

высокоскоростной (лавиной) седиментации терригенного, биогенного и вулканогенного материала.

Высокая проницаемость земной коры определила термическую аномалию по всей вертикали до дна бассейна, разгрузку флюидов (вода, летучие, легкоподвижные элементы), активное взаимодействие с породами цоколя, интенсивную метаморфизацию вод бассейна, смешение с водами верхних горизонтов земной коры и внедрение их в седиментационный бассейн.

Соленакпление отражает момент открытия недр и внедрения в бассейн хлоридно-кальциевых вод. Термальные хлоридно-кальциевые воды могли способствовать высаливанию солей ещё до полного насыщения при испарении. В бассейне соленакпления могла возникать раслоенность рапы, когда в верхнем слое существовал слой нормальной океанической воды, а нижний формировался за счёт глубоко-метаморфизованных растворов хлоридно-кальциевого состава. Независимо от масштабности формирующихся циклов, терригенно-хемогенные осадки являются нормально-морскими.

Наряду с оценкой специфических особенностей структурно-вещественных комплексов хлоридных соленосных формаций, напрашивается ещё один важный вывод о том, что воды Мирового океана в фанерозое оставались по своему типу сульфатными.

Несмотря на то, что отождествление процессов галогенеза в Припятском калиеносном бассейне и глубинной дегазации земли с оценкой «сквозьформационных флюидопроводящих систем» очень заманчиво, следует констатировать, что в настоящее время конкретные доказательные аргументы в пользу этого отсутствуют.

Детальное исследование структурно-вещественных комплексов девонских соленосных формаций и создание стадияльно-литогенетической модели калийного рудогенеза позволит перейти к новому уровню осмысления связи литогеодинамики и минерагенического потенциала осадочного чехла Припятского бассейна, обеспечит принятие рациональных управленческих решений по организации мониторинга недропользования и проведению региональных исследований.

#### **Библиографические ссылки**

1. *Лутинович Ю. И.* Петрографические и некоторые геохимические особенности карналлитовых и карналлитсодержащих пород западной части Припятской впадины // Геология и петрография калийных солей Белоруссии. Минск.: Наука и техника, 1969. С. 276–300.

2. *Романовский С. И.* Седиментологические основы литологии. Л.: Недра, 1977. 408 с.

УДК 551.73(476)

## **ОСОБЕННОСТИ ИЗУЧЕНИЯ ФАУНЫ КОНОДОНТОВ В ПАЛЕОЗОЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЯХ БЕЛАРУСИ**

**О. В. Мурашко**

Научно-производственный центр по геологии, филиал «Институт геологии»,  
ул. Купревича 7, 220141 Минск, Республика Беларусь; volum@tut.by

Конодонты, микроскопические зубовидные скелетные фоссилии небольших морских организмов, широко используются в биостратиграфии и палеогеографиче-

ских реконструкциях. Большой возрастной интервал, быстрота морфологической эволюции и широкое географическое распространение сделали эту фаунистическую группу весьма ценной для датирования и корреляции толщ осадочных пород во многих районах мира, где разработаны и успешно используются в стратиграфии региональные и зональные шкалы по конодонтам. Изучение фауны конодонт в Беларуси имеет ряд особенностей, связанных как с историей геологического развития территории, так и с литологическими свойствами содержащих их разрезов.

Несмотря на то, что первые конодонтовые элементы были впервые описаны русским палеонтологом Х. Пандером более ста пятидесяти лет назад (в середине XIX в.), а начиная с 1930-х гг. усиленно изучались во всем мире, на территории Беларуси ещё долгое время их остатки известны не были. Первые находки конодонтовых элементов в платформенном чехле республики были обнаружены значительно позднее, лишь в начале 1960-х гг. В 1965 г. С. А. Кручек опубликовал предварительные результаты исследований обнаруженной им ископаемой фауны, для идентификации которой автору пришлось осваивать новую для Беларуси методику в Москве в ГИН АН СССР под руководством В. Н. Крестовникова. Инициатива С. А. Кручека имела продолжение в работах Т. В. Стрельченко, К. Наркевич, В. И. Пушкина и других белорусских и иностранных, изучавших наши разрезы, геологов [1]. В результате 50-летних исследований собран значительный материал, позволивший произвести детальную стратификацию некоторых разрезов палеозоя и коррелировать региональные стратона со стратиграфическими подразделениями соседних регионов и Международной хроностратиграфической шкалой.

Конодонтовые элементы, встречающиеся с верхнего кембрия (фурунгий) по верхний триас включительно [2], в платформенном чехле территории Беларуси отличаются весьма ограниченным и крайне неравномерным распределением, как по разрезу, так и территориально. В пределах территории Беларуси конодонты установлены в силурийской, ордовикской, девонской и каменноугольной системах, их максимальное таксономическое разнообразие приходится на отложения девона и карбона. Так, например, в девонской системе описано 28 родов и 176 видов конодонт; в каменноугольной – 19 родов и 41 вид. Конодонты известны в нижнем отделе ордовика (биллингенский и волховский горизонты); в лландоверийском (зельвянский горизонт), венлокском (липновский горизонт) и пржидольском (кустинский горизонт) отделах силура; в нижнем (борщовский и чортковский горизонты лохковского яруса) и среднем (костюковичский горизонт эйфельского яруса) отделах девонской системы. Наибольшего распространения конодонтовые элементы достигли в верхнем девоне (саргаевский, семилукский, воронежский горизонты и евлановский надгоризонт франского яруса, задонский и елецкий надгоризонты фаменского). В терригенных мелководно-морских и лагунных образованиях (борщовский и чортковский горизонты лохковского яруса, освейский и городокский горизонты эйфельского, полоцкий живетского; желонский, чернинский горизонт франского яруса и лебедянский горизонт фаменского) они представлены единичными экземплярами [3]. В каменноугольной системе конодонты установлены в нижнем (тульский, алексинский, михайловский, венёвский горизонты визейского яруса, тарусский, стрешевский и протвинский горизонты серпуховского яруса) и верхнем (черемшанский горизонт башкирского яруса) отделах. В отложениях кембрийской, пермской и триасовой систем конодонтовые элементы на территории Беларуси не обнаружены. Что касается территориального распространения разрезов с фауной конодонт, то они в основном приурочены к территории Припятского прогиба (девон, карбон) и Подляско-

Брестской впадины (ордовик, силур, нижний девон), реже Волынской моноклинали (силур, нижний девон), северных и северо-восточных склонов Белорусской антеклизы (силур), Оршанской впадины, Жлобинской седловины (средний и верхний девон) Латвийской седловины (верхний девон).

Все изученные на территории Беларуси конодонтовые элементы представлены фрагментарными и очень мелкими (0,1–1,0 мм) обломками зубовидной, гребенчатой, листообразной формы (рис.). Тем не менее, белорусские геологи и палеонтологи не теряют надежды на обнаружение целостного конодонтового аппарата, полных отпечатков конодонтоносителей или даже остатков более крупных организмов. Как, например, *Promissum*, длина которого достигала 40 см [4], и с момента первой сенсационной находки которого в 1982 г. (в каменноугольных песчаниках Грантона у г. Эдинбург) известно уже более десятка полностью комплектных отпечатков.

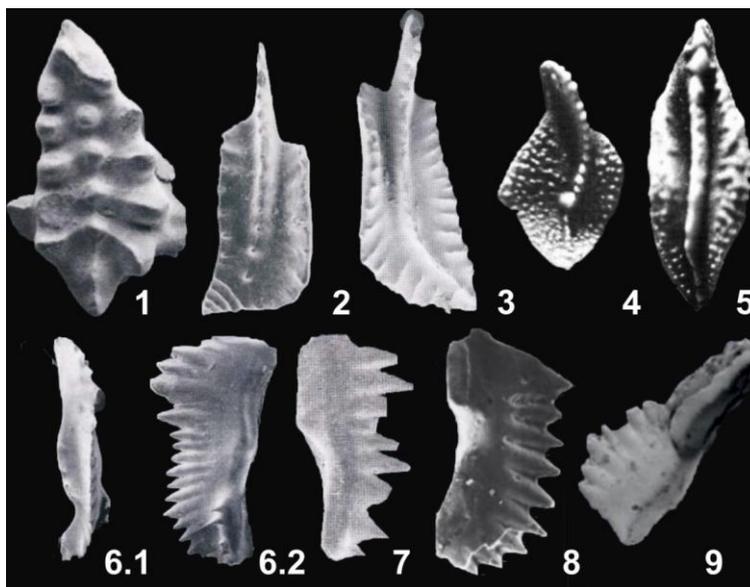


Рисунок – Конодонтовые элементы из палеозойских отложений Беларуси [5, 7, 8]  
 1 – *Icriodus orri* Barrick and Klapper, 1983; D<sub>2ef</sub>, скв. Пинская-54, гл. 465,0–470,0 м; 2 – *Polygnathus linguiformis linguiformis* Hinde, 1879, D<sub>2ef</sub>, скв. Пинская-54, гл. 460,0–465,0 м; 3 – *Polygnathus parawebbi* Chatterton, 1974, D<sub>2ef</sub>, скв. Пинская-54, гл. 460,0–465,0 м; 4 – *Palmatolepis* aff. *crepida* Sanpennemann, 1955, D<sub>3fm</sub>, скв. Западно-Бобровицкая-4, гл. 2 530,0 м; 5 – *Ancyrognathus sinelamina* [Branson et Mehl, 1934], D<sub>3fm</sub>, скв. Южно-Савицкая-7, гл. 2 509,4 м; 6 – *Tortodus variabilis variabilis* [Bischoff i Ziegler, 1957], D<sub>2ef</sub>, скв. Пинская-54, гл. 460,0–465,0 м; 7 – *Tortodus* sp., D<sub>2ef</sub>, скв. Пинская-54, гл. 460,0–465,0 м; 8 – *Spathognathodus scitulus* Hinde, 1900, C<sub>1v</sub>, скв. 482, гл. 395,5 м; 9 – *Polygnathus pollocki* Druce, 1976, D<sub>3f</sub>, обнажение р. Сарьянка

Конодонты встречаются практически во всех литологических типах морских пород. Их содержание зависит главным образом от скорости осадконакопления, количества конодонтоносителей, обитавших в бассейне седиментации. Наиболее продуктивными обычно бывают глинисто-известковые разности. Особенности химического состава, микроскопические размеры позволяют достаточно легко и в больших количествах извлекать конодонты даже из образцов пород небольшого объёма, что особенно важно в условиях Беларуси, где приходится работать в основном с керном буровых скважин. Минеральная часть конодонтов состоит из фторapatита, франколита или других минералов апатитового ряда, устойчивых к действию органических кислот и некоторых щелочей. Это даёт возможность использовать для извлечения

микрофоссилий методику массовой химической обработки пород [2]. Эти методы достаточно просты, хотя и требуют некоторой подготовки, специальных реактивов, помещений и оборудования.

Наиболее перспективной на конодонты породой, являются *известняки*, что связано с легкостью их химической дезинтеграции и достаточно высоким в среднем содержанием в них конодонтовых элементов. В отдельных случаях отмечались содержания до 5–20 экз. на 1 кг вмещающей породы, однако эта цифра сильно варьирует от пробы к пробе. Обычны 3–5 экз. на 1 кг породы, а в рифогенных или битуминозных известняках и менее. Перспективны для растворения органогенно-обломочные, детритовые известняки, в то время как доломитизированные разности обычно конодонтовых элементов не содержат. Как правило, чем более крупнокристаллический известняк, тем меньше в нём микрофоссилий. Весьма перспективны глинистые и глинистые известняки и другие глинисто-карбонатные породы, которые изучены в костюковичском горизонте эйфельского яруса, саргаевском, семилукском, воронежском горизонтах и евлановском надгоризонте франского, задонском и елецком надгоризонтах фаменского яруса. Конодонтовых элементов обычно довольно много в известняках из разрезов, сложенных часто переслаивающимися осадочными породами, а в монотонных карбонатных толщах, например, рифовых, они встречаются довольно редко. В целом, как правило, конодонтов больше в приграничных частях слоёв, поскольку при смене накапливавшихся литологических разностей и образовании этих пограничных переходов происходит резкое замедление или, даже временная остановка осадконакопления, а чем ниже скорость осадконакопления, тем выше концентрация конодонтов в породе. Отмечается, что перспективнее на наличие конодонтов представляются известняки с глауконитом, в то время как обилие пирита, кварца и слюды в породе указывает на меньшее содержание в ней окаменелостей. Наибольшее количество конодонтов встречается, как правило, в известняках с пелагической фауной включая гониатитов и рыб, как, например, в прослоях известняков с гониатитами задонского и елецкого надгоризонтов. Присутствуют они и в ассоциации с бентосом (брахиоподы, остракоды, моллюски-тентакулиты и др.). Такие разрезы известны в костюковичском горизонте на территории Жлобинской седловины, Бобруйского погребённого выступа, Шатилковской и Копаткевичско-Мозырской депрессии Припятского прогиба, а также Оршанской впадины. В известняках же с колониальными кораллами, строматопорами, водорослями конодонты, наоборот, весьма редки. Очень бедны ими также битуминозные известняки.

Содержание конодонтовых элементов в *доломитах* в среднем значительно ниже, чем в известняках. Более того, доломиты хуже растворяются и требуют применения дорогих и дефицитных реактивов. Что касается *глинистых пород*, то гораздо вероятнее обнаружить конодонты в глинистых сланцах, переслаивающихся с известняками (как в карбонатно-глинистой пачке костюковичского горизонта), чем в сланцах, чередующихся с алевролитами или песчаниками. Наибольшее количество конодонтов отмечается в серых, зелёных, коричневых сланцах, тогда как в чёрных сланцах их меньше. Так, комплекс нижнедевонских конодонтов обнаружен в толще переслаивания зеленовато-серых мергелей, глин, глинистых и органогенных, местами доломитизированных известняков лохковского яруса Подляско-Брестской впадины и Волынской моноклинали.

*Алевролиты, песчаники* и другие обломочные породы отлагаются, как правило, с высокой скоростью и, соответственно, шансы обнаружения в них окаменелостей весьма невелики. Кроме того, алевролиты и песчаники весьма плохо растворяются.

Исключение составляют терригенные породы с карбонатным цементом, из которых чаще удастся выделить ископаемые организмы. Таким образом, отбирать пробы на конодонты из доломитов, глин и терригенных пород, особенно если есть прослойки известняков, нецелесообразно. Однако делать это приходится, поскольку идеальные для отбора проб породы исключительно редки. А в задачи биостратиграфических исследований, особенно при параметрическом бурении, входит привязка конкретных реальных слоёв.

В литературе [2] описаны случаи извлечения богатых комплексов конодонтов из углисто-кремнистых и глинисто-кремнистых сланцев. В Беларуси такие лагерштетты пока не установлены. Гораздо чаще в девонской толще встречаются терригенные мелководно-морские и лагунные образования со следами осолонения. Перспективы нахождения в них богатых комплексов конодонтов ничтожны. Такие породы часто встречаются в составе борщовского и чортковского горизонтов лоховского яруса, освейского и городокского горизонтов эйфельского, полоцкого горизонта живетского; чернинского горизонта франского яруса и лебедянского горизонта фаменского яруса. Конодонтовые элементы в них представлены единичными экземплярами. Также непригодны для изучения фауны в разной степени выветрелые породы, поскольку конодонты в них имеют уже, как правило, плохую сохранность, теряют типоморфные различия и становятся окончательно неузнаваемыми.

Важным событием последних лет стало обнаружение Д. П. Плаксом конодонтовых элементов в естественном обнажении позднедевонских пород (желонский, саргаевский горизонты франского яруса) на правом берегу р. Сарьянка [7], что существенно расширяет возможности палеонтологических исследований.

Особенностью изучения фауны конодонтов в Беларуси является комплексность научного подхода. Наряду со стратиграфическими построениями набирают оборот и палеогеографические реконструкции. Установлена зависимость обилия и разнообразия конодонтов от фациальных обстановок. Наиболее богатые комплексы обнаружены в породах, образовавшихся в глубоководных и в переходных к шельфовым условиях. Отложения мелководного шельфа характеризуются обедненными и не столь разнообразными в видовом отношении комплексами. На основе изотопного состава кислорода в конодонтовом апатите реконструированы существенные колебания солёности на протяжении позднего девона и установлена сезонность тропического муссонного климата, господствовавшего в это время на территории республики. Такой климат сопоставим с современными климатическими условиями современных индонезийских морей [6].

Ещё одной особенностью исследований фауны конодонтов в Беларуси является то, что они проходят в условиях острого дефицита буровых работ и, соответственно, кернового материала; нуждаются в современном лабораторном оборудовании; основаны исключительно на энтузиазме и научных связях А. С. Кручека и других исследователей.

Изучение фауны конодонтов интенсивно развивается практически во многих странах мира во всё возрастающих масштабах. Наметилось несколько аспектов таких исследований. Прежде всего, конодонтовые элементы стали важнейшей ортостратиграфической группой, на основе которой проводится детальное расчленение разрезов. По аналогии с аммоноидеями, которых называют «минутными стрелками геологических часов», конодонты с их возможностями дробной стратификации вполне заслуживают названия «секундных стрелок геологических часов». Второе направление связано с разработкой региональных зональных шкал по конодонтам.

Третье – с дальнейшей детализацией региональных и местных стратиграфических схем палеозоя и триаса и их межрегиональной и глобальной корреляцией. Кроме того, весьма перспективным направлением палеогеографических реконструкций являются изотопные исследования конодонтового апатита, которые позволяют восстановить температуру, степень солености и глубину водоёмов, выявить сезонные колебания климата.

### Библиографические ссылки

1. Геология Беларуси / А. С. Махнач, Р. Г. Гарецкий, А. В. Матвеев и др. Минск: Ин-т геол. наук НАН Беларуси, 2001. С. 157–272.
2. Иванов К. С. Методы поисков и выделения конодонтов. Методические рекомендации. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1987. 117 с.
3. Мурашко О. В. Изученность фауны конодонтов из девонских отложений территории Беларуси // Літасфера. 2018. № 1(48). С. 78–87.
4. Knell S. J. The Great Fossil Enigma: The Search for the Conodont Animal. Bloomington: Indiana University Press, 2012. 440 p.
5. Narkiewicz K., Narkiewicz K., Kruczek S. Conodont-based correlation of the middle Devonian in SE Poland and Belarus: preliminary data // Актуал. проблемы геологии Беларуси и смежных территорий: Материалы Международ. науч. конф., посвящ. 90-летию со дня рожд. акад. НАН Беларуси А. С. Махнача. Минск, 2008. С. 188–194.
6. Oxygen isotopic composition of conodont apatite in the equatorial epeiric Belarusian Basin (Eifelian) – relationship to fluctuating seawater salinity and temperature / M. Narkewicz, K. Narkewicz, E. Krzemińska, S. Kruczek // Palaios. 2017. Vol. 32. P. 439–447.
7. Plax D. P., Zaika Yu. V. On the Sargaevo deposits (Frasnian, Upper Devonian) of the Latvian Saddle outcropping within the Saryanka river basin (Belarus) // Літасфера. 2018. № 2(49). С. 54–82.
8. Strelchenko T. V., Kruczek S. A. Lower Famennian Conodont-Based Stratigraphy of the Pripyat Trough // Stratigraphy and Geol. Correlation. 2013. Vol. 21. N 2. P. 150–170.

УДК 551.336(476)

## ФАЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ПАЛЕОГЕНОВОЙ СЕДИМЕНТАЦИИ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ

Л. И. Мурашко

Белорусский государственный университет, факультет географии и геоинформатики,  
пр. Независимости 4, 220030 Минск, Республика Беларусь; laris@tut.by

В 2019 г. на кафедре региональной геологии факультета географии и геоинформатики БГУ завершили пятилетние научные исследования по теме «Геология кайнозойской эратемы Беларуси: строение, условия формирования и рациональное недропользование». Главная их особенность – комплексный подход, при котором, учитывая научный потенциал кафедры, использованы методы литологии и геохимии, палеонтологии и стратиграфии, геофизики, фациального анализа и геологии полезных ископаемых. Совокупность перечисленных методов позволила реконструировать фациальные условия различных этапов кайнозойской, в том числе и палеогеновой седиментации на территории республики. Палеогеновая система представляет особый интерес, поскольку содержит разнообразные полезные ископаемые. Кроме того, в ней отражены переломные события геологической истории региона: