

Биостратиграфическое расчленение по конодонтам пражских отложений западного склона Южного Урала на примере разреза Миндигулово

Т. М. Мавринская, А. Р. Шарипова

Институт геологии УФИЦ РАН, 450077, г. Уфа, ул. К. Маркса, 16/2, e-mail: stpal@ufaras.ru

Поступила в редакцию 30.01.2023 г., принята к печати 08.05.2023 г.

Объект исследования. Пражские конодонты из разреза Миндигулово на западном склоне Южного Урала. **Цель.** Биостратиграфическое расчленение пражских отложений по конодонтам. **Материалы и методы.** Исследование основано на биостратиграфическом методе: выделение конодонтов по традиционной методике, таксономическое определение конодонтовых ассоциаций из пражских отложений, построение и корреляция зональной шкалы. **Результаты.** Впервые в широтном течении р. Белой пражские отложения охарактеризованы конодонтами в разрезе Миндигулово. Выявлена последовательность подразделений конодонтов в ранге слоев с фауной: слои с *Gondwania irregularis*, *Latericriodus steinachensis*, слои с *Pelekysgnathus serratus*, слои с *Gondwania profunda*, *Pseudogondwania kindlei* и слои с *Polygnathus cf. pireneae*. **Выводы.** Установленные подразделения конодонтов непосредственно сопоставляются со стандартной зональной шкалой пражского яруса. Полученная коллекция конодонтов состоит из таксонов, характеризующих филетическую линию *Gondwania irregularis*–*Gondwania profunda*, *Pseudogondwania kindlei*–*Eognathodus zeravshanicus*, *Polygnathus pireneae*, установленных в разрезах пражских отложений Австралии и Южном Тянь-Шане. Совместное присутствие в разрезе Миндигуловский глубоководной фауны семейства Eognathodidae и мелководной Icriodontidae дает возможность проводить корреляции разнофациальных разрезов.

Ключевые слова: Южный Урал, нижний девон, пражский ярус, кулаватский горизонт, корреляция, конодонты

Источник финансирования

Работа выполнена в рамках темы государственного задания “Основные события фанерозоя: палеонтология, стратиграфия, корреляция”, № НИОКТР FMRS-2022-0010

Pragian conodont biostratigraphy of the western slope of the Southern Urals (Mindigulovo section)

Tatiana M. Mavrinskaya, Aliya R. Sharipova

Institute of Geology, UFRS RAS, 16/2 K. Marx st., Ufa 450077, Russia, e-mail: stpal@ufaras.ru

Received 30.01.2023, accepted 08.05.2023

Research subject. Pragian conodonts from the Mindigulovo section on the western slope of the South Urals. **Aim.** Conodont-based biostratigraphy of the Pragian deposits. **Materials and methods.** This study is based on the biostratigraphic method: identification of conodonts using conventional techniques, recognition of Pragian conodont associations, zonal scale proposal and correlation. **Results.** The Pragian beds in the Mindigulovo Section in the latitudinal flow of the Belaya River are characterized using conodonts for the first time. The following conodont-based subdivisions at the rank of beds with fauna are recognized (from bottom to top): Beds with *Gondwania irregularis*, *Latericriodus steinachensis*, Beds with *Pelekysgnathus serratus*, Beds with *Gondwania profunda*, *Pseudogondwania kindlei* and Beds with *Polygnathus cf. pireneae*. **Conclusions.** The recognized conodont-based units can be directly correlated with the standard zonal scale of the Pragian. The conodont assemblage studied contains taxa characterizing the *Gondwania irregularis*–*Gondwania profunda*, *Pseudogondwania kindlei*–*Eognathodus zeravshanicus*, *Polygnathus pireneae* lineage, also known in the Pragian successions of Australia and the South Tien Shan. The co-occurrence of the deep-water family Eognathodidae and the shallow-water Icriodontidae in the Mindigulovo Section enables the correlation of different facies sections.

Keywords: Southern Urals, Lower Devonian, Pragian stage, Kulamat Horizon (Regional Substage), correlation, conodonts

Для цитирования: Мавринская Т.М., Шарипова А.Р. (2023) Биостратиграфическое расчленение по конодонтам пражских отложений западного склона Южного Урала на примере разреза Миндигулово. *Литосфера*, **23**(6), 950-969. <https://doi.org/10.24930/1681-9004-2023-23-6-950-969>

For citation: Mavrinskaya T.M., Sharipova A.R. (2023) Pragian conodont biostratigraphy of the western slope of the Southern Urals (Mindigulovo section). *Lithosphere (Russia)*, **23**(6), 950-969. (In Russ.) <https://doi.org/10.24930/1681-9004-2023-23-6-950-969>

Funding information

The work was carried out within the framework of the state assignment "The main events of the Phanerozoic: paleontology, stratigraphy, correlation", No. NIOKTR FMRS-2022-0010

Acknowledgements

The authors express their gratitude to Dr. O.V. Artyushkova for organizing field work and describing the section during two seasons, for valuable consultations and recommendations in the process of writing the article. The authors are grateful to the referees for careful reading of the manuscript and useful comments.

ВВЕДЕНИЕ

На западном склоне Южного Урала нижнедевонские отложения наиболее полно представлены в Западно-Зилаирской зоне (рис. 1б), где они известны преимущественно в рифогенных фациях. На основе монографического изучения брахиопод и кораллов из отложений нижнего девона А.П. Тяжевой, Р.А. Жаворонковой и А.А. Гарифуллиной (1976) выполнено их биостратиграфическое расчленение с выделением региональных стратиграфических подразделений. Пражские отложения разделены на два горизонта – куламатский и тютюленьский, стратотипы которых располагаются в бассейне р. Иргизла, левого притока р. Белой. Эти горизонты вошли в Схему стратиграфии девона Урала (Субрегиональные..., 1993).

Горизонты нижнего девона были очень хорошо охарактеризованы брахиоподами и кораллами, корреляция по ним считалась достаточной. Но в настоящее время при датировании и расчленении палеозойских отложений ведущая роль отводится ортостратиграфическим группам фауны, одной из которых являются конодонты. В последние годы расчленение разрезов нижнего девона, определение объема ярусов и положения ярусных границ на основе конодонтов являются предметом международных дискуссий вследствие больших расхождений в биоразнообразии и стратиграфическом распространении релевантной конодонтовой фауны в различных регионах. Особенно проблемным с этой точки зрения считается пражский ярус (Slavík et al., 2007).

ПРОБЛЕМЫ СТАНДАРТНОЙ КОНОДОНТОВОЙ ШКАЛЫ ПРАЖСКОГО ЯРУСА И ЕЕ МЕЖРЕГИОНАЛЬНОЙ КОРРЕЛЯЦИИ

Стандартная конодонтовая зональность для пражского яруса разработана Н.Р. Lane и А.Р. Ormiston (1979) по разрезам Аляски. На основе установленной в них эволюционной последовательности эогнатодонтид выделены три зоны: *Eognathodus sulcatus*, *Eog. kindlei*, *Polygnathus pireneae*. Они дополнили и уточнили существовавшую шкалу (Klapper, 1977).

Позднее, в результате таксономической ревизии и после переописания голотипа вида *Eognathodus sulcatus*, ранние эогнатодонтиды выделены в новый род *Gondwania* (Bardashev et al., 2002), самым древним таксоном которого является *Gondwania irregularis* (Druce) (Murphy, 2005; Slavík et al., 2007). *Eognathodus sulcatus* в объеме, отвечающему голотипу, не встречается ниже верхней праги. Поэтому нижняя зона пражского яруса *Eog. sulcatus* заменена на *G. irregularis* (Becker et al., 2012, 2020).

Но на данный момент эта шкала требует доработки. За последние 40 лет получен большой коллекционный материал, благодаря которому конодонтовая зональная последовательность продолжает уточняться и совершенствоваться (Becker et al., 2012, 2020) (рис. 2). Однако варианта универсально применимой конодонтовой шкалы для пражского яруса до сих пор нет. Созданию такой шкалы препятствует ряд проблемных моментов.

1. Особенности и различия пражских бассейнов. Пражские отложения в ряде европейских регионов: в Карнийских Альпах, Испанских Пиренеях, Австрии, Подолии и прежде всего в типовой местности в Баррандиене в большинстве случаев представлены регрессивными мелководными фациями с преимущественным распространением в них мелководных конодонтовых биофаций в основном семейства Icriodontidae. Редкая встречаемость в разрезах пражского яруса космополитной конодонтовой фауны и, в частности, эогнатодонтид очень затрудняет выполнение корреляции с его стандартными подразделениями. Для стратотипической местности в Баррандиене и сходных по биофациям разрезов пражских отложений в Испанских Пиренеях предложена альтернативная шкала на основе фауны икриодонтид (Slavík, 2004; Slavík, Hladil, 2004; Slavík et al., 2007). Маркером нижней границы пражского яруса в ней является вид *Latericriodus steinachensis* (Al-Rawi) (см. рис. 2).

2. Установление первого появления таксонов семейства Eognathodontidae и положения нижней границы пражского яруса по биостратиграфическому критерию в соответствии с Руководящими указаниями и уставом, утвержденными Международной комиссией по стратиграфии в 1986 г. (Guidelines and statutes..., 1986).

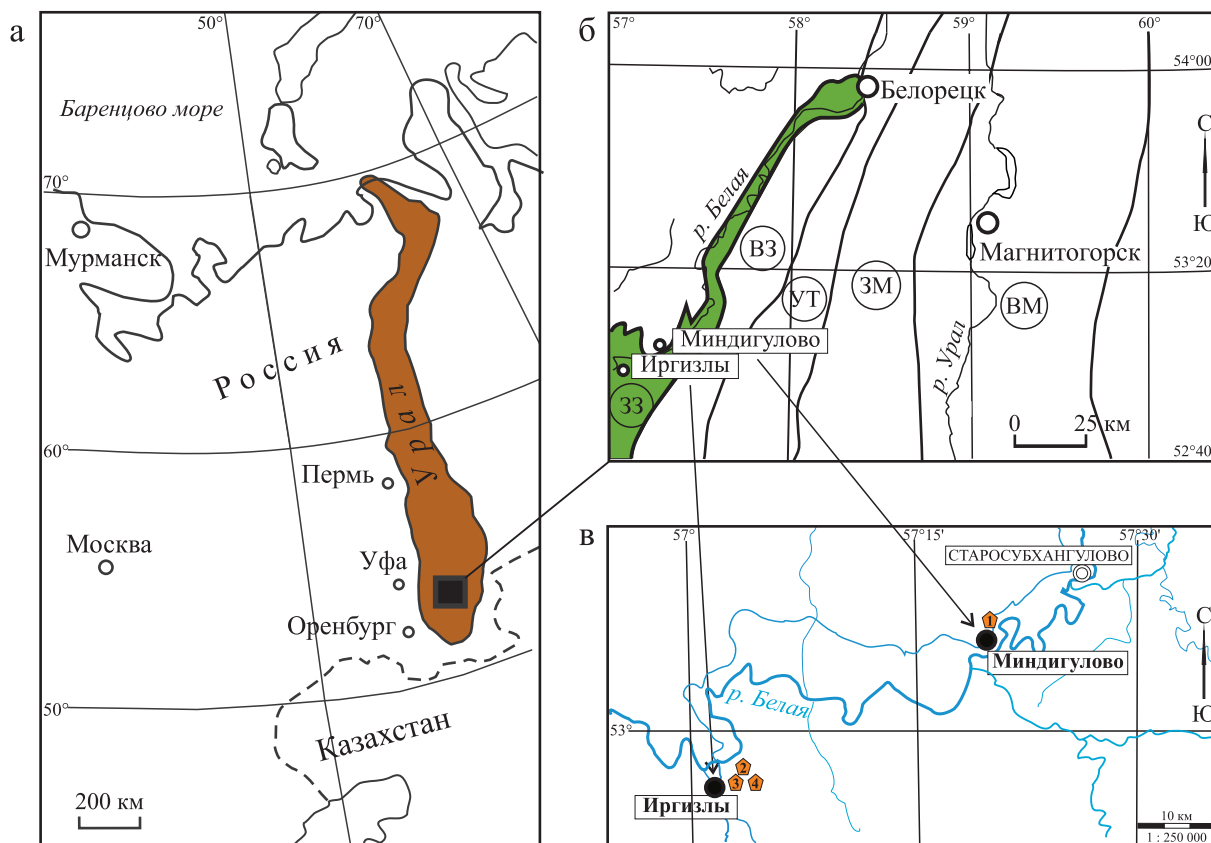


Рис. 1. Местоположение района исследований (а), схема структурно-формационного районирования палеозойских отложений (б; по (Легенда..., 1999)) и схема расположения разрезов пражских отложений (в; (Тяжева и др., 1976)) Южного Урала.

Структурно-формационные зоны: 33 – Западно-Зилайская, ВЗ – Восточно-Зилайская, ВМ – Восточно-Магнитогорская, ЗМ – Западно-Магнитогорская, УТ – Уралтауская. Разрезы: 1 – Миндигулово, 2 – руч. Безымянный, 3 – р. Сияк, 4 – р. Иргизла.

Fig. 1. Location of the study area (a), scheme of structural-formational zoning of Paleozoic deposits (б; according to (Legend..., 1999)) and diagram of the location of sections of Pragian deposits (в; (Tyazheva et al., 1976)) of the Southern Urals.

Structural zones: 33 – West-Zilair Zone, B3 – East Zilair Zone, BM – East Magnitogorsk Zone, 3M – West Magnitogorsk Zone, UT – Uraltau Zone. Sections: 1 – the Mindigulovo, 2 – Bezymyanny Creek, 3 – river Siyak, 4 – river Irgizla.

Стратотип для лохковско-пражской границы выбран в 1988 г. в Баррандиене в карьере в Velká Chuchle на юго-западе г. Праги в Чехии. Нижняя граница пражского яруса была установлена на основании первой находки в разрезе *Eognathodus sulcatus* – вида-индекса одноименной зоны (Weddige, 1987; Chlupáč, Oliver, 1989). В последующие годы М.А. Murphy (2005) получен более полный материал по разрезам пражских отложений Северной Америки в Неваде, позволивший определить биостратиграфическую нижнюю границу пражского яруса. Он продемонстрировал схему, в основе которой лежит филогенетическая интерпретация последовательного развития морфотипов рода *Gondwania* от предковых форм *Masaraella pandora*. В качестве биостратиграфического индикатора

нижней границы пражского яруса предложен вид *Gondwania irregularis* (без сулкуса) – самый ранний таксон в линии зогнатоид. Однако в стратотипе границы в Баррандиене вид *Gondwania irregularis* (Druce) появляется ниже установленной там границы (Slavík, Hladil, 2004; Slavík et al., 2007). В настоящее время нижнюю границу пражского яруса с учетом всех имеющихся данных рекомендовано проводить внутри зоны *irregularis* (Becker et al., 2012, 2020).

3. Различное стратиграфическое положение уровня появления *Pseudogondwania kindlei* (Lane & Ormiston) – вида-индекса второй зоны стандартной конодонтовой шкалы (Lane, Ormiston, 1979) в разных регионах. В разрезах пражского яруса в типовой местности в Баррандиене единичные экземпля-

Система	Отдел	Ярус	Конодонтовые зональности				Слои с фауной
			(Lane, Ormiston, 1979)	(Becker et al., 2012)	(Becker et al., 2020)	(Slavík, 2004)	(Данная статья)
Девонская	Нижний	Пражский	pireneae	pireneae	serratus	celtibericus	Слои с <i>Polygnathus pireneae</i>
			kindlei	kindlei	profunda	serratus	Слои с <i>Gondwania profunda</i> , <i>Pseudogondwania kindlei</i>
			sulcatus	irregularis	irregularis		Слои с <i>Pelekysgnathus serratus</i>
						steinachensis	Слои с <i>Gondwania irregularis</i> , <i>Latericriodus steinachensis</i>
		Лохковский		gilberti	gilberti	gilberti	<i>gilberti</i>

Рис. 2. Сопоставление конодонтовых зональных шкал пражского яруса с конодонтовой схемой, разработанной авторами для западного склона Южного Урала.

Fig. 2. Correlation of Pragian conodont zonations with conodont zonal scheme for the western slope of the South Urals on authors data.

ры неполной сохранности, отнесенные к виду *Pseudogondwania? kindlei*, обнаружены вместе с *Latericriodus steinachensis* в основании яруса (Slavík et al., 2007). В Северной Америке в штате Невада расчленение разрезов пражских отложений выполнено Murphy (2005) по конодонтовой фауне. Им предложена конодонтовая схема, где нижняя часть расчленена на основе эволюции эогнатодонтид на интервал-зоны *irregularis-profunda*, *profunda-brevicauda*, а верхняя на основе рода *Pedavis* – на *brevicauda-mariannae*, *mariannae-lenzi*. По мнению М.А. Murphy (2005), отдельные морфотипы эогнатодонтид, выделенные им в верхах нижнего интервала-зоны пражского яруса-*irregularis-profunda*, по морфологическим признакам близки к оригинальным видам *Pseudogondwania kindlei* Lane & Ormiston. Отсюда он сделал вывод о более раннем появлении данного вида в невадийских разрезах и несоответствии его статусу последующего зонального вида в конодонтовой зональности для пражского яруса Невады. В разрезах пражских отложений на Южном Тянь-Шане *Pseudogondwania kindlei* установлен в их верхней части. В соответствии с эволюционной интерпретацией эогнатодонтид, конодонты вида *Pseudogondwania kindlei* (Lane & Ormiston) появились в параллельной ветви одновременно с конодонтами рода *Gondwania* с развитым сулкусом (*Gondwania profunda*, по (Murphy, 2005)). По данным исследований конодонтовой фауны из Тянь-Шанских разрезов, род *Pseudogondwania* определен как тупиковая ветвь в эволюции эогнатодонтид, который вымер в

начале эмского века (Bardashev et al., 2002; Елкин и др., 2011).

4. Стратиграфическое положение последней зоны в стандартной конодонтовой шкале пражского яруса – *pireneae* – и ее легитимность последние десятилетия являются предметом острых дискуссий из-за крайне редкой встречаемости вида и неясности его филогенеза. Но в ряде регионов этот вид достаточно распространен, как и другие эогнатодонтиды, что позволяет проследить эволюционный переход от эогнатодонтид к полигнатидам. R. Mawson (1998) по разрезам в Австралии предложила в качестве такого перехода эволюционную линию *sulcatus-kindlei-zeravshanicus-pireneae*. Близкая эволюционная схема предложена Е.А. Елкиным с соавторами (2011). Ими дана филогенетическая интерпретация эогнатодонтид и полигнатид, полученных из разреза Зинзильбан в Южном Тянь-Шане. Они представили последовательности выявленных в разрезе пражских и эмских конодонтовых видов в виде филогенетического дерева, исходящего от вида *Masaraella pandora*, с латеральными ответвлениями. Ветвь *Gondwania juliae-Polygnathus pireneae* содержит последовательность видов *Gondwania juliae-Eognathodus sulcatus* nu (= *jurii* morph sensu (Елкин и др., 2011))–*Eognathodus trilinearis-Polygnathus pireneae*. Зона *pireneae* переведена ими в ранг подзоны и включена в зону *kindlei* в качестве ее верхней подзоны. Богатый материал с многочисленными конодонтами вида *Polygnathus pireneae* получен в последние годы в Южном Китае

в верхнепражском интервале, где прослежена фиолония от эогнатодонтид к полигнатидам. Виды *Eognathodus trilinearis*, *Eog. zeravshanicus* рассматриваются как переходные формы к ветви полигнатида, начинающейся с *Polygnathus pireneae* (Lu et al., 2016, 2019).

Таким образом, разработка стандартной конодонтовой шкалы для пражского яруса на сегодняшний день остается насущной, но трудноразрешимой задачей, так как существуют большие различия в распространении и биоразнообразии конодонтовой фауны пражского возраста между Северной Америкой, Европой, Азией и Австралией. Вопрос продолжает обсуждаться, появляются новые данные о распространении конодонтов в пражских отложениях.

В данной статье рассматриваются проблемы расчленения пражского яруса нижнего девона западного склона Южного Урала на основе конодонтовой фауны.

ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В целях решения поставленной проблемы нами проведено изучение разрезов пражского яруса на наличие в них конодонтов. Прежде всего были изучены стратотипические разрезы региональных горизонтов по р. Иргизла и ее притокам: руч. Безымянный, р. Сияк (см. рис. 1). Пражские отложения в указанных разрезах представлены мощными выходами массивных и толстослоистых органогенных и биокластовых известняков, с прослоями афонитовых. Также было проведено изучение разрезов по р. Белой в южной части меридионального течения и в широтном течении, где разрезы пражских пород представлены переслаиванием толсто-, средне- и тонкослоистых доломитизированных известняков.

Отбор проб производился из каждой литологической разности. Масса проб в целом составляла до 5 кг из массивных органогенных известняков и 1 кг из слоистых известняков. Детальность отбора менялась в зависимости от особенностей опробованного интервала. Массивные и толстоплитчатые известняки отбирались через 2–3 м, в основном в подошве, середине и кровле слоя, слоистые известняки – через 0.2–0.5 м. Отобранные пробы подвергались дезинтеграции в 5%-й муравьиной кислоте. Просмотр проб, отбор и определение фауны проводились под бинокулярным микроскопом. Фотографии конодонтов сделаны на электронном микроскопе в ИГ УФИЦ РАН.

В стратотипических разрезах региональных горизонтов, представленных рифогенными фациями, не удалось обнаружить информативную конодонтовую фауну. Встреченные в них редкие конодонты представлены единичными кониформными элементами *Panderodus unicastatus* (Branson & Mehl). *Panderodus* sp., имеющими широкое стратиграфическое

распространение от ордовика до среднего девона и, отдельными рамиформными элементами часто неполной сохранности, входящими в состав многих мультиэлементных родов силурийского и нижнедевонского возраста. Разрезы, находящиеся по р. Белой, оказались более благоприятными. Наиболее перспективен из них разрез в широтном течении р. Белой на ее правом берегу вблизи д. Миндигулово. Пражские отложения здесь вскрыты в нескольких отдельных скальных обнажениях, нарастающих друг друга (см. рис. 1в).

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ОБНАЖЕНИЙ В РАЗРЕЗЕ МИНДИГУЛОВСКИЙ

Пограничные лохковско-пражские отложения (шерлубайского/куламатского горизонтов) описаны в обн. 3 (рис. 3), находящемся в 3 км выше по течению от д. Миндигулово на склоне правого берега р. Белой в его верхней части. Подробное его описание представлено в опубликованных ранее статьях о биостратиграфии лохковских и нижнепражских отложений на западном склоне Южного Урала (Mavrinskaya, Artyushkova, 2017; Мавринская, Артюшкова, 2020). В данной работе мы приведем краткую обобщенную характеристику.

Отложения верхнего лохкова (верхи шерлубайского горизонта) в описываемом обнажении вскрыты в интервале 0.0–2.85 м, представлены глинистыми темно-серыми биокластовыми известняками (см. рис. 3б, в).

В комплексах конодонтов в пробах из этого интервала присутствуют верхнелохковские конодонты *Icriodus* cf. *angustoides alcoleae* (Carls), *Icr.* cf. *postwoschmidtii* Mashkova, *Masaraella pandora* cf. *morph. zeta* (Murphy, Matti & Walliser), *Pandorinellina exigua philipi* (Klapper), *Pedavis gilberti* Valenzuela-Ríos (рис. 4). В обр. М-40А, взятом в кровле этого интервала, обнаружен вид *Gondwania irregularis* (Druce), являющийся видом-индексом одноименной зоны.

На темноцветных биокластовых известняках верхнего лохкова в кровле лежит линзовидный слой черных глинистых сланцев протяженностью 7 м (рис. 5а), постепенно переходящих в темно-серые глинистые известняки. Внутри сланцев в 0.05 м выше их подошвы наблюдаются стяжения известняков размером (0.15–0.20) × 0.5 м. В обр. Ф17-7, взятом из стяжения известняка, обнаружены верхнелохковские конодонты *Caudicriodus* cf. *angustoides alcoleae* (Carls), *Pedavis gilberti* Valenzuela-Ríos. Мощность линзы – 0.5–0.7 м.

Непосредственно над черными сланцами лежит слой серых плитчатых известняков мощностью 0.4 м (рис. 5б) с одиночными конодонтами *Gondwania* sp., *Pandorinellina miae* (Bultynck), *Pand.* cf. *optima postoptima* Farrell (обр. 02456), характерными для нижней части пражского яруса.

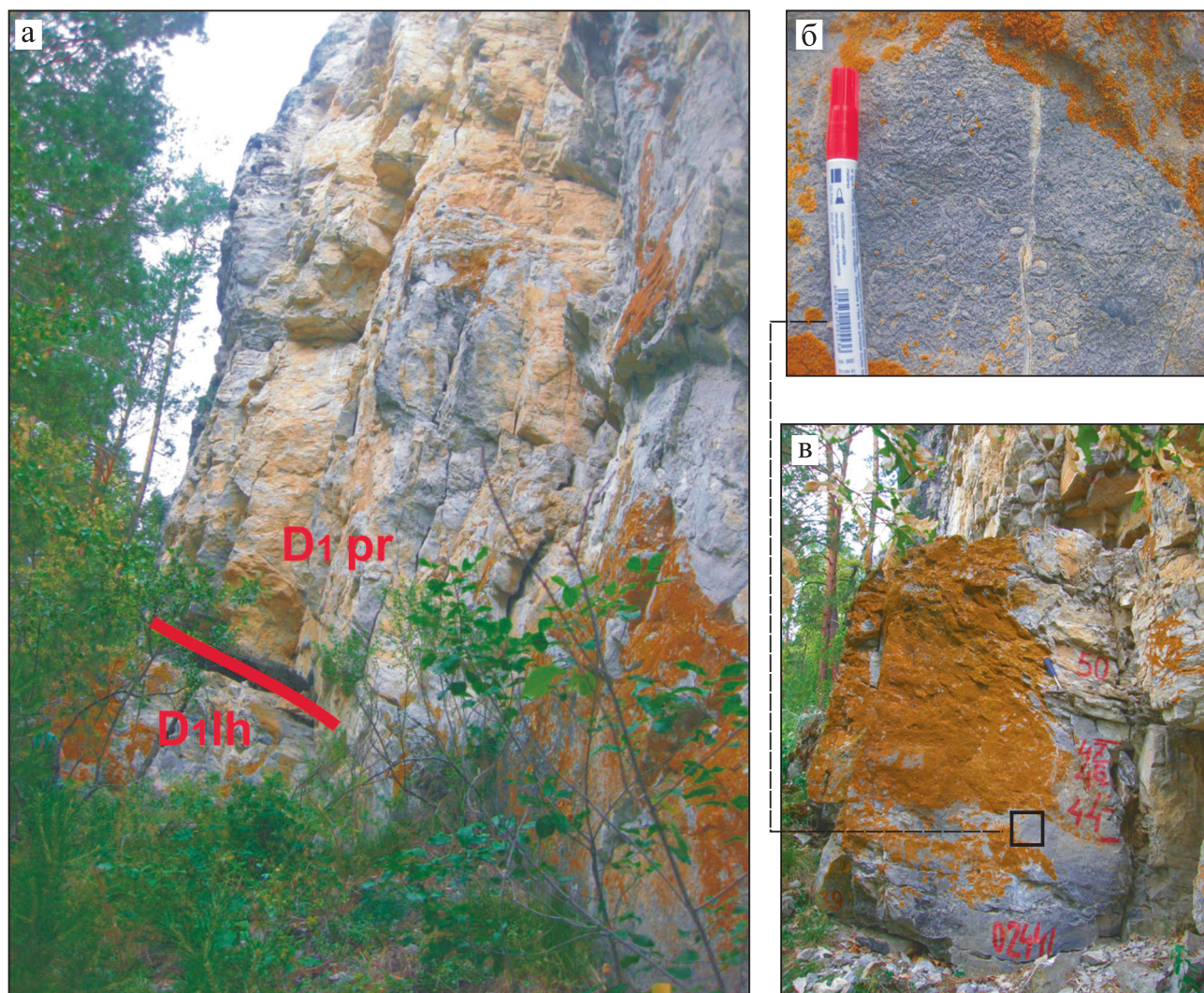


Рис. 3. Обнажение 3. Пограничные лохковско-пражские отложения (шерлубайский и куламатский горизонты) в разрезе Миндигуловский (а) и темно-серые биокластовые известняки в верхней части шерлубайского горизонта верхнего лохкова (б, в).

Fig. 3. Outcrop 3. Lochkovian-Pragian boundary deposits (Sherlubay and Kulamat Horizons (Regional Substage) (a) and dark gray bioclastic limestones in the upper part of the Sherlubay Horizon (Regional Substage) of the Upper Lochkov (б, в).

Выше залегает мощная толща светло-серых доломитизированных известняков (см. рис. 4). А.П. Тяжевой с соавторами (1976) они отнесены к куламатскому горизонту на основании находок в них брахиопод *Ivdelinia lahuseni* (Tschernychev). В целом толща доломитизированных известняков хорошо обнажена в отдельных скальных уступах мощностью не менее 30 м. Конодонты редкие, комплексы бедные, состоящие из 2–4 видов, часто монотаксонные.

Снизу вверх здесь вскрыты следующие отложения.

3.35–4.50 м. Известняки криноидные, доломитизированные, среднеслоистые, в 4.25 м от основания

обнажения в обр. 02458 выявлены первые *Latericriodus steinachensis* (Al-Rawi) morphotype *eta* Klapper et Johnson.

4.5–17.0 м. Известняки доломитизированные, тонко-, средне- и толстослоистые, с редкими остатками раковинной и криноидной фауны, часто перекристаллизованной, отдельными слоями кавернозные, трещиноватые, с кальцитовыми прожилками. В обр. 02466–02469, 02473 в интервале 10.25–17 м в комплексах конодонтов встречены *Pel. cf. serratus* Jentzsch., *Pandorinellina miae* (Bultynck). В единичных образцах наблюдаются *Pandorinellina exigua philipi* (Klapper), *Pand. cf. optima postoptima* Farrell, *Gondwania cf. irregularis* (Druce), *Latericriodus*

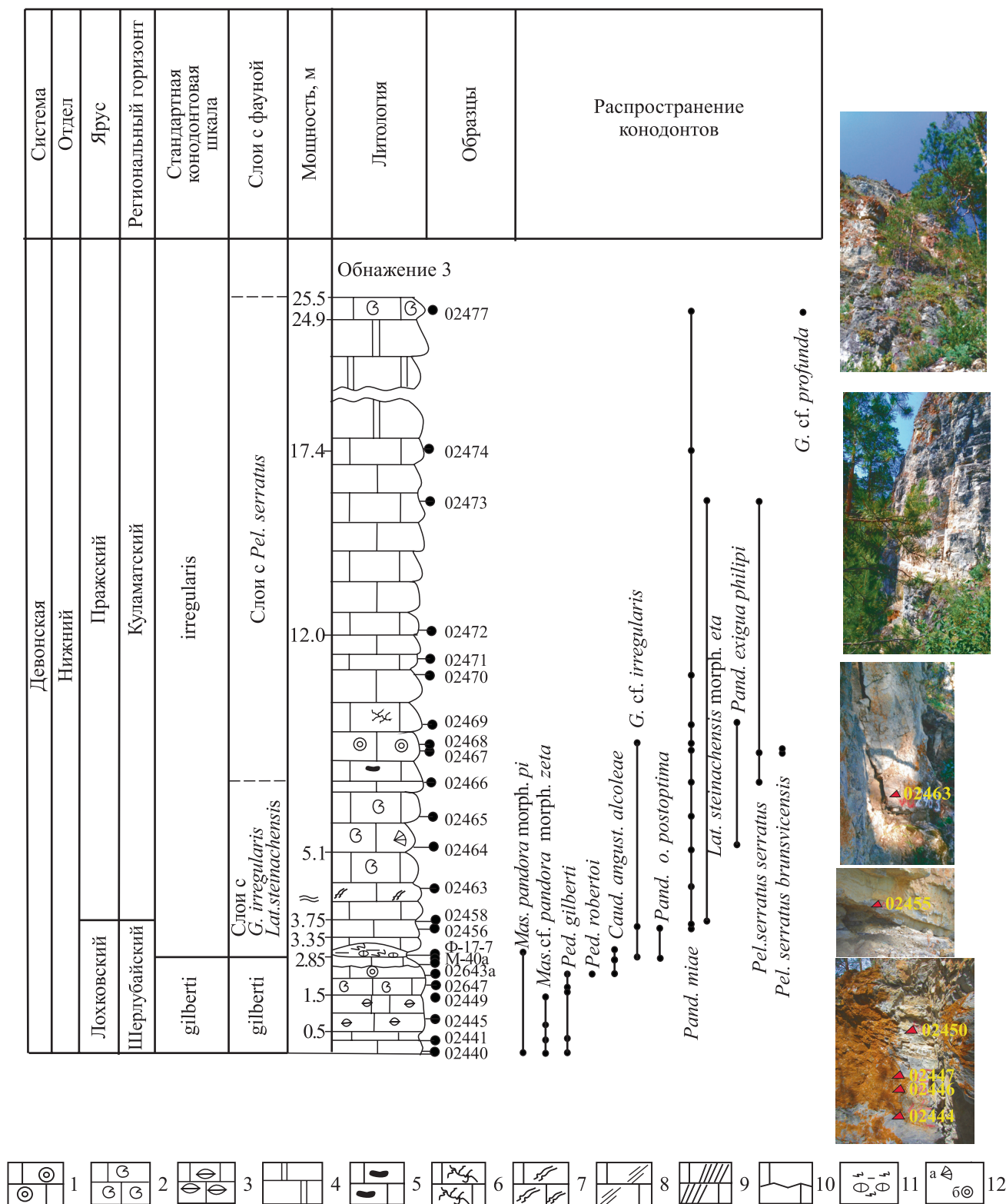


Рис. 4. Распространение конодентов в обн. 3 в разрезе Миндигуловский.

1 – криноидный известняк, 2 – известняк органогенный, 3 – известняк биокластический, 4 – доломиты, 5 – известняк карвернозный, 6 – известняк трещиноватый, 7 – известняк с жилами кальцита, 8 – известняк рассланцованный, 9 – известняк раскливажированный, 10 – бугристая поверхность напластования, 11 – пльчатые глинистые сланцы со стяжениями известняков, 12 – фаунистические остатки: а – брахиоподы, б – криноидеи. Здесь и на рис. 6, 7: *Caud.* – *Caudicriodus*, *Eog.* – *Eognathodus*, *G.* – *Gondwania*, *Lat.* – *Latericriodus*, *Mas.* – *Masaraella*, *Pand.* – *Pandorinellina*, *Ped.* – *Pedavis*, *Pel.* – *Pelekygnathus*, *Pol.* – *Polygnathus*, *Ps.* – *Pseudogondwania*, *Z.* – *Zieglerodina*.

Fig. 4. Distribution of conodonts in Mindigulovo section, outcrop 3.

1 – crinoidal limestone, 2 – organogenic limestone, 3 – organogenic-detrital limestones, 4 – dolomites, 5 – cavernous limestone, 6 – fractured limestone, 7 – limestone with veins of calcite, 8 – sheared limestone, 9 – cleaved limestone, 10 – hilly bedding surface, 11 – flaky shales with limestone concretions, 12 – faunal remains: a – brachiopods, 6 – crinoids. Here and in Fig. 6, 7: *Caud.* – *Caudicriodus*, *Eog.* – *Eognathodus*, *G.* – *Gondwania*, *Lat.* – *Latericriodus*, *Mas.* – *Masaraella*, *Pand.* – *Pandorinellina*, *Ped.* – *Pedavis*, *Pel.* – *Pelekysgnathus*, *Ps.* – *Pseudogondwania*, *Z.* – *Zieglerodina*.

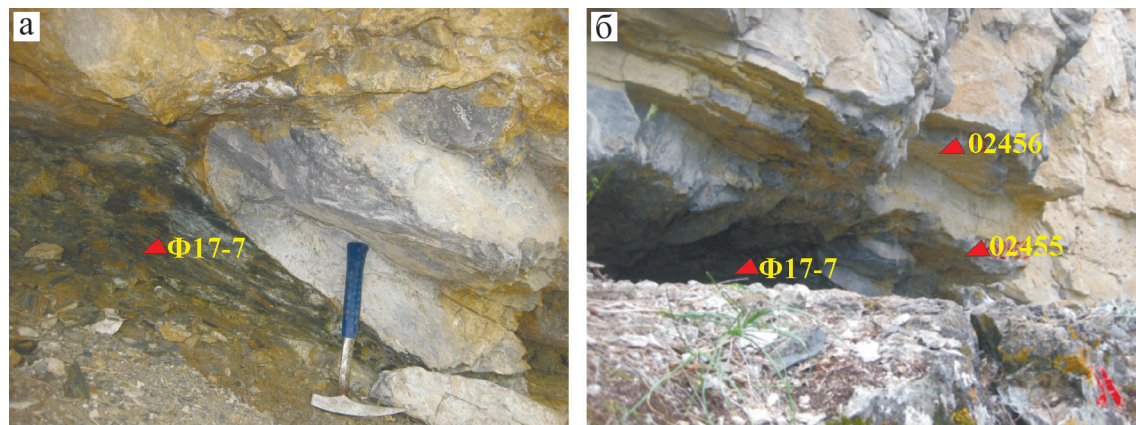


Рис. 5. Граница лохковского и пражского ярусов в обн. 3 в разрезе Миндигуловский.

а – линзовидный слой черных глинистых сланцев в основании доломитизированных известняков куламатского горизонта, б – серые тонкоплитчатые известняки основания куламатского горизонта.

Fig. 5. Lochkovian and Pragian Boundary in outcrop 3 of the Mindigulovo section.

а – lenticular layer of shales at the base of dolomitic limestones of the Kulamat Horizon (Regional Substage), б – gray thin-platy limestones at the base of the Kulamat Horizon (Regional Substage).

steinachensis (Al-Rawi) morphotype *eta* Klapper et Johnson.

17.0–22.4 м. Доломиты светло-серые, массивные и толстослоистые.

22.4–23.0 м. Известняки органогенные, доломитизированные. В обр. 02477 найден конодонт неполной сохранности, отнесенный к *Gondwania* cf. *profunda* Murphy.

Наиболее полный разрез пражских отложений с детальным отбором проб изучен на правом берегу р. Белой по нескольким скальным выходам (обр. 8, 9А-17, 9Б-19 и 10) на восточном склоне хребта в 1–1.5 км выше по течению от д. Миндигулово.

Обнажение 8. Координаты 53°03.823' с.ш., 57°20.701' в.д.

В известняках, вскрытых в обнажении, отмечается отчетливая плитчатая отдельность, совпадающая со слоистостью. Породы имеют юго-юго-восточное падение (аз. пад. 140°–150°). Снизу вверх разрез представлен следующими отложениями.

0.0–2.0 м. В видимом основании известняк биокластический, серый и темно-серый, массивный и толстоплитчатый, трещиноватый, ожеженный. Отмечаются зеркала скольжения. В образцах, отобранных в 1.8 и 1.9 м от основания обнажения (обр. 02722, 03184), выявлены редкие конодонты

Icriodus sp., *Zieglerodina* cf. *remscheidensis repetitor* (Carls & Gandl), *Pandorinellina* aff. *optima* Moskalenko (рис. 6). Комплекс состоит из видов, распространенных в верхах лохкова – низах праги.

2.0–3.0 м. Известняк массивный.

3.0–4.20 м. Известняк серый, мелкозернистый, среднеплитчатый, кавернозный, ожеженный.

4.20–8.3 м Известняк серый, криноидный, разнотернистый, раскливажированный и рассланцованный, в кровле отмечается слой плитчатого известняка с тонкими прожилками кальцита. В 6.7 м от видимого основания обнажения в обр. 03189 обнаружены конодонты *Latericriodus* cf. *steinachensis* (Al-Rawi), *Icriodus* sp., *Pandorinellina* cf. *miae* (Bultynck) (см. рис. 6).

8.3–9.5 м. Известняк темно-серый, крапчатый, массивный и толстослоистый.

9.5–14.3 м. Известняки серые, крапчатые, толсто- и среднеплитчатые. Породы раскливажированы с разной степенью интенсивности, в кровле уступа (обр. 03193) слой мощностью 3.5 м сильно-раздробленных пород. В образцах, отобранных на уровнях 9.7 м (обр. 03191), 10.9 м (обр. 03192) от основания обнажения обнаружены редкие конодонты *Latericriodus steinachensis* (Al-Rawi) morph. beta Klapper & Johnson, *Latericriodus* cf. *steinachensis* (Al-Rawi) (см. рис. 6).

14.3–17.4 м. Известняк серый и темно-серый, массивный, с прослоями среднеплитчатого известняка полосчатого с отпрепарированными поверхностями наслоения. В 0.3 м от основания слоя (14.6 м от основания обнажения) в обр. 03195 выделен комплекс конодонтов с *Gondwania irregularis* (Druce), *Icriodus* sp., *Pandorinellina miae* (Bultynck), *Pandorinellina* sp.

17.4–19.8 м. Известняк серый, толстослоистый.

19.8–24.0 м. Известняк темно-серый, толстослоистый, с прожилками кальцита по трещинам.

24.0–29.3 м. Известняк темно-серый, массивный, толсто- и среднеплитчатый, прослоями биокластовый, преимущественно криноидный. Местами отмечаются тонкие глинисто-карбонатные прослойки. Поверхности напластования неровные, часто покрыты глинистыми корочками с буровато-желтыми пятнами ожелезнения. В 24.5 и 25.5 м выше основания обнажения (обр. 03200, 02729) найдены конодонты *Gondwania irregularis* (Druce), *Latericriodus* cf. *steinachensis* (Al-Rawi) morph. beta Klapper & Johnson, *Pandorinellina miae* (Bultynck), *Pandorinellina* sp.

29.3–42.7 м. Известняк светло-серый и серый, криноидный, разнотекстурный, средне- и толсто-плитчатый, поверхности наслоения ожелезнены. Отмечаются мелкие пустоты, заполненные глинистым материалом. В интервале 35–40 м от основания разреза (обр. 02730, 02732, 02733) выявлены единичные конодонты *Pelekygnathus serratus serratus* (Carls & Gandl), *Pel. serratus brunsvicensis* Valenzuela-Ríos, *Pandorinellina miae* (Bultynck).

42.7–44.4 м. Известняк светло-серый, разнотекстурный, массивный. В кровле наблюдается маломощный (0.1 м) слой белесых глинисто-карбонатных пород, выветрелых до глинисто-щебенистой массы.

44.4–44.6 м. Известняк темно-серый, мелкозернистый, тонкоплитчатый. Поверхность плиток ожелезненная, ожелезнение отмечается и по вертикальным трещинам.

44.6–46.8 м. Известняк серый, среднетекстурный, массивный, с перекристаллизованной фауной криноидей. Конодонты редкие, представлены *Caudicriodus* cf. *claudia* Klapper, *Pandorinellina miae* (Bultynck) (обр. 02714).

46.8–49.1 м. Известняк серый, разнотекстурный, среднеплитчатый. Поверхность кровли бугристая, с глинистой коркой выветривания. В известняках в 48.6 м от видимого основания разреза (обр. 02735) выявлены редкие конодонты *Pandorinellina miae* (Bultynck), *Pelekygnathus serratus serratus* (Carls & Gandl), *Pel. serratus brunsvicensis* Valenzuela-Ríos.

49.1–52.6 м. Известняк темно-серый, мелкозернистый, плотный, среднеплитчатый, с ожелезненными поверхностями напластования. Мощность 3.5 м.

52.6–56.4 м. Известняк серый, мелкозернистый, плотный, массивный, ожелезненный.

56.4–61.4 м. Известняк серый, разнотекстурный, плотный, среднеплитчатый, ожелезненный. Мощность 5.0 м.

61.4–63.2 м. Известняк светло-серый, биокластовый. Породы раскливажированы, рассланцованы. В самой верхней части выхода известняков в 61.8 м от основания (обр. 02741) встречаются нижнепражские конодонты *Pandorinellina exigua* (Philip), *Pandorinellina miae* (Bultynck), *Pedavis* cf. *longicauda* Murphy. По присутствию в комплексе нижнепражского вида *Pedavis* cf. *longicauda* его стратиграфическое положение ограничивается нижней частью пражского яруса зоной *irregularis*.

В целом в обн. 8, как видно из приведенной конодонтовой характеристики, вскрыты отложения кулаватского горизонта пражского яруса, только слои в основании обнажения могут принадлежать к шерлубайскому горизонту верхнего лохкова.

Обнажение 9Б-19. Координаты 53°03.802' с.ш. 57°20.826' в.д. Находится в нижней части склона юго-восточнее обн. 8. Представлено уступообразным скальным выходом. Отложения в данном обнажении ранее с долей условности датировались ранним лохковым на основании единичных находок конодонтов, которые определены в открытой номенклатуре как *Zieglerodina* cf. *remscheidensis* (Ziegler) и *Cypricriodus* aff. *hesperius* (Klapper & Murphy) ювенильная форма (Mavrinskaya, Slavik, 2013; Mavrinskaya, Artyushkova, 2017). Для уточнения видовой принадлежности конодонтовой фауны и, соответственно, стратиграфической принадлежности отложений, вмещающих эту фауну, произведено дополнительное изучение обнажения с детальным отбором образцов на наличие конодонтов. В результате доизучения обнаружены более молодые конодонтовые комплексы, позволившие пересмотреть возраст отложений в данном обнажении и отнести их к раннепражским.

В обнажении последовательно снизу вверх вскрыты следующие интервалы (рис. 7).

0.0–0.55 м. Известняк серый, разнотекстурный, рассланцованный, раскливажированный.

0.55–0.7 м. Известняк серый, разнотекстурный, тонкоплитчатый, плотный. В этом слое обнаружены конодонты (обр. 03141) *Gondwania irregularis* (Druce), *Pandorinellina* aff. *postexcelsa* (Wang & Ziegler), *Pandorinellina* cf. *postoptima* Farrell.

0.70–1.70 м. Закрытый интервал.

1.70–5.0 м. Известняк светло-серый, мелкокристаллический, средне- и тонкослоистый. В 1.70 м от основания в обр. 03142 обнаружены конодонты *Acodina triquetra* (Jentzsch), *Pandorinellina* aff. *miae* (Bultynck), *Pan.* cf. *optima* (Moskalenko). В 2.3 м выше основания обнажения из обр. 03143 выделены единичные конодонты *Pandorinellina* cf. *postexcelsa* (Wang et Ziegler), *Pandorinellina* sp. В кровле выхода в обр. 03144 встречаются конодонты *Pandorinellina* aff. *miae* (Bultynck), *Pan.* aff. *kyleae* Farrell.

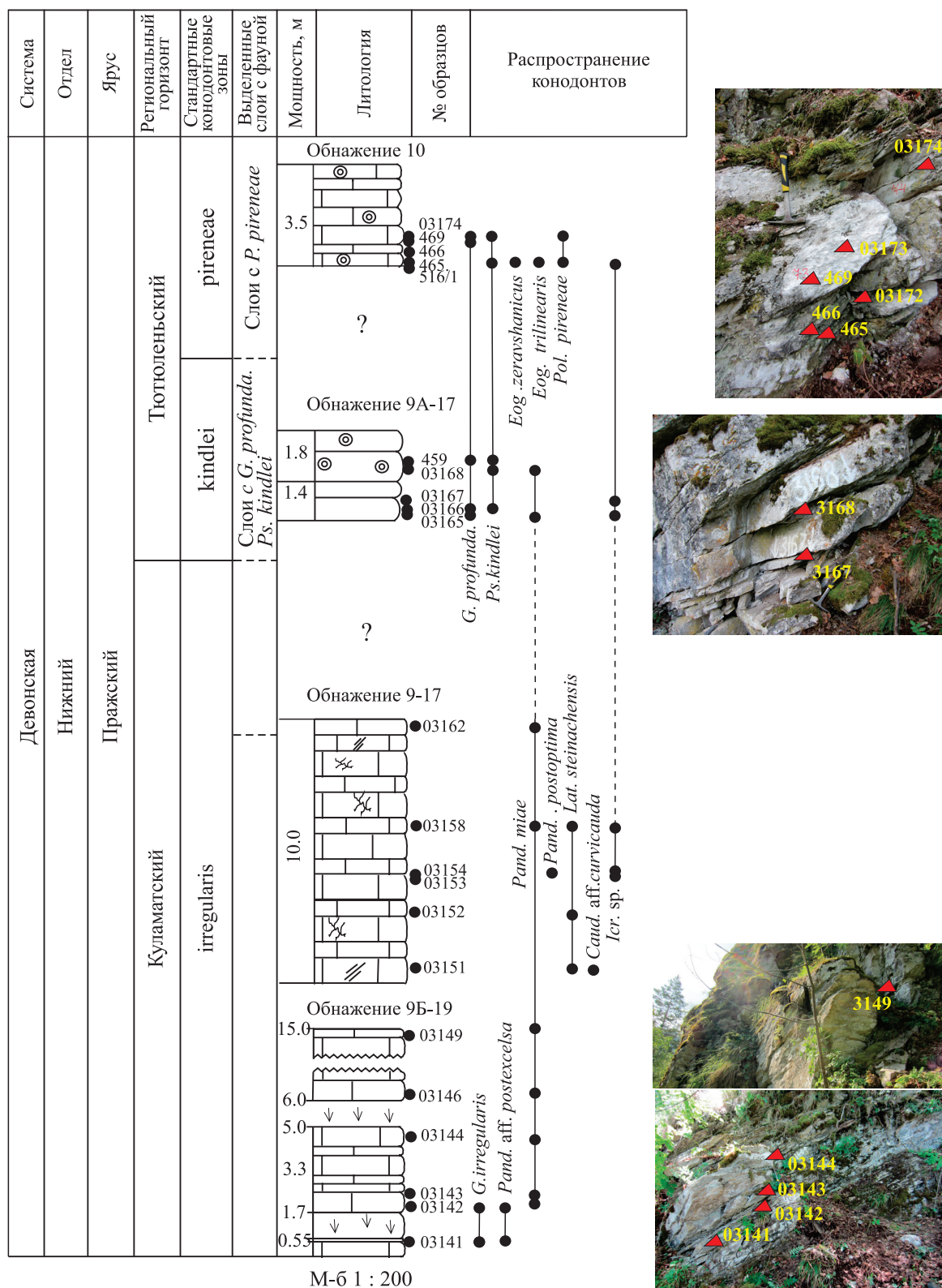


Рис. 7. Распространение конodontов в обн. 9Б-19, 9-17, 9А-17, 10 в разрезе Миндигуловский.

Условные обозначения – см. рис. 4.

Fig. 7. Distribution of conodonts in outcrops 9Б-19, 9-17, 9А-17, 10 in the Mindigulovo section.

Legend – see Fig. 4.

5.0–6.0 м. Задернованный интервал.

6.0–15.0 м. Известняк серый, разнотекстурный, тонко- и среднеплитчатый. В обр. 03146 в основании уступа обнаружены конодонты *Pandorinellina* aff. *miae* (Bultynck), *Pandorinellina* sp. В обр. 03149 в 3 м выше обр. 03146 в кровле уступа встречены конодонты плохой сохранности *Gondwania* cf. *irregularis* (Druce), *Pandorinellina* aff. *miae* (Bultynck), *Pan.* aff. *postexcelsa* (Wang & Ziegler).

Обнажение 9-17. 53°03.78' с.ш., 57°20.835' в.д.

Находится гипсометрически выше обн. 9Б-19. В обнажении вскрыты известняки серые, мелко- и тонкозернистые, тонко- и среднеслоистые, рассланцованные, трещиноватые. Мощность обнажения ≈10.0 м. Выявленные конодонтовые комплексы бедные по видовому составу, часто монотаксонные, конодонты малочисленные, в основном плохой и неполной сохранности. Определены единичные таксоны: из обр. 03152 (в 1.55 м от видимого основания) – *Latericriodus steinachensis* (Al-Rawi), из обр. 03153 (1.85 м) – *Icriodus* sp., из обр. 03158 (в 6.0 м от видимого основания обнажения) – *Icriodus* sp., *Pandorinellina* cf. *miae* (Bultynck), *Pandorinellina* sp. (см. рис. 7).

Обнажение 9А-17. Координаты 53°03.770' с.ш., 57°20.814' в.д.

Расположено выше по склону и выше по разрезу от предыдущего обнажения. Представлено известняками стальными, разнотекстурными, тонко- и среднеплитчатыми, в кровле – известняками криноидными с остракодами. Мощность обнажения 3.2 м. В 0.40 м от основания (обр. 03165) встречены конодонты *Pandorinellina* aff. *miae* (Bultynck), *Pseudogondwania kindlei* (Lane & Ormiston). В 0.56 м от основания (обр. 03166) и 0.8 м от основания (обр. 03167) обнаружены *Icriodus* sp., *Gondwania profunda* Murphy, *Pandorinellina* aff. *miae* (Bultynck), *Pseudogondwania kindlei* (Lane & Ormiston), в 1.62 м от видимого основания (обр. М-459, 03168) найдены *Pseudogondwania kindlei* (Lane & Ormiston). Выявленные комплексы конодонтов в целом характерны для верхней части пражского яруса зоны P. *kindlei*.

Обнажение 10. 53°03.754' с.ш., 57°20.838' в.д.

В обнажении вскрыты известняки криноидные серые, тонко- и среднеслоистые. Мощность выхода 3.5 м. В основании обнажения (обр. 465, 516/1) обнаружены единичные *Eognathodus zeravshanicus* Bardashev & Ziegler и *Eognathodus trilinearis* (Cooper, 1973). В 0.5 м (обр. 466), 0.6 м (обр. 231), 0.9 м (обр. 469) и 0.96 м (обр. 03174) от основания выявлены таксоны *Polygnathus pireneae* (Boersma), *Gondwania profunda* Murphy, *Pseudogondwania kindlei* (Lane & Ormiston). В обр. 03174 встречены единичные элементы *Caudicriodus* cf. *curvicauda* (Carls & Gandl) (см. рис. 7). Стратиграфическая принадлежность выделенных комплексов по совокупности видов соответствует пражскому ярусу (верхней части), зоне P. *pireneae*.

БИОСТРАТИГРАФИЧЕСКОЕ РАСЧЛЕНЕНИЕ ПРАЖСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ РАЗРЕЗА МИНДИГУЛОВО

Нижняя граница пражского яруса определяется в обн. 3 по биостратиграфическому критерию на основании появления *Gondwania irregularis* (Druce) в результате эволюции *Masaraella pandora*–*Gondwania* (Mavrinская, Artyushkova, 2017; Мавринская, Артющкова, 2020). Литологически она характеризуется сменой темно-серых биокластовых известняков светло-серыми доломитизированными толстоплитчатыми известняками с редкой, часто перекристаллизованной макрофауной с линзой темно-серых глинистых сланцев в основании со стяжениями известняков с верхнелохковскими конодонтами. Многими исследователями седиментологические изменения в пограничных слоях лохкова/праги интерпретируются как регрессивное событие. Тенденция к обмелению наблюдается с начала позднего лохкова и отмечается во всех регионах Пери-Гондваны, Сев. Америке, Австралии. Обмеление сопровождается резкими биофаціальными преобразованиями в брахиоподовых и планктонных сообществах (Chlupáč, Kukal, 1986, 1988; Ziegler, Lane, 1987; Talent et al., 1993; Hladil et al., 2008; Koptíková et al., 2010). Впервые биофаціальные изменения в пограничных отложениях лохковского/пражского ярусов проследил и определил как глобальное событие О.Н. Walliser (1996). R.T. Becker с соавторами (2016) отнесли пограничное лохковско/пражское событие к глобальным событиям четвертого порядка.

В Миндигуловском разрезе биофаціальные изменения в позднем лохкове наблюдаются в конодонтовой фауне, другая фауна в разрезе очень редкая и плохой сохранности. Они заключаются в тотальном исчезновении большинства стратиграфически значимых глубоководных родов *Lanea*, *Ancyrodelloides*, *Flajsella* и преимущественном распространении мелководных таксонов семейства Icriodontidae. Количество и видовое разнообразие значительно сокращаются (Mavrinская, Artyushkova, 2017; Мавринская, Артющкова, 2020).

Несмотря на небольшое видовое разнообразие и количество конодонтовой фауны в изученных обнажениях в разрезе Миндигуловский, выявленные таксоны в большинстве своем представлены стратиграфически важными видами, позволяющими выполнить расчленение разреза и его глобальную и региональные корреляции (табл. 1–3). Из-за разрыва между обнажениями и отсутствия смыкаемости слоев, содержащих зональные и характерные виды конодонтов, биостратиграфическое расчленение выполнено в ранге слоев с фауной.

Выделение слоев с фауной произведено по изучению совокупности выходов пражских отложений в обн. 3–10.

Таблица 1. Распространение и содержание таксонов конодонтов в образцах в обн. 3**Table 1.** Distribution of conodonts in samples from the outcrop 3

Ярус	Лохковский								Пражский															
Горизонт	Шерлубайский								Куламатский															
Конодонтовая зона	gilberti								irregularis															
Слои с фауной	gilberti								Слои с <i>G. irregularis</i> , <i>L. steinachensis</i>								Слои с <i>Pel. serratus</i>							
Мощность, м	2.85								4.65								18							
Вес, кг	1.2	1.0	1.5	1.9	1.2	0.8	1.2	1.3	1.8	1.5	1.1	0.8	0.7	1.1	1.4	1.7	1.2	1.6	1.1	0.9	1.5	1.2	1.8	
Образец	02440	02441	02445	02449	02646	02647	02648a	02643a	M-40a	Ф-17-7	02456	02458	02463	02464	02465	02466	02467	02468	02469	02470	02473	02474	02477	
Конодонт																								
<i>Mas. pandora</i> morph. <i>pi</i>	3									4														
<i>Mas. cf. pandora</i> morph. <i>zeta</i>	5	1	1	1																				
<i>Ped. gilberti</i>	1	1			1	1	1																	
<i>Ped. robertoi</i>							1																	
<i>Caud. cf. angust. alcoleae</i>								1	1	1														
<i>G. irregularis</i>									1		1							1						
<i>Pand.optima postoptima</i>										1	1													
<i>Pand. miae</i>											1	1	1	1	5	11	4	12	4	7		1	1	
<i>Lat. steinachensis</i> morph. <i>eta</i>												1									1			
<i>Pand. exigua philipi</i>														1					1					
<i>Pel. serratus serratus</i>																1	1				1			
<i>Pel. serratus brunsvicensis</i>																	1	1						
<i>G. aff. profunda</i>																							1	

Таблица 2. Распространение и содержание таксонов конодонтов в образцах в обн. 8**Table 2.** Distribution of conodonts in samples from the outcrop 8

Ярус	Пражский																				
Горизонт	Куламатский																				
Конодонтовая зона	irregularis																				
Слои с фауной	Слои с <i>G. irregularis</i> , <i>L. steinachensis</i>														Слои с <i>Pel. serratus</i>						
Мощность, м	34.3														28.9						
Вес, кг	1.2	1.5	1.8	1.3	0.8	1.1	1.6	1.3	1.9	1.5	1.8	1.0	1.6	1.9	1.6	1.2	0.8	2.2	1.7	2.0	1.3
Образец	02722	03185	03186	03188	03189	03191	03192	03192/1	03194	03195	03196	03200	03201	02729	02730	02733	02714	02735	03205	02741	03206
Конодонт																					
<i>Z. cf. remscheidensis repetitor</i>	1																				
<i>Pand. aff. optima</i>	1																				
<i>G. irregularis</i>	1									1		1		1							
<i>Icr. sp</i>		1		1			1	1			1		3	2							
<i>Pand. sp</i>			1											7							
<i>Pand. miae</i>					1				1	5			2		8	3	9	2			4
<i>Lat. steinachensis</i>					1	1	3		7		2		1	3							
<i>Pel. serratus serratus</i>															1	8		3	6		
<i>Pand. postexelsa</i>											3	1	7				1				
<i>Pand.optima postoptima</i>															4						
<i>Pel. serratus brusvicensis</i>																1		1	2		
<i>Caud. cf. claudia</i>																	2				
<i>Ped. longicauda</i>																				1	

Таблица 3. Распространение и содержание таксонов конодонтов в образцах в обн. 9Б-19, 9-17, 9А-17, 10

Table 3. Distribution of conodonts in samples from the outcrop 9Б-19, 9-17, 9А-17, 10

Ярус	Пражский																					
Горизонт	Куламатский												Тютюленский									
Конодонтовая зона	irregularis												kindlei					pireneae				
Слои с фауной	Слои с <i>G. irregularis</i> , <i>L. steinachensis</i>												Слои с <i>G. profunda</i> , <i>Ps. kindlei</i>					Слои с <i>P. pireneae</i>				
Обнажение	9Б-19					9-17							9А-17					10				
Мощность, м	15					10							3.2					3.5				
Вес, кг	1.1	1.5	1.4	0.9	1.6	1.1	1.0	1.6	1.3	1.3	0.9	1.7	1.1	1.8	1.4	1.3	1.2	1.5	1.1	0.9	1.6	1.1
Образец	03141	03142	03143	03144	03146	03151	03152	03153	03154	03158	03162	03163	03165	03166	03167	03168	459	516/1	465	466a	469	03174
Конодонт																						
<i>G. irregularis</i>	4	1																				
<i>Pand. postexcelsa</i>	3	2																				
<i>Pand. cf. postoptima</i>									2													
<i>Pand. miae</i>		3	4	1	1					1	2		4			8						4
<i>Lat. steinachensis</i>						1	1			9												
<i>Caud. aff. curvicauda</i>						1																
<i>Icr. sp</i>								3	2	1		1		2	2				1			
<i>G. profunda</i>													1	2		1				1	5	
<i>Ps. kindlei</i>														1		1	1		2			3
<i>Eog. zeravshanicus</i>																		1				
<i>Eog. trilinearis</i>																			1			
<i>Pol. pireneae</i>																				1		1
<i>G. profunda</i> morph. <i>psi</i>																						1

Нижняя часть пражских отложений (кулаватский горизонт) вскрыта в обн. 3, 8, 9Б-19, 9-17. В них выделены.

1. Слои с *Gondwania irregularis*, *Latericriodus steinachensis*. Биостратиграфическая нижняя граница пражского яруса установлена в обн. 3 по первой находке *G. irregularis* (рис. 8, фиг. 23–27) – первого представителя семейства Eognathodontidae. В составе комплексов, кроме видов-индексов, присутствуют элементы вида *Pandorinellina miae* (Bultynck), редко *Pand. cf. optima* (Moskalenko), *Pand. cf. postexcelsa* (Wang & Ziegler).

2. Слои с *Pelekysgnathus serratus*. Вместе с номинальными видами в комплексах этих слоев встречаются *Gondwania irregularis* (Druce), *Latericriodus steinachensis* (Al-Rawi), *Pandorinellina cf. postexcelsa* (Wang & Ziegler), *Pandorinellina miae* (Bultynck), единичные *Latericriodus cf. claudia* (Klapper), *Pedavis cf. longicauda* Murphy (см. рис. 8, фиг. 1–22).

Верхняя часть пражских отложений (тютюленский горизонт) вскрыта в обн. 9А-17, 10. В них выделены следующие слои.

3. Слои с *Gondwania profunda*, *Pseudogondwania kindlei*. Выявлены в обн. 9А-17. В комплексах, помимо номинальных видов, присутствуют элементы вида *Pandorinellina miae* (Bultynck) (рис. 9, фиг. 1–22).

4. Слои с *Polygnathus pireneae*. Установлены в обн. 10. Кроме видов-индексов, в конодонтовых ассоциациях встречаются *Gondwania profunda* Murphy, *Pandorinellina aff. miae* (Bultynck), *Pseudogondwania kindlei* (Lane & Ormiston) и единичные *Eognathodus zeravshanicus* (Bardashev & Ziegler, 1992) (см. рис. 9, фиг. 23, 24), *Eognathodus trilinearis* (Cooper, 1973) (см. рис. 9, фиг. 25, 27).

Несмотря на отсутствие подробного последовательного разреза, имеющийся фактический материал позволяет допустить, что пражский ярус в разрезе Миндигуловский представлен в полном объеме. Очень важным фактором является наличие здесь биостратиграфического критерия для определения положения нижней границы пражского яруса на основе филологии *Masaraella pandora–Gondwania irregularis*. В разрезе последовательно прослежены представители эволюционной линии эогнатодонтид – *Gondwania irregularis–Gondwania profunda*, *Pseudogondwania kindlei–Eognathodus zeravshanicus*, *Eognathodus trilinearis–Polygnathus pireneae*, положенной в основу стратиграфического расчленения пражских отложений западного склона Южного Урала по конодонтовой фауне. Филология эогнатодонтид, согласно М.А. Murphy (2005), I.A. Bardashev с соавторами (2002), Е.А. Ел-

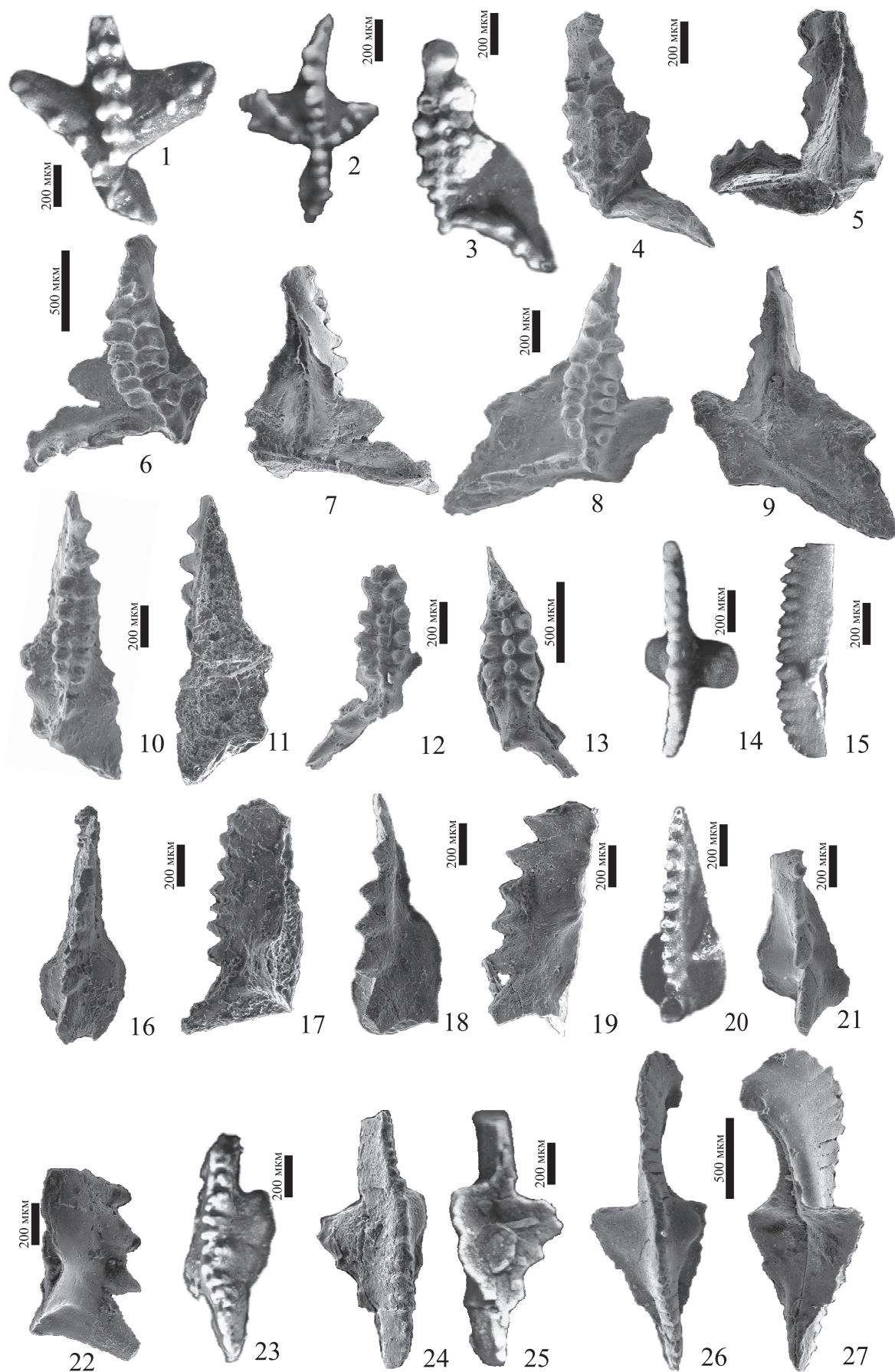


Рис. 8. Конодонты куламатского горизонта в разрезе Миндигуловский.

1. *Pedavis gilberti* Valenzuela-Ríos, 1994, I-элемент, вид сверху, обн. 3, обр. 02441, верхний лохков, шерлубайский горизонт. 2. *Pedavis longicauda* Murphy, 2005, I-элемент, вид сверху, обн. 8, обр. 02741. 3. *Latericriodus steinachensis* (Al-Rawi), 1977 *eta* morph Klapper & Johnson, 1980, I-элемент, вид сверху обн. 9-17, обр. 3158. 4-9. *Latericriodus steinachensis* (Al-Rawi) *beta* morph Klapper & Johnson, 1980, I-элемент; 4, 6, 8 – вид сверху; 5, 7, 9 – вид снизу; 4-7 – обн. 9-17, обр. 03158; 8, 9 – обн. 8, обр. 03192. 10, 11. *Icriodus cf. claudiae* Klapper, 1980, I-элемент, 10 – вид сверху, 11 – вид снизу, обн. 8, обр. 17-106. 12, 13. *Icriodus* sp. (ювенильные формы), I-элемент, вид сверху, обн. 9-17, обр. 223. 14, 15. *Pandorinellina miae* (Bultynck), Pa-элемент, 14 – вид сверху, 15 – вид сбоку, обн. 3, обр. 02653. 16-19. *Pelekysgnathus serratus serratus* Jentzsch, 1962, Pa-элемент, 16, 18 – вид сверху; 17, 19 – вид сбоку, обн. 8, обр. 02735. 20-22. *Pelekysgnathus serratus brunsvicensis* Valenzuela-Ríos, 1994, Pa-элемент, 20, 21 – вид сверху; 22 – вид сбоку, обн. 8, обр. 02735. 23-27. *Gondwania cf. irregularis* (Druce), 1971, Pa-элемент; 23, 24, 26 – вид сверху; 25, 27 – вид снизу; 23 – обн. 9Б-19, обр. 03141; 24, 25 – обн. 8, обр. 02686; 26, 27 – обн. 8, обр. 03195.

Fig. 8. Conodonts from the Kulamat Horizon (Regional Substage) in the Mindigulovo section.

1. *Pedavis gilberti* Valenzuela-Ríos, 1994, I-element, upper view, outcrop 3, sample 02441, Upper Lochkovian, Sherlubay Horizon (Regional Substage). 2. *Pedavis longicauda* Murphy, 2005, I-element, upper view, outcrop 8, sample 02741. 3. *Latericriodus steinachensis* (Al-Rawi), 1977 *eta* morph Klapper & Johnson, 1980, I-element, outcrop 9-17, sample 3158, upper view. 4-9. *Latericriodus steinachensis* (Al-Rawi) *beta* morph Klapper & Johnson, 1980, I-element; 4, 6, 8 – upper view; 5, 7, 9 – lower view; 4-7 – outcrop 9-17, sample 03158; 8, 9 – outcrop 8, sample 03192. 10, 11. *Icriodus cf. claudiae* Klapper, 1980, I-element, 10 – upper view, 11 – lower view, outcrop 8, sample 17-106. 12, 13. *Icriodus* sp. (juvenile forms), I-element, upper view, обн. 9-17, sample 223. 14, 15. *Pandorinellina miae* (Bultynck), Pa-element, 14 – upper view, 15 – lateral view, outcrop 3, sample 02653. 16-19. *Pelekysgnathus serratus serratus* Jentzsch, 1962, Pa-element; 16, 18 – upper view; 17, 19 – lateral view, outcrop 8, sample 02735. 20-22. *Pelekysgnathus serratus brunsvicensis* Valenzuela-Ríos, 1994, Pa-element; 20, 21 – upper view, 22 – lateral view, outcrop 8, sample 02735. 23-27. *Gondwania cf. irregularis* (Druce), 1971, Pa-element; 23, 24, 26 – upper view; 25, 27 – lower view; 23 – outcrop 9Б-19, sample 03141; 24, 25 – outcrop 8, sample 02686; 26, 27 – outcrop 8, sample 03195.

кину с соавторами (2011), представлена следующими последовательными стадиями изменений:

1) изменения строения срединного гребня, заключающиеся в неравномерном расположении бугорков в срединном гребне, отсутствии в нем сулкус в первых представителях семейства эогнатодонтид (*Gondwania irregularis*) и его наличии в последующих (*Gondwania profunda*) с вариациями ширины и глубины (в стратиграфически более верхних слоях встречаются морфотипы с широким плоским сулкусом, с едва намечающимся третьим рядом бугорков в середине – *G. profunda* psi морфотип Murphy, 2005 (см. рис. 9, фиг. 20));

2) развитие третьего центрального ряда бугорков – *Eognathodus zeravshanicus* (см. рис. 9, фиг. 23, 24), *Eognathodus trilinearis* (см. рис. 9, фиг. 25-27).

3) характер соединения свободного листа с платформой: с одним боковым краем платформы – *Eognathodus zeravshanicus* (см. рис. 9, фиг. 23, 24), с двумя – *Eognathodus trilinearis* (см. рис. 9, фиг. 25-27), с центральным гребнем на платформе – *Polygnathus pireneae* (см. рис. 9, фиг. 28).

Таким образом, выделенные на основе эволюции эогнатодонтид конодонтовые подразделения в Миндигуловском разрезе в целом сопоставимы с конодонтовой шкалой Lane & Ormiston, 1979 (см. рис. 2). Намеченная в разрезе филолиния *Gondwania irregularis*–*Gondwania profunda*, *Pseudogondwania kindlei*–*Eognathodus zeravshanicus*, *Eognathodus trilinearis*–*Polygnathus pireneae* сходна с установленными в Австралии (Mawson, 1998) и Южном Тянь-Шане (Bardashev et al., 2002; Елкин и др., 2011), Китае (Lu et al., 2016, 2019). Совместное наличие в разрезе Миндигуловский в нижнепражских

отложениях глубоководной фауны *Eognathodontidae*, мелководной *Icriodontidae* и присутствие в конодонтовых комплексах космополитных видов позволяют проводить глобальные корреляции разнофациальных отложений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований пражские отложения в разрезе Миндигуловский впервые получили конодонтовую характеристику. Выделено четыре конодонтовых подразделения в ранге слоев с фауной: слои с *Gondwania irregularis*, *Latericriodus steinachensis*; слои с *Pelekysgnathus serratus*; слои с *Gondwania profunda*, *Pseudogondwania kindlei*; слои с *Polygnathus zeravshanicus*, *Polygnathus pireneae*. Выделенные подразделения хорошо коррелируются с конодонтовой шкалой Lane & Ormiston, 1979. Намеченная филолиния *Gondwania irregularis*–*Gondwania profunda*, *Pseudogondwania kindlei*–*Eognathodus zeravshanicus*, *Eognathodus trilinearis*–*Polygnathus pireneae* также хорошо сопоставляется с эволюционными линиями эогнатодонтид в разрезах пражских отложений Австралии, Тянь-Шаня и Китая.

Присутствие в разрезе Миндигуловский в нижнепражских отложениях совместно с глубоководной фауной эогнатодонтид мелководной фауны икриодонтид дает возможность проводить корреляции разнофациальных разрезов.

В разрезе Миндигуловский отмечается проявление глобального пограничного лохковско/пражского события, выраженного в седиментологических (смена лохковских темноцветных, тонкослоистых,

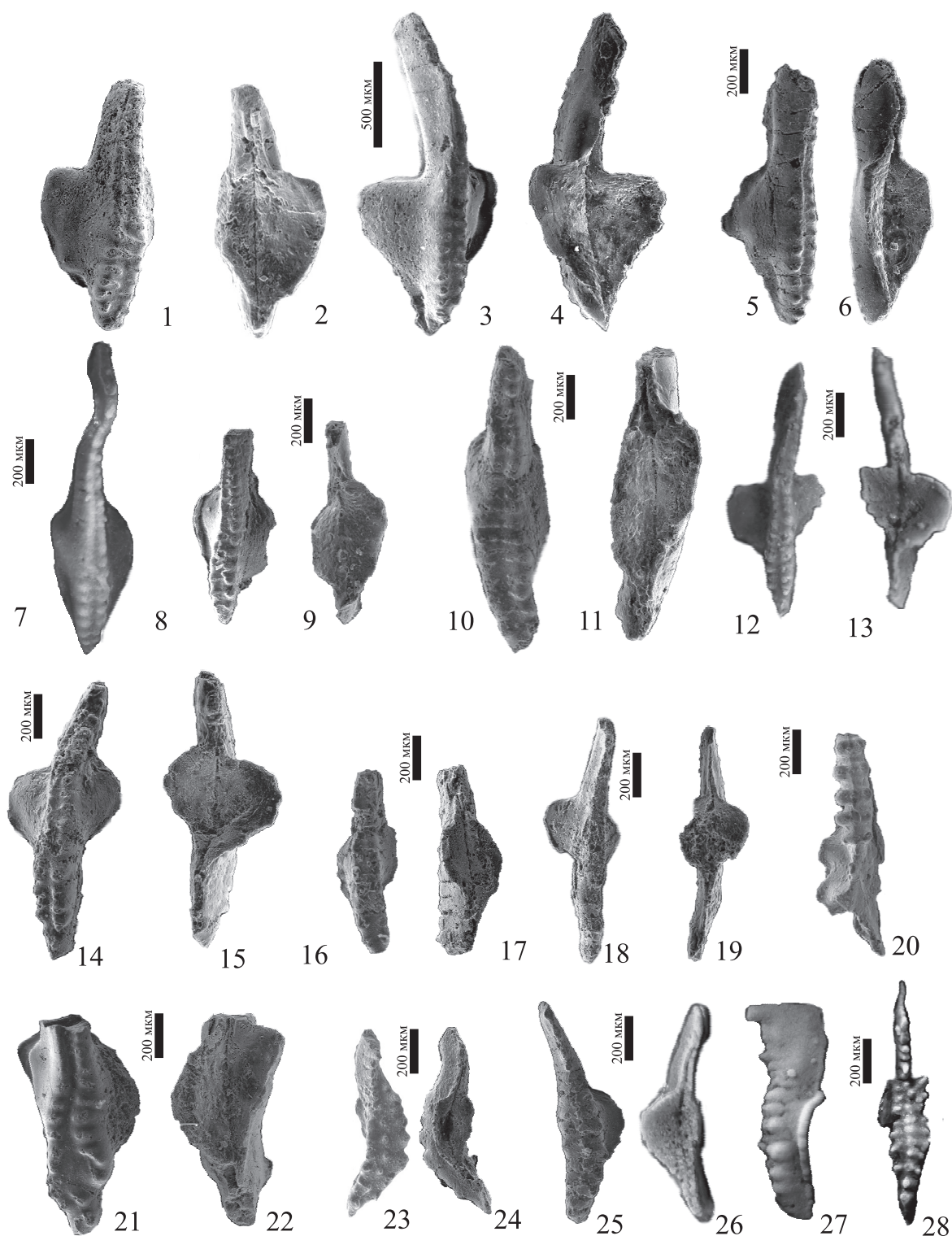


Рис. 9. Конодонты из верхнепражских отложений (тютюленского горизонта) разреза Миндигуловский.

1–11. *Gondwania profunda* Murphy, 2005, Ра-элемент, 1, 3, 5, 7, 8, 10 – вид сверху, 2, 4, 6, 11 – вид снизу; 1, 7 – обн. 9А-17 обр. 468; 3, 6, 8, 10 – обн. 10, обр. 03174. 12–19. *Pseudogondwania* cf. *kindlei* (Lane & Ormiston), 1979, Ра-элемент; 12, 14, 16, 18 – вид сверху, 13, 15, 17, 19 – вид снизу, обн. 9А-17, обр. 03166. 20. *Caudicriodus* cf. *curvicauda* (Carls & Gandl, 1969), I-элемент, вид сверху, обн. 8, обр. 03174. 21, 22. *Gondwania profunda* пси морфотип Murphy, 2005, Ра-элемент, 20 – вид сверху, 21 – вид снизу, обн. 10, обр. 03174. 23, 24. *Eognathodus zeravshanicus* (Bardashev et Ziegler, 1992), Ра-элемент, 23 – вид сверху, 24 – вид снизу. 25–27 – *Eognathodus trilinearis* (Cooper, 1973), 25 – вид сверху, 26 – вид снизу, 27 – вид сбоку, обн. 10, обр. 465. 28. *Polygnathus* cf. *pireneae* Boersma, 1974, Ра-элемент, вид сверху, обн. 10, обр. 231.

Fig. 9. Upper Pragian conodonts from the Tyutyulensky Horizon (Regional Substage) of the Mindigulovo section.

1–11. *Gondwania profunda* Murphy, 2005, Pa-element, 1, 3, 5, 7, 8, 10 – upper view; 2, 4, 6, 11 – lower view; 1, 7 – outcrop 9A-17, sample 468; 3, 6, 8, 10 – outcrop 10, sample 03174. 12–19. *Pseudogondwania* cf. *kindlei* (Lane & Ormiston), 1979, Pa-element; 12, 14, 16, 18 – upper view; 13, 15, 17, 19 – lower view, outcrop 9A-17, sample 03166. 20. *Caudicriodus* cf. *curvicauda* (Carls & Gandl, 1969), I-element, upper view, outcrop 8, sample 03174. 21, 22. *Gondwania profunda* пси морфотип Murphy, 2005, Pa-element, 20 – upper view, 21 – lower view, outcrop 10, sample 03174; 23, 24. *Eognathodus zeravshanicus* (Bardashev et Ziegler, 1992), 23 – upper view, 24 – lower view; 25–27. *Eognathodus trilinearis* (Cooper, 1973), 25 – upper view, 26 – lower view, 27 – lateral view, outcrop 10, sample 465. 28. *Polygnathus* cf. *pirenae* Boersma, 1974, Pa-element, upper view, outcrop 10, sample 231.

биокластовых известняков средне- и толстослоистыми доломитизированными известняками с глинистыми сланцами в основании последних) и биофациальных изменениях, заключающихся в резком и полном вымирании доминирующих в среднем лохкове родов *Lanea*, *Ancyrodelloides*, *Flajsella* и постепенном распространении мелководных конодонтов семейства Icriodontidae.

Благодарности

Авторы благодарны д.г.-м.н. О.В. Артюшковой за организацию полевых работ и описание разреза в течение двух сезонов, ценные консультации и советы в процессе написания статьи. Авторы также выражают признательность рецензентам за внимательное прочтение рукописи и полезные замечания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Елкин Е.А., Изох Н.Г., Веддиге К., Ерина М.В., Валенсуэла-Риос Х.И., Апекина Л.С. (2011) Филогения эогнатодонтид и полигнатид из разрезов Китабского государственного геологического заповедника (Зеравшан-Гиссарская горная область, Узбекистан) как основа для совершенствования пражско-эмской стандартной зональной шкалы по конодонтам. *Новости палеонтологии и стратиграфии. Приложение к журналу "Геология и геофизика"*, **52**(15), 37–45.
- Легенда Южно-Уральской серии листов Госгеолкарты Российской Федерации м-ба 1 : 200 000 (издание второе). (1999) СПб.: ВСЕГЕИ.
- Мавринская Т.М., Артюшкова О.В. (2020) Лохковские отложения западного склона Южного Урала, их расчленение и глобальная корреляция на основе конодонтовой фауны. *Изв. Томского политехн. ун-та. Инжиниринг георесурсов*, **331**(3), 213–225.
- Субрегиональные стратиграфические схемы девона западного склона Урала (докембрий, палеозой). (1993) *Стратиграфические схемы Урала (докембрий, палеозой)*. (Под ред. Н.Я. Анцыгина, Б.А. Попова, Б.И. Чувашова). Екатеринбург.
- Тяжева А.П., Жаворонкова Р.А., Гарифуллина А.А. (1976) Кораллы и брахиоподы нижнего девона Южного Урала. М.: Наука, 223 с.
- Bardashev I.A., Weddige K., Ziegler W. (2002) Phylomorphogenesis of some Early Devonian platform conodonts. *Senckenbergiana Lethaea*, **82**(2), 375–451.
- Becker R.T., Gradstein F.M., Hammer O. (2012) Devonian Period. (Eds F.M. Gradstein, J.G. Ogg, M.D. Schmitz, G.M. Ogg). *Geologic Time Scale*, **1**(20). Amsterdam: Elsevier, 559–601. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-59425-9.00022-6>
- Becker R.T., Königshof P., Brett C.E. (2016) Devonian climate, sea level and evolutionary events: an introduction. *Geol. Soc., Spec. Publ.*, **423**. URL: <http://sp.lyellcollection.org>
- Becker R.T., Marshall J.E.A., Da Silva A.C., Agterberg F.P., Gradstein F.M., Ogg J.G. (2020) Geologic Periods: Phanerozoic. Ch. 22. The Devonian Period. (Eds F.M. Gradstein, J.G. Ogg, M.D. Schmitz, G.M. Ogg). *The Geologic Time Scale*, **2**. Amsterdam: Elsevier, 733–810. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-824360-2.00022-X>
- Chlupáč I., Lukes P. (1999) Pragian/Zlichovian and Zlichovian/Dalejan boundary sections in the Lower Devonian of the Barrandian area, Czech Republic. *Newslett. Stratigr.*, **37**(1/2), 75–100.
- Chlupáč I., Kukal Z. (1986) Reflection of possible global Devonian events in the Barrandian area, C.S.S.R. (Ed. O.H. Walliser). *Global Bio-events. Lecture Notes in Earth Sciences*, **8**, 169–179.
- Chlupáč I., Kukal Z. (1988) Possible global events and the stratigraphy of the Paleozoic of the Barrandian (Cambrian-Middle Devonian, Czechoslovakia). *Sborník geologických věd, Geologie*, **43**, 83–146.
- Chlupáč I., Oliver W.A. (1989) Decision on the Lochkovian-Pragian boundary stratotype (Lower Devonian). *Episodes*, **12**, 109–113.
- Guidelines and statutes of the International Commission Stratigraphy (ICS). (1986) (J.W. Cowie, W.H. Ziegler, A. Boucot, M.G. Bassett, J. Remane). *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, **83**, 1–14.
- Hladil J., Slavík L., Schnabl P., Koptíková L., Frána J., Vacek F., Bábek O. (2008) The gross environmental phenomenon of the classical Pragian stage ("hot lowstand"). (Ed. A. Bjorlykke). *X-CD Technologies, 33rd International Geological Congress, International Union of Geological Sciences. Abstract CD-ROM, HPF-01 General contributions to paleontology and historical geology, part 1*, 1343454.
- Klapper G. (1977) Lower and Middle Devonian conodont sequence in central Nevada, with contributions by D.B. Johnson. *Western North America: Devonian*. (Eds M.A. Murphy, W.B.N. Berry, C.A. Sandberg). *University California, Riverside Campus Museum, Contribution*, **4**, 33–54.
- Koptíková L., Hladil J., Slavík L., Bábek O., Čejchan P. (2010) Fine-grained non-carbonate particulates embedded in perititic to pelagic limestones (Lochkovian to Emilian, Prague Synform, Czech Republic): Composition, provenance and links to magnetic susceptibility and gamma-ray logs. *Geol. Belgica*, **13**(4), 407–430.
- Lane H.R., Ormiston A.R. (1979) Siluro-Devonian biostratigraphy of the Salmontrout rive area, East-Central Alas-

- ka. *Geologica Palaeontol.*, **13**, 39-96.
- Lu J.-F., Qie W.-Q., Chen X.-Q. (2016) Pragian and lower Emsian (Lower Devonian) conodonts from Liujing, Guangxi, South China. *Alcheringa*, **40**, 275-296. ISSN 0311-5518.
- Lu J.-F., Valenzuela-Ríos J.I., Liao J.-C., Wang Yi. (2019) Polygnathids (Conodonts) around the Pragian/Emsian boundary from the Dacun-1 section (central Guangxi, South China). *J. Paleontol.*, **93**(6), 1210-1220. <https://doi.org/10.1017/jpa.2019.31>
- Mavrinskaya T.M., Artyushkova O.V. (2017) Conodont characteristic of the Lochkovian–Pragian boundary interval in the Mindigulovo section (western slope of the Southern Urals). *Palaeobiodivers. Palaeoenvir.*, **97**(3), 391-404. <https://doi.org/10.1007/s12549-017-0292-1>.
- Mavrinskaya T.M., Slavik L. (2013) Correlation of Early Devonian (Lochkovian–early Pragian) conodont faunas of the South Urals (Russia). *Bull. Geosci.*, **88**(2), 283-296.
- Murphy M.A. (2005) Pragian conodont zonal classification in Nevada, western North America. *Revista Española de Paleontología*, **20**, 177-206.
- Philip G.M. (1965) Lower Devonian conodonts from the Tyers area, Gippsland, Victoria. *Proc. Royal Soc. Victoria*, **79**, 95-121.
- Slavík L. (2004) The Pragian–Emsian conodont successions of the Barrandian area: Search of an alternative to the GSSP Polygnathid–based correlation concept. *Geobios*, **37**, 454-470.
- Mawson R. (1998) Thoughts on Late Pragian–Emsian polygnathid evolution: documentation and discussion. (Ed. H. Szaniawski). *Proceedings of the Sixth European Conodont Symposium (ECOS VI)*. *Palaeontol. Polonica*, **58**, 201-211.
- Slavík L., Hladil J. (2004) Lochkovian Pragian GSSP revisited: Evidence about conodont taxa and their stratigraphic distribution. *Newslett. Stratigr.*, **40**(3), 137-153.
- Slavík L., Valenzuela-Ríos J.I., Hladil J., Carls P. (2007) Early Pragian conodont–based correlations between the Barrandian area and the Spanish central Pyrenees. *Geol. J.*, **42**, 499-512.
- Talent J.A., Mawson R., Andrew A.S., Hamilton P.J., Whitford D.J. (1993) Middle Palaeozoic extinction events: faunal and isotope data. *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, **104**, 139-152.
- Walliser O.H. (1996) Global Events in the Devonian and Carboniferous. (Ed. Walliser O.H.). *Global Events and Event Stratigraphy in the Phanerozoic*, 225-250.
- Weddige K. (1987) The lower Pragian boundary (Lower Devonian) based on the conodont species *Eognathodus sulcatus*. *Senckenbergiana Lethaea*, **67**(5/6), 479-487.
- Ziegler W., Lane H.R. (1987) Cycles in conodont evolution from Devonian to Mid–Carboniferous. (Ed. R.J. Aldridge). *Palaeobiology of Conodonts*, 147-164.
- Ziegler W., Weddige K. (1999) Zur Biologie, Taxonomie und Chronologie der Conodonten. *Paläontologische Zeitschrift*, **73**, 1-38.
- Period. (Eds F.M. Gradstein, J.G. Ogg, M.D. Schmitz, G.M. Ogg). *Geologic Time Scale*, **1**(20). Amsterdam: Elsevier, 559-601. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-59425-9.00022-6>
- Becker R.T., Königshof P., Brett C.E. (2016) Devonian climate, sea level and evolutionary events: an introduction. *Geolog. Soc., Spec. Publ.*, **423**. URL: <http://sp.lyellcollection.org>
- Becker R.T., Marshall J.E.A., Da Silva A.C., Agterberg F.P., Gradstein F.M., Ogg J.G. (2020) Geologic Periods: Phanerozoic. Ch. 22. The Devonian Period. (Eds F.M. Gradstein, J.G. Ogg, M.D. Schmitz, G.M. Ogg). *The Geologic Time Scale*, **2**. Amsterdam: Elsevier, 733-810. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-824360-2.00022-X>
- Chlupáč I., Lukes P. (1999) Pragian/Zlichovian and Zlichovian/Dalejan boundary sections in the Lower Devonian of the Barrandian area, Czech Republic. *Newslett. Stratigr.*, **37**(1/2), 75-100.
- Chlupáč I., Kukal Z. (1986) Reflection of possible global Devonian events in the Barrandian area, C.S.S.R. (Ed. Walliser O.H.). *Global Bio-events. Lecture Notes in Earth Sciences*, **8**, 169-179.
- Chlupáč I., Kukal Z. (1988) Possible global events and the stratigraphy of the Paleozoic of the Barrandian (Cambrian–Middle Devonian, Czechoslovakia). *Sborník geologických věd, Geologie*, **43**, 83-146.
- Chlupáč I., Oliver W.A. (1989) Decision on the Lochkovian–Pragian boundary stratotype (Lower Devonian). *Episodes*, **12**, 109-113.
- Guidelines and statutes of the International Commission on Stratigraphy (ICS). (1986) (J.W. Cowie, W.H. Ziegler, A. Boucot, M.G. Bassett, J. Remane). *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, **83**, 1-14.
- Hladil J., Slavík L., Schnabl P., Koptíková L., Frána J., Vacek F., Bábek O. (2008) The gross environmental phenomenon of the classical Pragian stage (“hot lowstand”). (Ed. A. Bjorlykke). *X–CD Technologies, 33rd International Geological Congress, International Union of Geological Sciences. Abstract CD-ROM, HPF-01 General contributions to paleontology and historical geology, pt 1*, 1343454.
- Klapper G. (1977) Lower and Middle Devonian conodont sequence in central Nevada, with contributions by D.B. Johnson. *Western North America: Devonian*. (Eds M.A. Murphy, W.B.N. Berry, C.A. Sandberg). *University California, Riverside Campus Museum, Contribution*, **4**, 33-54.
- Koptíková L., Hladil J., Slavík L., Bábek O., Čejchan P. (2010) Fine-grained non-carbonate particulates embedded in neritic to pelagic limestones (Lochkovian to Emsian, Prague Synform, Czech Republic): Composition, provenance and links to magnetic susceptibility and gamma-ray logs. *Geol. Belgica*, **13**(4), 407-430.
- Lane H.R., Ormiston A.R. (1979) Siluro–Devonian biostratigraphy of the Salmontrout Rive area, east–central Alaska. *Geologica et Palaeontologica*, **13**, 39-96.
- Legend of the South Ural series of sheets of the State Geological Map of the Russian Federation scale 1 : 200 000 (second ed.). (1999) St.Petersburg, VSEGEI. (In Russ.)
- Lu J.-F., Qie W.-Q., Chen X.-Q. (2016) Pragian and lower Emsian (Lower Devonian) conodonts from Liujing, Guangxi, South China. *Alcheringa*, **40**, 275-296. ISSN 0311-5518.
- Lu J.-F., Valenzuela-Ríos J.I., Liao J.-C., Wang Yi. (2019)

REFERENCES

- Bardashev I.A., Weddige K., Ziegler W. (2002) Phylomorphogenesis of some Early Devonian platform conodonts. *Senckenbergiana Lethaea*, **82**(2), 375-451.
- Becker R.T., Gradstein F.M., Hammer O. (2012) Devonian

- Polygnathids (Conodonta) around the Pragian/Emsian boundary from the Dacun-1 section (central Guangxi, South China). *J. Paleontol.*, **93**(6), 1210-1220. <https://doi.org/10.1017/jpa.2019.31>
- Mavrinskaya T.M., Artyushkova O.V. (2017) Conodont characteristic of the Lochkovian–Pragian boundary interval in the Mindigulovo section (western slope of the Southern Urals). *Palaeobiodivers. Palaeoenviron.*, **97**(3), 391-404. <https://doi.org/10.1007/s12549-017-0292-1>
- Mavrinskaya T.M., Artyushkova O.V. (2020) Lochkovian deposits of the western slope of the Southern Urals, their subdivision and global correlation based on conodont fauna. *Izv. Tomsk. Politekh. Un-ta. Inzhiniring Georesursov*, **331**(3), 213-225. (In Russ.)
- Mavrinskaya T.M., Slavik L. (2013) Correlation of Early Devonian (Lochkovian–early Pragian) conodont faunas of the South Urals (Russia). *Bull. Geosci.*, **88**(2), 283-296.
- Mawson R. (1998) Thoughts on Late Pragian–Emsian polygnathid evolution: documentation and discussion. (Ed. H. Szaniawski). *Proceedings of the Sixth European Conodont Symposium (ECOS VI)*. *Palaeontol. Polonica*, **58**, 201-211.
- Murphy M.A. (2005) Pragian conodont zonal classification in Nevada, western North America. *Revista Española de Paleontología*, **20**, 177-206.
- Philip G.M. (1965) Lower Devonian conodonts from the Tyers area, Gippsland, Victoria. *Proceedings of the Royal Society of Victoria*, **79**, 95-121.
- Slavík L. (2004) The Pragian–Emsian conodont successions of the Barrandian area: Search of an alternative to the GSSP Polygnathid-based correlation concept. *Geobios*, **37**, 454-470.
- Slavík L., Hladil J. (2004) Lochkovian Pragian GSSP revisited: Evidence about conodont taxa and their stratigraphic distribution. *Newslett. Stratigr.*, **40**(3), 137-153.
- Slavík L., Valenzuela-Ríos J.I., Hladil J., Carls P. (2007) Early Pragian conodont-based correlations between the Barrandian area and the Spanish central Pyrenees. *Geol. J.*, **42**, 499-512.
- Stratigraphic charts of the Urals (pre-Cambrian, Paleozoic). (1993) (Eds N.Y. Antsygin, B.A. Popov, B.I. Chuvashev). Ekaterinburg. (In Russ.)
- Talent J.A., Mawson R., Andrew A.S., Hamilton P.J., Whitford D.J. (1993) Middle Palaeozoic extinction events: faunal and isotope data. *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, **104**, 139-152.
- Tyazheva A.P., Zhavoronkova R.A., Garifullina A.A. (1976) The Lower Devonian corals and brachiopods in the South Urals. Moscow, Nauka Publ., 223 p. (In Russ.)
- Yolkina E.A., Izokh N.G., Weddige K., Erina M.V., Valenzuela-Ríos J.I., Apekina L.S. (2011) Eognathodid and polygnathid lineages from the Kitab state geological reserve sections (Zeravshan-Gissar mountainous area, Uzbekistan) as the bases for improvements of Pragian–Emsian standard conodont zonation. *News of paleontology and stratigraphy, Supplement to the journal "Geology and Geophysics"*, **52**(15), 37-45. (In Russ.)
- Walliser O.H. (1996) Global Events in the Devonian and Carboniferous. (Ed. O.H. Walliser). *Global Events and Event Stratigraphy in the Phanerozoic*, 225-250.
- Weddige K. (1987) The lower Pragian boundary (Lower Devonian) based on the conodont species *Eognathodus sulcatus*. *Senckenbergiana Lethaea*, **67**(5/6), 479-487.
- Ziegler W., Lane H.R. (1987) Cycles in conodont evolution from Devonian to mid-Carboniferous. (Ed. R.J. Aldridge). *Palaeobiology of conodonts*, 147-164.
- Ziegler W., Weddige K. (1999) Zur Biologie, Taxonomie und Chronologie der Conodonten. *Paläontologische Zeitschrift*, **73**, 1-38.