

Выставка «КОНОДОНТЫ» в Музее земледедения МГУ имени М.В. Ломоносова. К 165-летию открытия группы



Новая выставка «Конodontы» экспонируется на 26 этаже Музея земледедения МГУ, в секторе минерогения и истории Земли.

Конодонты – это группа вымерших морских животных, широко распространенных на протяжении всего палеозоя и триаса. Конодонты были совершенно обычны в древних фаунах, они существовали практически во всех морских бассейнах того времени. Это стратиграфически важная группа, ее изучение облегчает поиск полезных ископаемых, особенно горючих. Кроме того, именно у конодонтов впервые в эволюции позвоночных появились скелетные элементы, а значит, они могут пролить свет на закономерности развития позвоночных в целом, и на историю человечества – в частности.

Микроскопические палеонтологические остатки редко представлены в музеях в натуральную величину, что связано со сложностью экспонирования таких объектов. Скелетные остатки конодонтов (т.н. конодонтовые элементы), как объект изучения микропалеонтологии, не являются исключением.

Новая выставка музея землеведения МГУ имени М.В. Ломоносова восполняет этот пробел. Она смонтирована по палеонтологическим каменным материалам авторов, а также профессора А.С. Алексеева (Геологический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова), и сопровождается краткими, но наиболее актуальными сведениями об этих животных.

Для посетителей музея наглядно продемонстрированы общая характеристика конодонтов как группы организмов, особенности строения конодонтовых элементов и

конодонтовых аппаратов, рассмотрены типы питания конодонтов, биостратиграфические, систематические и эволюционные аспекты, также затронуты вопросы палеобиологии этих животных. Показаны возможности конодонтового анализа при палеоэкологических и нефтегазовых исследованиях, приведена краткая история изучения группы.

Выставка ориентирована на широкий круг посетителей, в первую очередь, студентов и преподавателей естественно-научных направлений, а также, может быть использована при проведении занятий для школьников и учителей в рамках школьных уроков естественно-научного профиля.

ВЫСТАВКА «КОНОДОНТЫ»

(К 165-ЛЕТИЮ ОТКРЫТИЯ ГРУППЫ)

Конодонты – это группа вымерших морских животных, широко распространенных на протяжении всего палеозоя и триаса.

Значимость изучения конодонтов связана с их применением в микропалеонтологических, биостратиграфических, систематических, палеоэкологических, палеобиологических, палеогеографических, палеотектонических, тафономических, нефтегазовых исследованиях, а также при онтогенетических, филогенетических и морфофункциональных построениях. С изучением конодонтов связаны вопросы происхождения минерализованного скелета первых позвоночных.

*авторы: Кирилишина Е.М., Назарова В.М. *, Кононова Л.И. *, 2022*
** (кафедра палеонтологии, Геологический факультет МГУ*



Конодонты обладали удлинённым двустороннесимметричным телом с вертикальным хвостовым плавником и хорошо выраженными глазами.

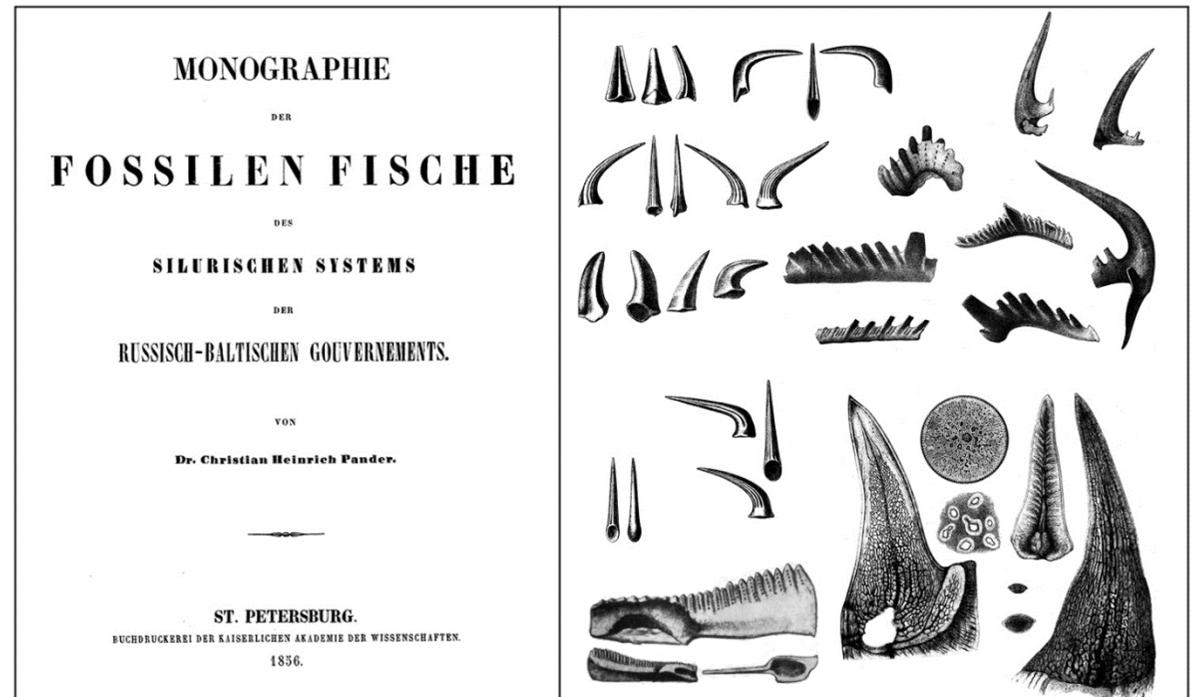
Реконструкция Н.Г. Зверькова



**Христиан Иванович Пандер
(1794-1865)**

**Работа Христиана Пандера по
силурийским рыбам 1856 г., в
которой он впервые описал
конодонтов**

Конодонты впервые были обнаружены российским палеонтологом **Христианом Ивановичем Пандером** в 1856 г. в ордовикских отложениях Прибалтики и в каменноугольных отложениях территории г. Москвы. Х.И. Пандер выделил и описал 14 родов конодонтов, большая часть названий которых используется палеонтологами до настоящего времени.



Положение конодонтов в системе организмов

О предполагаемом внешнем виде этих животных можно судить по находкам отпечатков мягкого тела, которые редко встречаются в ископаемом состоянии.

К настоящему времени известно 13 отпечатков мягкого тела конодонтов из нескольких стратиграфических уровней разных регионов.



Отпечаток мягкого тела конодонта (карбон, Шотландия)

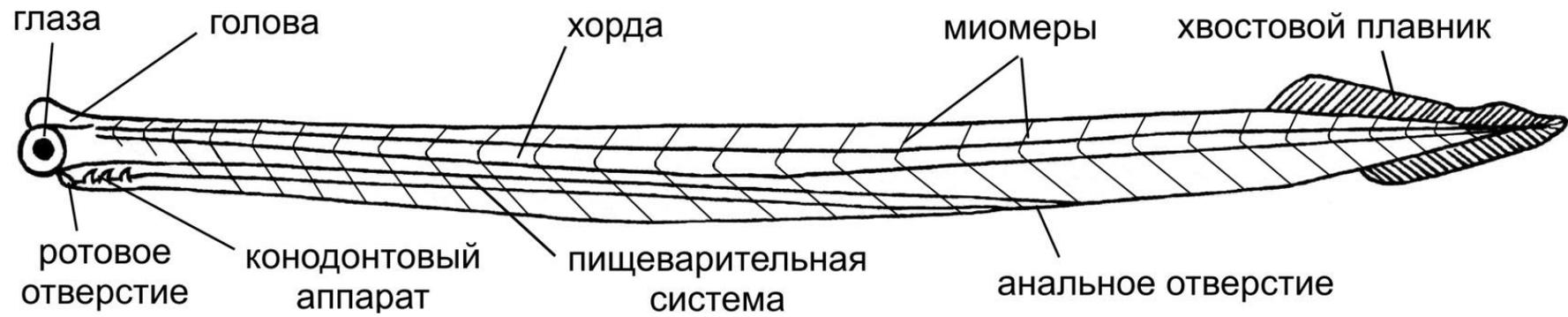
У конодонтов наблюдается общность анатомического строения с позвоночными животными. Более точное систематическое положение конодонтов пока дискуссионно.

Тип Хордовые. Chordata

(билатеральная симметрия, метамерия, хорда)

Подтип Позвоночные. Vertebrata

(глаза, асимметричный плавник, фосфатная биоминерализация)



Строение конодонта

В ископаемом состоянии обычно сохраняются микроскопические зубообразные **конодонтовые элементы** из фосфата кальция с минеральными и органическими примесями: $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH},\text{F})$ (Назарова, Зайцева, 2018). Твердость по шкале Мооса – 5, плотность 2,84 – 3,10 г/см³.

Конодонтовые элементы различаются по форме (простые и сложные (рамуформные и пектиниформные)).

Конодонтовые элементы разных морфологических типов (простые конические элементы, рамуформные стержневидные элементы, рамуформный М-элемент, пектиниформные элементы – Рв-элемент и платформенные Ра-элементы). Некоторые роды и виды были описаны еще Х.И. Пандером. Здесь же показано разнообразие индексов окраски конодонтовых элементов (ИОК).

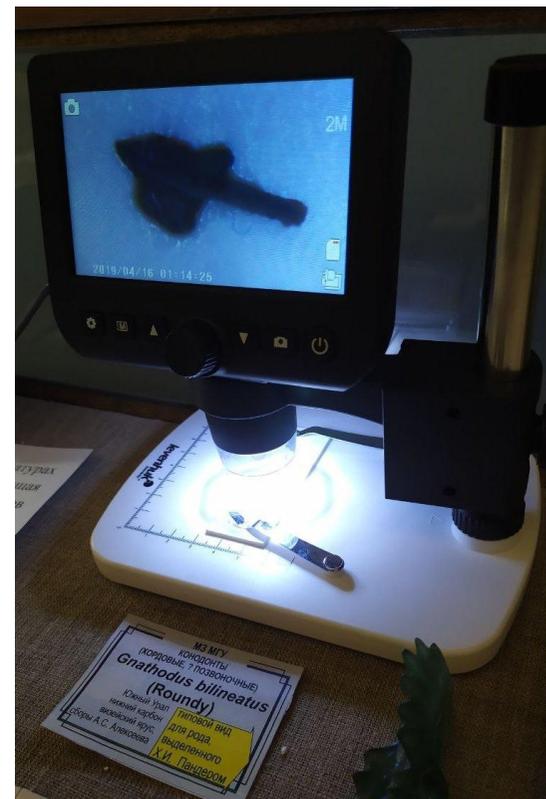


Наиболее быстро эволюционировали **платформенные элементы** (из группы пектиниформных). Поэтому именно такие элементы активно используются при стратиграфических построениях.

Пектиниформный платформенный Ра-элемент *Gnathodus bilineatus* (Roundy, 1926); **ИОК 4-5** (Нижний карбон, визейский ярус; Свердловская обл., Южный Урал; сборы А.С. Алексеева; типовой вид для рода Х.И. Пандера).



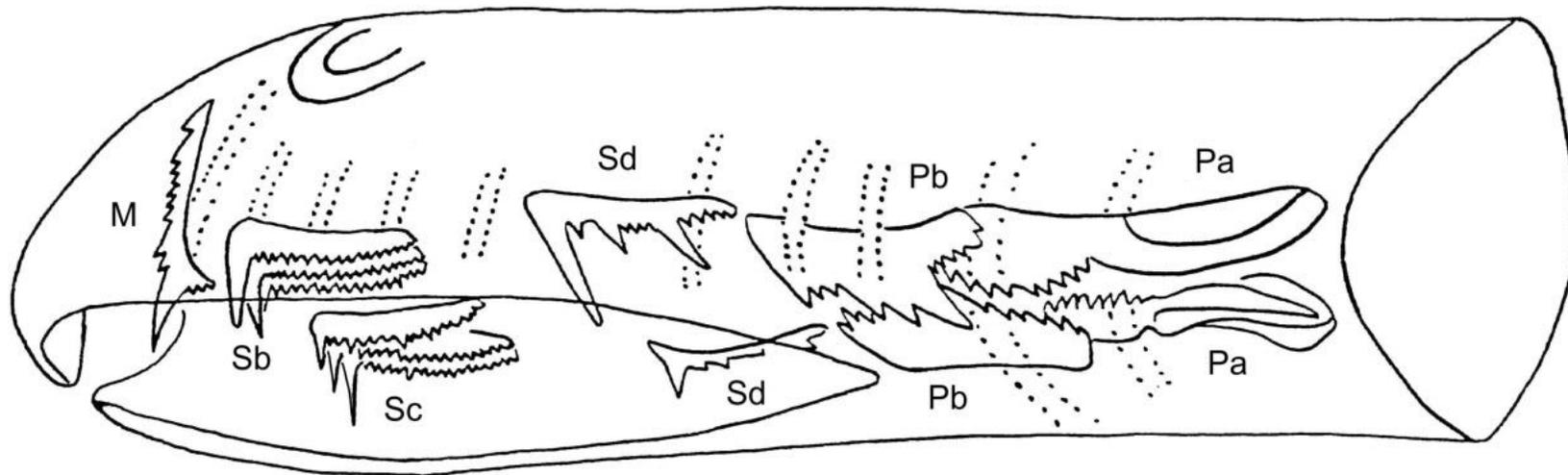
Для лучшего восприятия и наглядности в обучающих целях удобно использовать 3d-модели конодонтовых элементов



Пектиниформный платформенный Ра-элемент *Siphonodella quadruplicata* (Branson et Mehl, 1934), **3d-модель**, пластик, увел. x100, изготовлено А.В. Журавлевым и А.Н. Плотицыным (Сыктывкар).

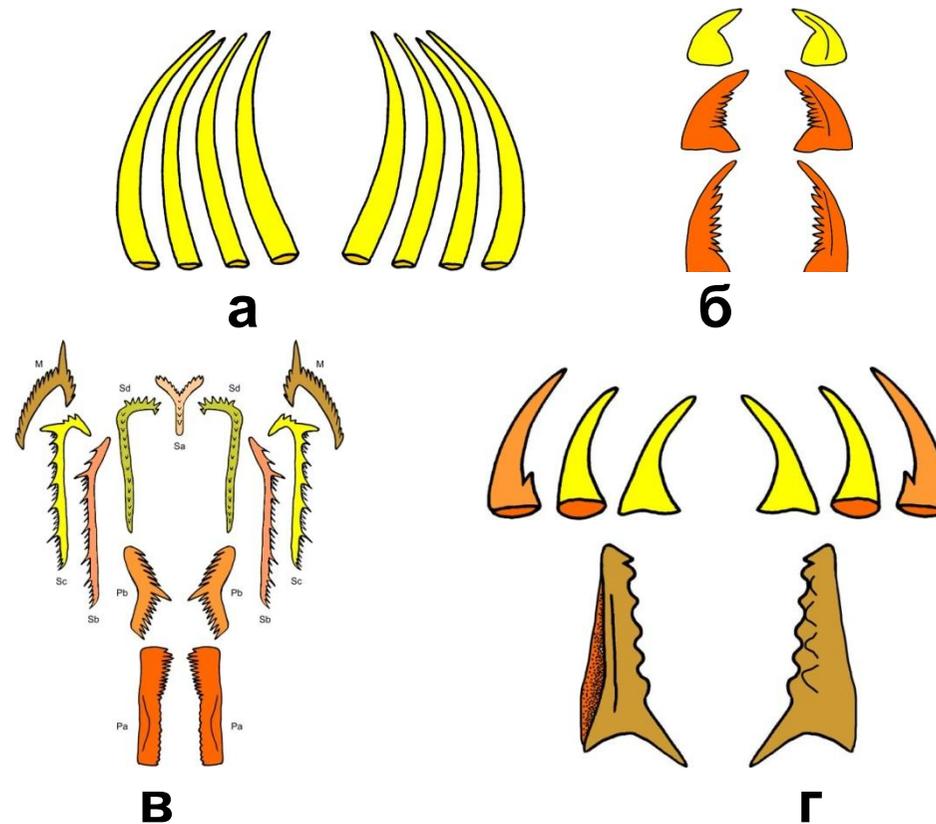
В начале пищеварительной системы животного находился **конодонтовый аппарат**, состоявший из разных **конодонтовых элементов** и служивший для добывания и первичной переработки пищи.

Конодонтовые аппараты различают по набору элементов и функциям (захват, сортировка, измельчение, разрезание, перетирание и т.д.). В настоящее время предложены разнообразные модели расположения конодонтовых элементов в ротовой полости, согласно которым, конодонтовый аппарат состоял из морфологически разных парных и непарных элементов.



Реконструкция головного отдела конодонта (по Nicoll, 1984): положение конодонтовых элементов вдоль пищевого желобка (вид сбоку).

Разные конодонтовые аппараты соответствовали разным типам питания конодонтов (хищники-макрофаги, специализированные макрофаги, микрофаги). Представители разных родов и видов имели различные типы питания.



Типы конодонтовых аппаратов:
а – одночленные (из простых конических элементов);
б-г – многочленные (разных типов строения)

Конодонты были морскими пелагическими стеногалинными животными. Форма тела конодонтов и его строение (глаза, миомеры, спино-хвостовой плавник) указывают на активный, nektonный образ жизни.



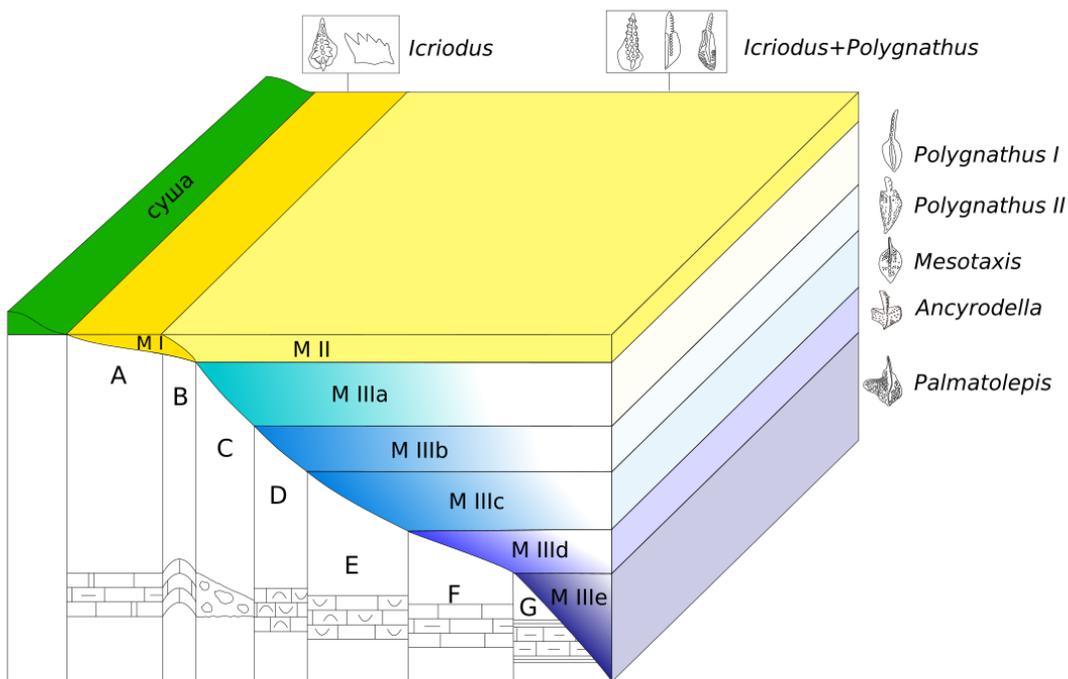
Конодонты в сообществе девонского мелководного моря

Современный экологический аналог конодонтов – **хетогнаты**. Они сходны размерами, формой тела и частично его строением. Хетогнаты являются нормально-морским пелагическим nekтоном и стратифицированы по глубине. Некоторые придонные конодонты, по-видимому, могли вести зарывающийся образ жизни. Современный экологический аналог таких форм – **ланцетники**.



Возможные современные экологические аналоги конодонтов

Замечена приуроченность разных родов и видов к разным глубинам. Приповерхностные виды встречаются и в мелководных, и в глубоководных отложениях, а глубоководные – только в глубоководных осадках.



Для многих промежутков геологического времени выделяют **конодонтовые биофации** - одновозрастные ассоциации конодонтов с преобладанием определенных родов и/или видов.

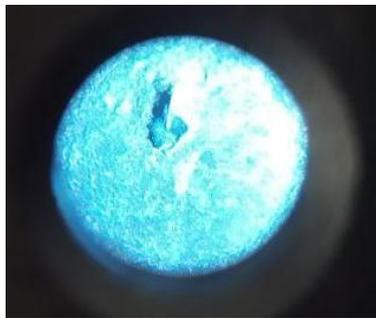
Модель формирования конодонтовых биофаций (Назарова и др., 2022 в печати).

Методика изучения и выделения конодонтов из горной породы

Обычно конодонтовые элементы извлекают из породы путем ее химической дезинтеграции в слабых кислотах и/или щелочах и дальнейшего отбора из полученного порошка. В небольшом кусочке породы возможно содержание большого количества конодонтовых элементов.



Образец керна из скважины, содержащий конодонтовые элементы



В редких случаях конодонтовые элементы можно обнаружить на поверхностях напластования осадочных пород.

Пектиниформный платформенный конодонтовый элемент р. *Palmatolepis* sp. на поверхности кремнистых сланцев (Пай-Хой, р. Кара, обн. 32, обр. 223К, верхний девон, из коллекции А.А. Беляева).

Возможности конодонтового анализа

При больших температурах органическая составляющая конодонтовых элементов обугливается, постепенно изменяя окраску элемента. Благодаря этой особенности, возможно прогнозирование содержания нефти и газа в исследуемых отложениях.

ИОК	цвет элементов	температура, С	тип скопления
1		<50-80	газ
2		60-140	нефть
3		110-200	газ и газоконденсат
4		190-300	
5		300-480	
6		360-550	-

Изменение индекса окраски конодонтовых элементов (ИОК) в зависимости от интенсивности температурного прогрева вмещающих толщ (по Epshtein et al., 1977)

Конодонты являются **стратиграфически важной** группой фауны палеозоя и триаса благодаря быстрой изменчивости морфологии платформенных

ярус	Ziegler, Sandberg, 1984; 1990	Ziegler, 1962; Ziegler, Klapper, 1982
франкский	praesulcata	Protognathodus
	expansa	costatus
	postera	styriacus
	trachytera	velifer
	marginifera	marginifera
	rhomboidea	rhomboidea
	crepida	crepida
	triangularis	triangularis
франкский	linguiformis	gigas
	rhenana	
	jamieae	Ancyrognathus triangularis
	hassl	
	punctata	asymmetricus
	transilans	
falsiovalis		
жи-вет.		hermanni-cristatus

элементов. Большая часть зональных подразделений стратиграфической шкалы по конодонтам выделена на **филогенетической (эволюционной) основе** по смене видов одного рода.

Филогенетическая схема развития р. Palmatolepis в позднем девоне. Зональные виды отмечены кружками (по Helms, 1963).

До находок отпечатков мягкого тела конодонтов их относили к самым разным группам организмов. Теперь понятно, что это сходство обусловлено функциональными особенностями.



Скелетные элементы некоторых групп современных и древних организмов, внешне похожие на конодонтовые элементы



Микроскопические фрагменты скелета некоторых групп современных и древних

организмов (внешне похожие на конодонтовые элементы)



В 1967 г. было организовано **Пандеровское общество (Pander Society)**, которое объединяет конодонтологов всего мира и регулярно проводит научные конференции, а за достижения в изучении конодонтов может присуждать медаль им. Х.И. Пандера.

Эмблема конодонтового международного научного сообщества
Pander society