 2007. V. 129. Pt. 2. P. 77–82.
- Bergström S.M., Carnes J.B., Ethington R.L. et al. *Appalachignathus*, a new multielement conodont genus from the Middle Ordovician of North America // J. Paleontol. 1974. V. 48. P. 227–235.
- Bergström S.M., Chen X., Gutiérrez-Marco J.C., Dronov A. The new chronostratigraphic classification of the Ordovician System and its relations to major regional series and stages and to $\delta^{13}\text{C}$ chemostratigraphy // Lethaia. 2009. V. 42. P. 97–107.
- Cocks L.R.M., Torsvik T.H. Baltica from the late Precambrian to mid-Palaeozoic times: the gain and loss of a terrane's identity // Earth Sci. Rev. 2005. V. 72. P. 39–66.
- Du P.D., Zhao Z.X., Huang Z.B. et al. Discussion on four conodont species of *Histiodela* from Tarim Basin and their stratigraphic implication // Acta Micropalaeontol. Sinica. 2005. V. 22 (4). P. 357–369.
- Dubinina S.V., Ryazantsev A.V. Conodont stratigraphy and correlation of the Ordovician volcanogenic and volcanogenic sedimentary sequences in the South Urals, Russia // J. Earth. Sci. Lett. 2008. V. 10. P. 1–31.
- Ethington R.L., Clark D.L. Lower and Middle Ordovician conodonts from the Ibex Area, Western Millard County, Utah // Brigham Young University. Geol. Stud. 1982. V. 28. 160 p.
- Feltes N.A., Albanesi G.L., Bergström S.M. Conodont biostratigraphy and global correlation of the middle Darriwilian–lower Sandbian Las Aguaditas Formation, Precordillera of San Juan, Argentina // Andean Geology. 2016. V. 43 (1). P. 60–85.
- Fortey R.A., Cocks L.R.M. Palaeontological evidence bearing on global Ordovician–Silurian continental reconstructions // Earth-Sci. Rev. 2003. V. 61. P. 245–307.
- Goldman D., Bergstrom S.M., Sheets H.D., Pantle C. A CONOP9 composite taxon range chart for Ordovician conodonts from Baltoscandia: a framework for biostratigraphic correlation and maximum-likelihood biodiversity analyses // GFF. 2013. DOI:10.1080/11035897.2013.809549.
- Landing E. Early Ordovician (Arenigian) conodont and graptolite biostratigraphy of the Taconic allochthon, eastern New York // J. Paleontol. 1976. V. 50. P. 614–646.
- Lehnert O. Ordovizische Conodonten aus der Präkordillere Westargentinien: Ihre Bedeutung für Stratigraphie und Paläogeographie // Erlanger Geol. Abh. 1995. V. 125. P. 125–193.
- Löfgren A. Arenigian and Llanvirnian conodonts from Jämtland, northern Sweden // Fossils and Strata. 1978. № 13. P. 1–129.
- Löfgren A. Conodont faunas with *Lenodus variabilis* in the upper Arenigian to lower Llanvirnian of Sweden // Acta Palaeontol. Pol. 2003. V. 48 (3). P. 417–436.
- Löfgren A. The conodont fauna in the Middle Ordovician *Eoplacognathus pseudoplanus* Zone of Baltoscandia // Geol. Mag. 2004. V. 141 (4). P. 505–524.
- Männik P., Viira V. Ordovician conodont diversity in the northern Baltic // Estonian J. Earth Sci. 2012. V. 61 (1). P. 1–14.
- Mestre A., Heredia S. Biostratigraphic significance of Darriwilian conodonts from Sierra de La Trampa (Central Precordillera, San Juan, Argentina) // Geosciences J. 2013. V. 17 (1). P. 43–53.
- Nikitin I.F., Koren' T.N., Nikitina O.I. et al. The Lower–Middle Ordovician boundary in Kazakhstan // Ordovician from the Andes. Eds. Albanesi G.L., Beresi

- M.S., Peralta S.H. ISUGEO. Serie Correlación Geológica. 2003. V. 17. P. 113–117.
- Percival I.G., Quinn C.D., Glen R.A. A review of Cambrian and Ordovician stratigraphy in New South Wales // Geol. Surv. New South Wales, Quarterly Notes. 2011. V. 137. P. 1–39.
- Pohler S.M.L., Barnes C.R. Conceptual models in conodont paleoecology // Courier Forschungsinstitut Senckenberg. 1990. V. 118. P. 409–440.
- Popov L.E., Bassett M.G., Zhemchuzhnikov V.G. et al. Gondwanan faunal signatures from Early Palaeozoic terranes of Kazakhstan and Central Asia: evidence and tectonic implications // Early Palaeozoic Peri-Gondwana Terranes: New Insights from Tectonics and Biogeography. Ed. Bassett M.G. Geol. Soc. London Spec. Publ. 2009. V. 325. P. 23–65.
- Pyle L.J., Barnes C.R. Taxonomy, evolution and biostratigraphy of conodonts from the Kechika Formation, Skoki Formation and Road River Group (Upper Cambrian to Lower Silurian), northeastern British Columbia // National Research Council of Canada Monograph Series. 2002. № 44461. P. 1–227.
- Pyle L.J., Barnes C.R. Conodonts from a platform-to-basin transect, Lower Ordovician to Lower Silurian, Northeastern British Columbia, Canada // J. Paleontol. 2003. V. 77. P. 146–171.
- Rasmussen J.A. Conodont biostratigraphy and taxonomy of the Ordovician shelf margin deposits in the Scandinavian Caledonides // Fossils and Strata. 2001. V. 48. P. 1–180.
- Serpagli E. Lower Ordovician conodonts from Precordilleran Argentina (province of San Juan) // Bolletino della Società Paleontologica Italiana. 1974. V. 13. P. 17–98.
- Serra F., Albanesi G.L., Ortega G., Bergstrom S.M. Biostratigraphy and palaeoecology of Middle–Late Ordovician conodont and graptolite faunas of the Las Chacritas River section, Precordillera of San Juan, Argentina // Geol. Mag. 2015. V. 152 (5). P. 813–829.
- Smith M.P. Early Ordovician conodonts of East and North Greenland // Meddelelser om Grenland. Geoscience. 1991. № 26. P. 1–81.
- Stouge S. Conodonts of the Middle Ordovician Table Head Formation, western Newfoundland // Fossils and Strata. 1984. V. 16. P. 1–145.
- Stouge S. Middle Ordovician (late Dapingian–Darriwilian) conodonts from the Cow Head Group and Lower Head Formation, western Newfoundland, Canada // Can. J. Earth Sci. 2012. V. 49. P. 59–90.
- Stouge S., Bagnoli G. Early Ordovician Conodonts from Cow Head Peninsula, western Newfoundland // Palaeontograph. Ital. 1988. V. 75. P. 89–179.
- Sweet W.C., Bergström S.M. Conodont provinces and biofacies of the Late Ordovician // Geol. Soc. Am. Spec. Pap. 1984. V. 196. P. 69–87.
- The Geological Time Scale. Eds. Gradstein F., Ogg J.G., Schmitz M., Ogg G. Elsevier, 2012. 1176 p.
- Tolmacheva T.Yu., Popov L., Gogin I., Holmer L. Conodont biostratigraphy and faunal assemblages in radiolarian ribbon-banded cherts of the Burubaital Formation, West Balkhash Region, Kazakhstan // Geol. Mag. 2004. V. 141. № 6. P. 699–715.
- Tolmacheva T.J., Degtyarev K.E., Samuelson J., Holmer L.E. Middle Cambrian to Lower Ordovician from the Chingiz Mountain Range, central Kazakhstan // Alcheringa. 2008. V. 32. № 4. P. 443–463.
- Vandenbroucke T.R.A., Armstrong H.A., Williams M. et al. Ground-truthing Late Ordovician climate models using the paleobiogeography of graptolites // Paleoclimatology. 2009. V. 24. № PA4202. P. 1–19. doi:10.1029/2008PA001720.
- Vandenbroucke T.R.A., Armstrong H.A., Williams M. et al. Epipelagic chitinozoan biotopes map a steep latitudinal temperature gradient for earliest Late Ordovician seas: Implications for a cooling Late Ordovician climate // Palaeogeogr. Palaeoclimat. Palaeoecol. 2010. V. 294. P. 202–219.
- Vandenbroucke T.R.A., Armstrong H.A., Williams M. et al. Late Ordovician zooplankton maps and the climate of the Early Palaeozoic Icehouse // Geol. Soc. London Mem. 2013. V. 38. P. 399–405. https://doi.org/10.1144/M38.24
- Viira V., Lofgren A., Magi S., Wickstrom J. An Early to Middle Ordovician succession of conodont faunas at Maekalda, northern Estonia // Geol. Mag. 2001. V. 138. P. 699–718.
- Wang Z.H., Bergstrom S.M., Zhen Y.Y. et al. A revision of the Darriwilian biostratigraphic conodont zonation in Tangshan, Hebei Province based on new conodont collections // Acta Palaeontol. Sinica. 2014. V. 53. P. 1–15.
- Wu R.C., Stouge S., Wang Z.H. Conodontophorid biodiversification during the Ordovician in South China // Lethaia. 2012. V. 45. P. 432–442.
- Wu R.C., Percival I.G., Stouge S. et al. Conodont diversification during the Ordovician: A perspective from North China and Tarim (Northwestern China) // Science China: Earth Sci. 2014. V. 57. P. 397–407. doi: 10.1007/s11430-013-4777-0.
- Zhang J.H. Conodonts from the Guniutan Formation (Llanvirnian) in Hubei and Hunan provinces, south-central China // Stockholm Contributions in Geology. 1998. V. 46. P. 1–161.
- Zhang S., Pyle L.J., Barnes C.R. Evolution of the early Paleozoic Cordilleran margin of Laurentia: tectonic and eustatic events interpreted from sequence stratigraphy and conodont community // Can. J. Earth Sci. 2005. V. 42. P. 999–1031.
- Zhen Y.Y., Nicoll R.S. Biogeographic and biostratigraphic implications of the Serratognathus bilobatus fauna (Conodonts) from the Emanuel Formation (Early Ordovician) of the Canning Basin, Western Australia // Records of the Australian Museum. 2009. V. 61. P. 1–30.
- Zhen Y.Y., Percival I.G. Ordovician conodont biogeography – reconsidered // Lethaia. 2003. V. 36. P. 357–369.
- Zhen Y.Y., Nicoll R.S., Percival I.G. et al. Ordovician rhipidognathid conodonts from Australia and Iran // J. Paleontol. 2001. V. 75. P. 186–207.
- Zhen Y.Y., Percival I.G., Cooper R.A. et al. Darriwilian (Middle Ordovician) conodonts from Thompson Creek, Nelson Province, New Zealand // Mem. Assoc. Australasian Palaeontol. 2009. V. 37. P. 25–53.

Zhen Y.Y., Wang Z., Zhang Y. et al. Middle to Late Ordovician (Darriwilian–Sandbian) conodonts from the Dawangou section, Kalpin area of the Tarim Basin, northwestern China // Records of the Australian Museum. 2011. V. 63 (3). P. 203–266.

Zhen Y.Y., Percival I.G., Zhang Y.D. Floian (Early

Ordovician) conodont-based biostratigraphy and biogeography of the Australasian Superprovince // Palaeoworld. 2015. V. 24 (1-2). P. 100–109.

Zhylkaidarov A. Conodonts from Ordovician ophiolites of central Kazakhstan // Acta Palaeontol. Polonica. 1998. V. 43. № 1. P. 53–48.

Рецензенты А.С. Алексеев, Н.В. Сенников

MIDDLE ORDOVICIAN CONODONTS FROM THE CHINGIZ RIDGE (KAZAKHSTAN): TAXONOMY OF THE NAIMAN FORMATION ASSEMBLAGE AND ITS BIOGEOGRAPHIC AFFINITY

T. Yu. Tolmacheva^a, K. E. Degtyarev^b, K. N. Shatagin^c

^a Karpinsky Russian Research Geological Institute (VSEGEI), Sredny pr. 74, St. Petersburg, 199106 Russia

^b Geological Institute, Russian Academy of Sciences, Pyzhevskii per. 7, Moscow, 119017 Russia

^c Institute of Geology of Ore Deposits, Petrography, Mineralogy, and Geochemistry, Russian Academy of Sciences, Staromonetny per. 35, Moscow, 119017 Russia

Conodonts from carbonate rocks of the Naiman Formation (Chingiz Ridge, East Kazakhstan) have been studied in detail for the first time. The mixed conodont complex is characterized by a high taxonomic diversity and includes species of the stratigraphic interval from the upper part of the Dapingian to the middle of the Darriwilian of the Middle Ordovician. The conodont assemblage includes oceanic/deep-sea species of wide geographic distribution, in particular, abundant *Periodon macrodentatus* and *P. zgierzensis*, which are typical for siliceous deposits of Kazakhstan. For the first time, the occurrence of species *Scolopodus? mufushanensis*, *Drepanoistodus latus* and *Anodontus longus* is noted in Kazakhstan. This indicates the existence of the biogeographic climatic zones typical for pelagic biota. The species *Protopanderodus? nogamii* indicates that the Kazakhstan conodont fauna belongs to the Australasian biogeographic province of the Eastern Gondwana. The conodont assemblage includes a number of regionally endemic taxa that characterize the Kazakhstan fauna as an independent biogeographic unit and confirm the relative remoteness of water basins of Kazakhstan from the eastern margin of Gondwana as well as from other paleocontinents in the Ordovician.

Keywords: conodonts, Ordovician, Darriwilian Stage, Naiman Formation, East Kazakhstan, biostratigraphy, biogeography, biodiversity.

DOI: <https://doi.org/10.31857/0869-592X27112-30>