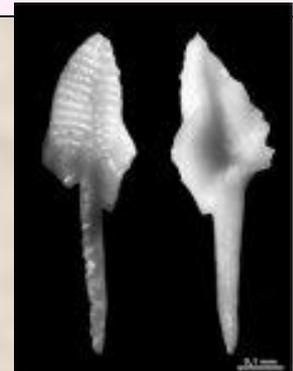
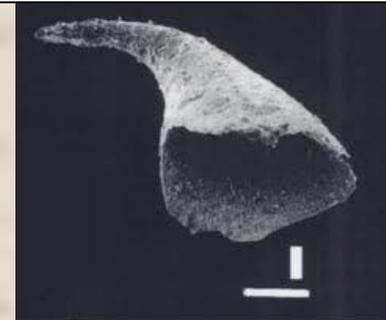
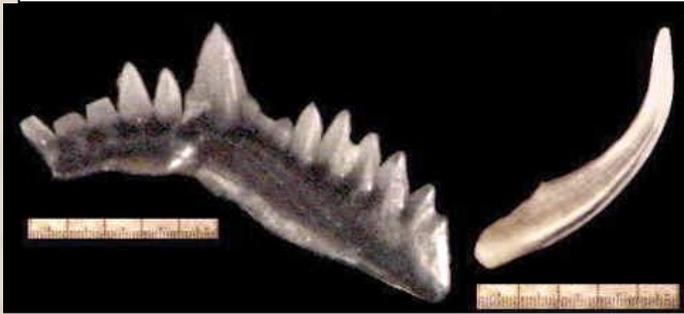




Тип Хордовые
Класс **CONODONTA**
КОНОДОНТЫ



Билатерально-симметричные мягкотелые подвижные животные червеобразной формы. В ротовой части располагался аппарат для добывания, сортировки и переработки пищи. Скелет ротового аппарата представлен **фосфатными зубовидными элементами. Встречаются в породах, начиная со **среднего кембрия** и кончая **триасом**.**



Examples of compound (left) and coniform (right) conodont elements. Scale bar is 0.5 mm

Эти зубовидные образования ранее назывались конодонтами, теперь - **конодонтовыми элементами** или короче - **элементами**. Сами животные называются **конодонтоносителями**, короче - конодонтами.

Зубной аппарат это комплект элементов индивидуума

Характеристика
КОНОДОНТОВЫХ
ЭЛЕМЕНТОВ:

- Мелкие зубоподобные элементы
- Состоят из карбонат-фтор апатита



- Устойчивы к диагенетической перекристаллизации
- Важные индекс-фоссилии
 - Средний кембрий - триас
 - Ранние позвоночные

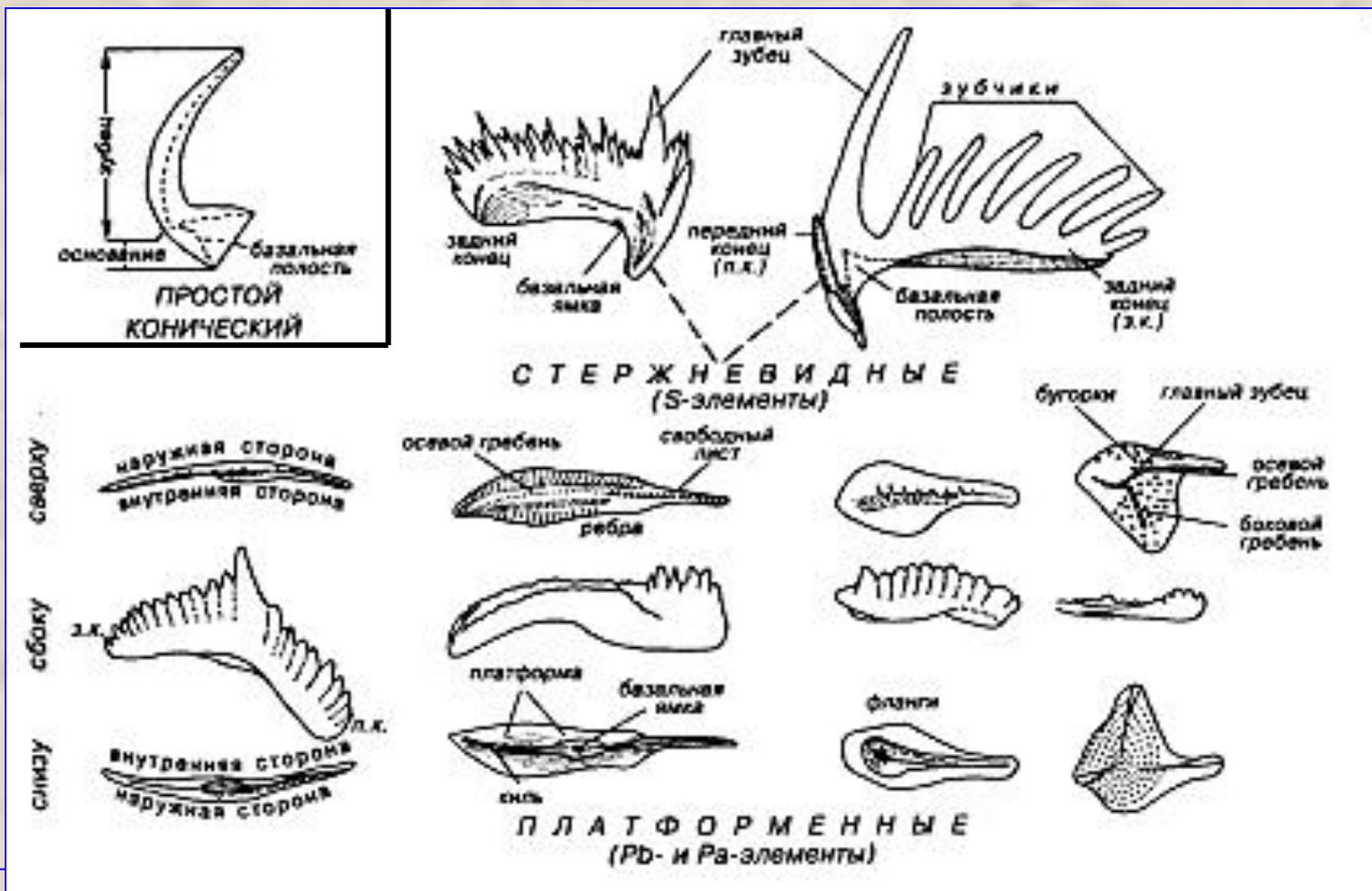


(www.le.ac.uk/geology/map2/abstractsetc/cavhet.html)



(www.le.ac.uk/geology/map2/cavhet.html)

Типы конодонтовых элементов.

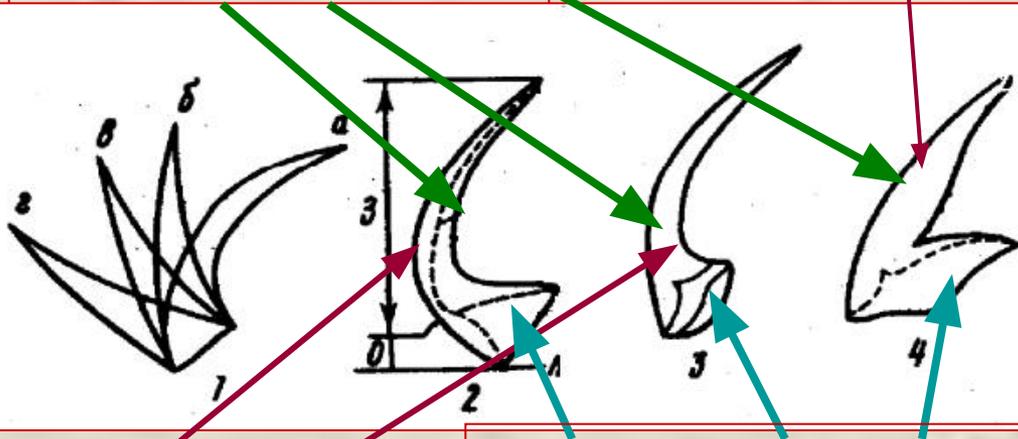


По строению элементы разделяются на **простые и сложные**.
 Сложные в свою очередь подразделяются на **стержневые, листовидные и платформенные**

Простые конодонтовые элементы

Собственно зубец

геникулятн^{ый}



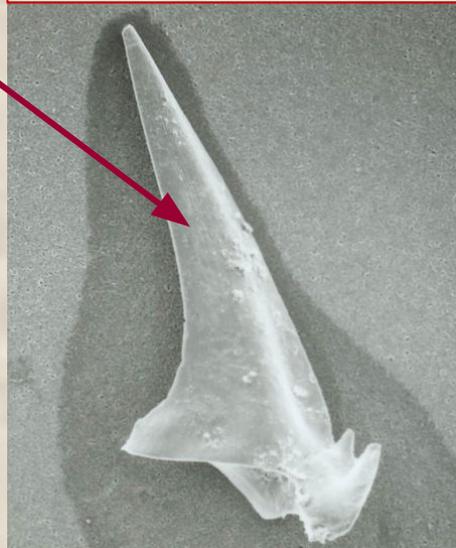
Имеют роговидную форму; элемент состоит из собственно зубца и основания с базальной полостью.

Выделяют:

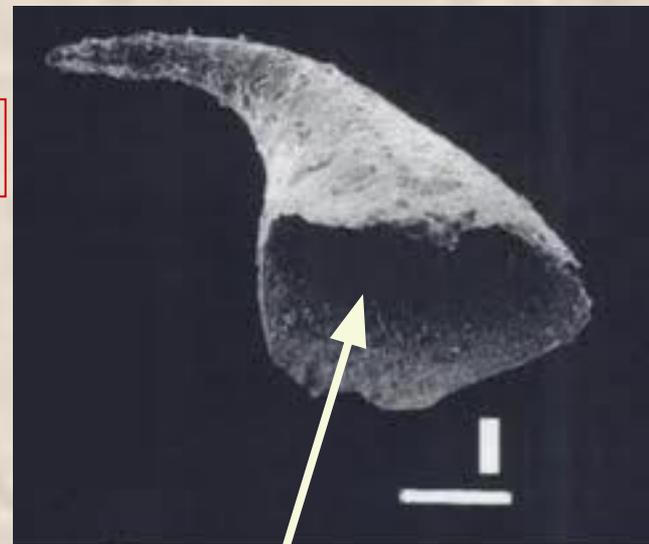
- 1) **геникулятные** элементы с острым углом между основанием и зубцом
- 2) **негеникулятные** – задняя сторона изогнутая без углов

негеникулятн^{ый}

Основание с базальной полостью



Простые негеникулятные элементы

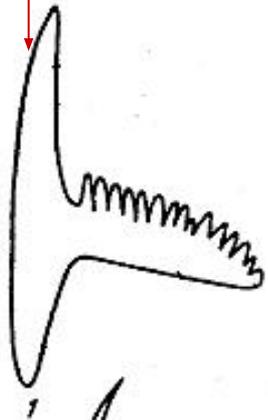


Базальная полость

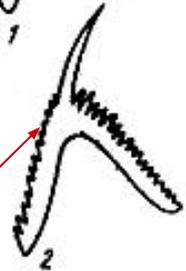


Стержневые конодонтные элементы

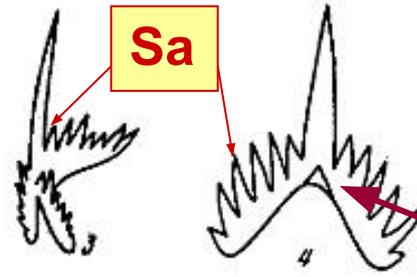
M



Sd



Sa



Sc



Sb



Представляют собой относительно узкую пластинку с **зубчатым краем**. Самый большой зубец называется **главным** и наклонен назад. Под его основанием расположена **базальная ямка**. Иногда главный зубец бывает не выше остальных, но его можно узнать по положению базальной ямки.

Для обозначения разновидностей стержневых элементов используют латинские буквы: **M** - **киркообразный элемент**, главный зуб которого расположен на переднем конце и продолжается вниз, образуя антизубец. **S** – **элементы стержневидные, пилообразные**, имеют обычно выделяющийся главный зубец и задний, передний и боковые отростки.

Среди элементов **S** выделяют:

Sa – симметричный элемент с двумя или тремя боковыми отростками. **Sb, Sc, Sd**, – асимметричные пилообразные элементы с различно отогнутыми отростками. **Sb** – элемент, состоящий из заднего и бокового отростков, отходящих от главного зубца под тупым или острым углом. **Sc** – элемент, задний и передний отростки слегка отклоняющиеся в сторону. **Sd** - употребляется для сложной разновидности **Sa** – элемента.



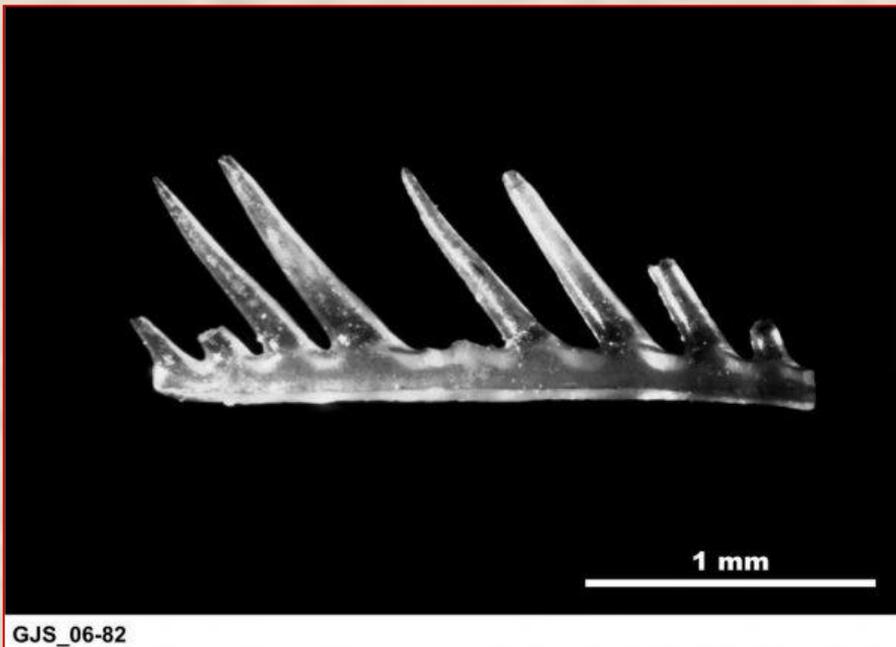
Sa элемент



Обломок Sc элемента



Sb элемент



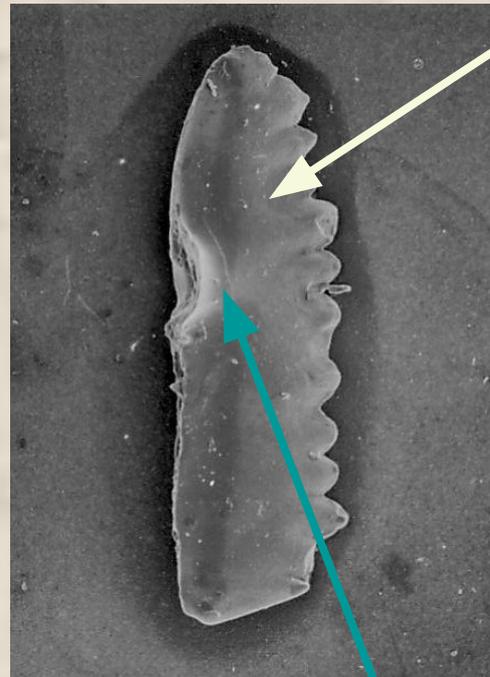
Sa элементЫ

Sb элемент

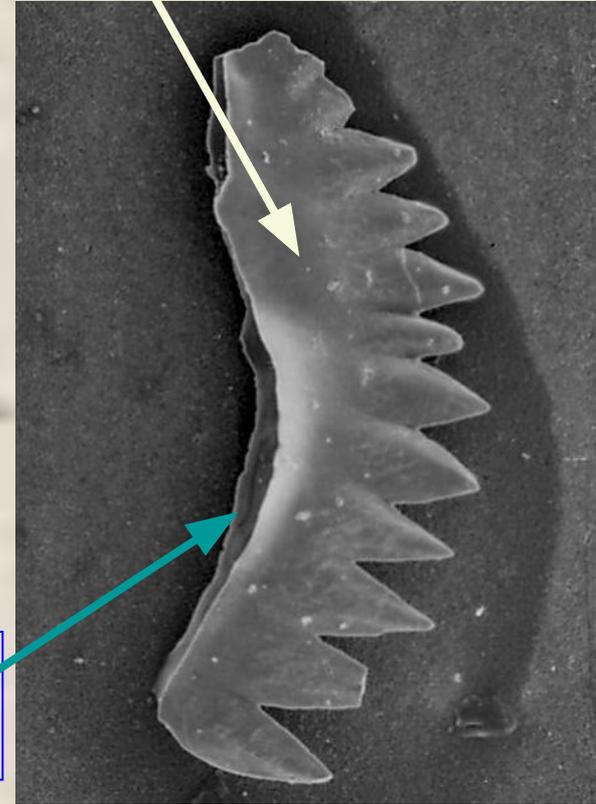


Листовидные конодонтовые элементы

Похожи на стержневые, но в отличие от них обычно имеют **большую высоту нижней незубчатой** части пластинки (лист) по отношению к верхней зубчатой части.



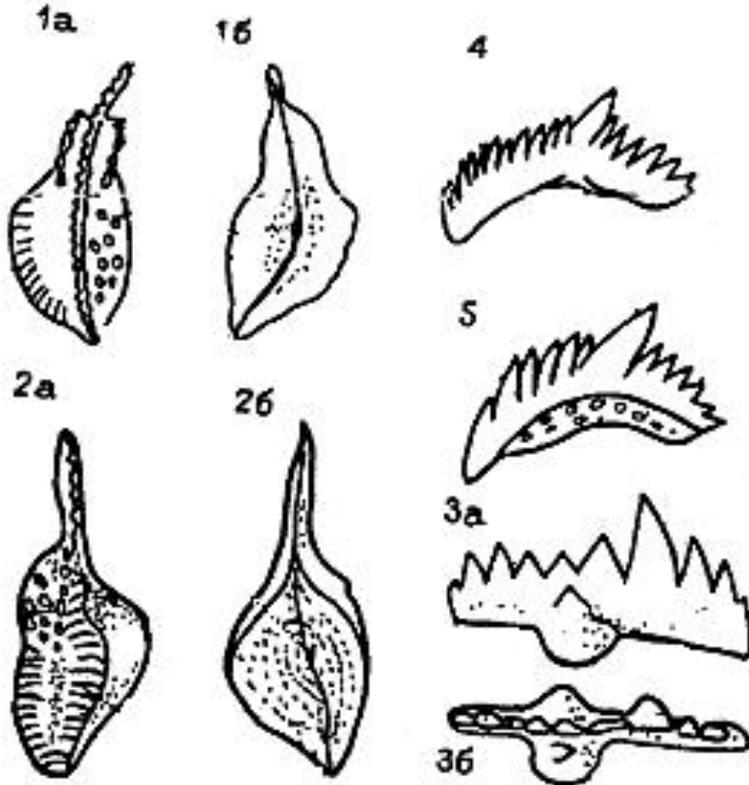
Лист



Базальная ямка
(полость)

Платформенные конодонтные элементы

Имеют расширенное горизонтальное образование - платформу



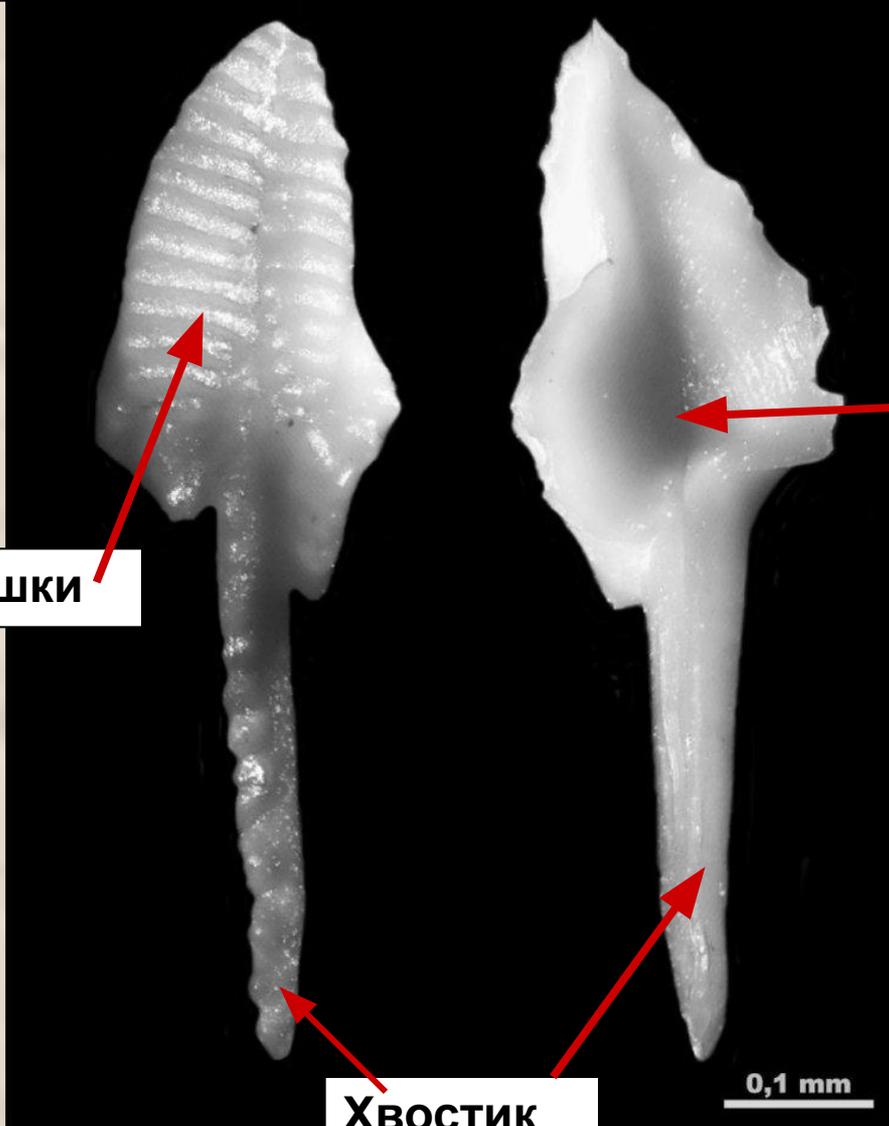
Состоят из двух основных частей: вертикальная часть (**лист**) и горизонтальная часть (**платформа**).

Более выпуклая сторона – **наружная**, а противоположная – **внутренняя**.

На наружной стороне находится приподнятый **осевой гребень (лист)**. Он может выступать на переднем и заднем концах за пределы платформы. Выступающая часть называется **свободный лист (хвостик)**.

Наружная сторона

Внутренняя сторона



ребрышки

Базальная полость

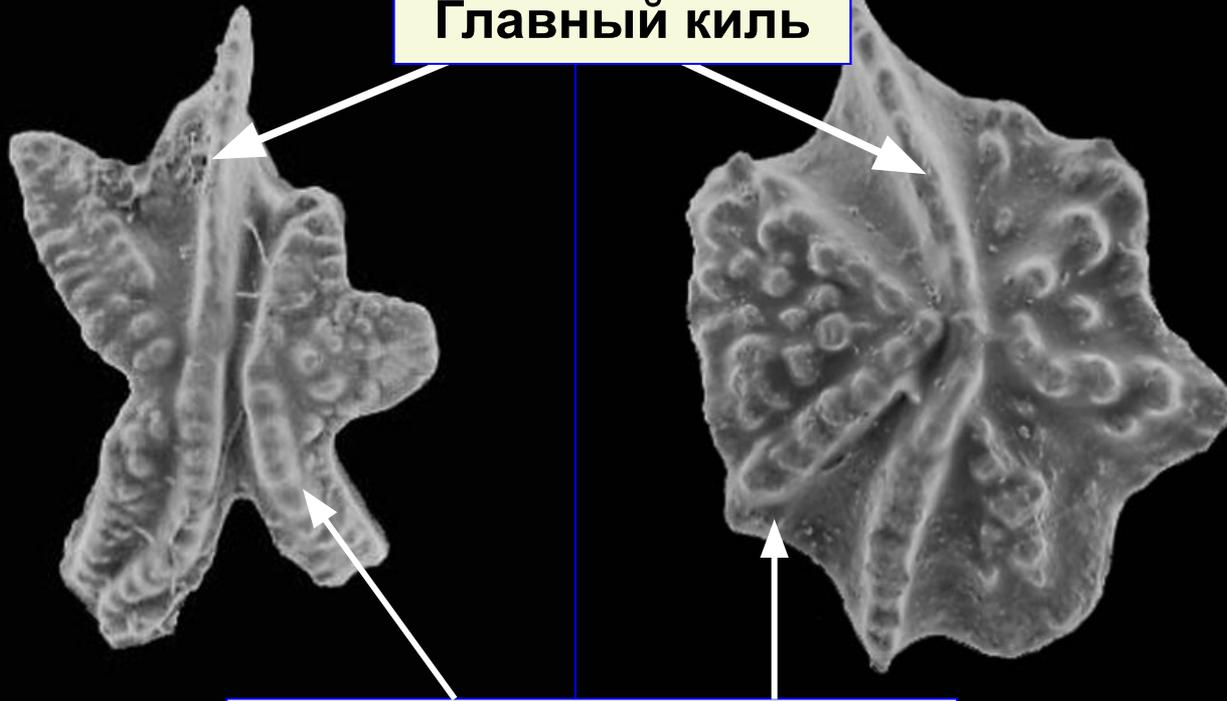
ХВОСТИК

0,1 mm

Платформенные элементы наиболее легко идентифицируются и часто только по ним можно определить название вида

Платформенные
элементы

Главный киль

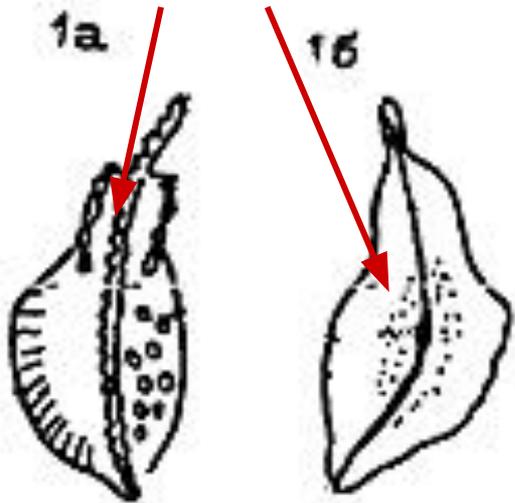


Дополнительные кили

На поверхности элемента часто протягивается крупное ребро (*киль*); изредка имеются еще и *дополнительные кили*.

Для *девонских* платформенных элементов характерны базальная ямка и киль, у *каменноугольных* и *пермских* – кроме базальной ямки и килля появляется широкая базальная полость, а у *триасовых* – киль притупляется.

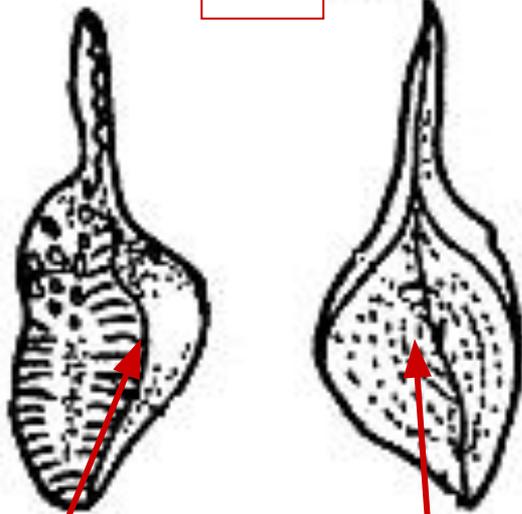
Планатный элемент



2a

Pa

2b



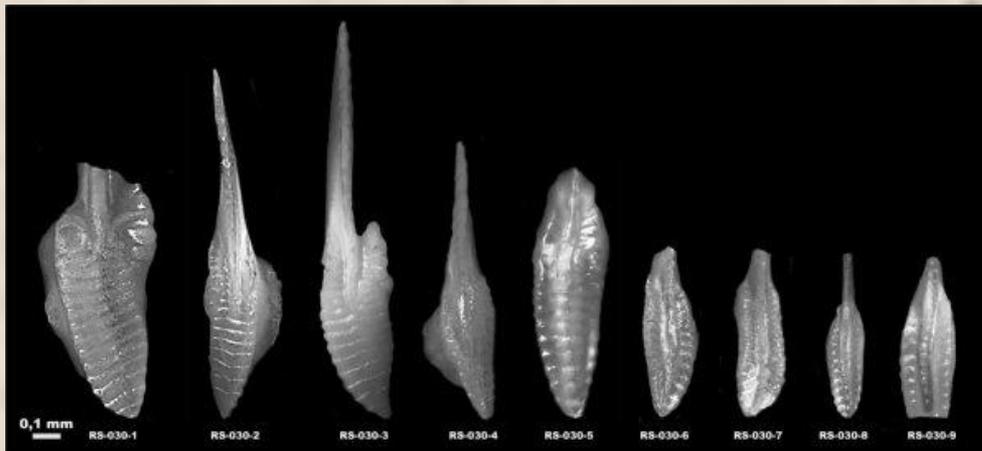
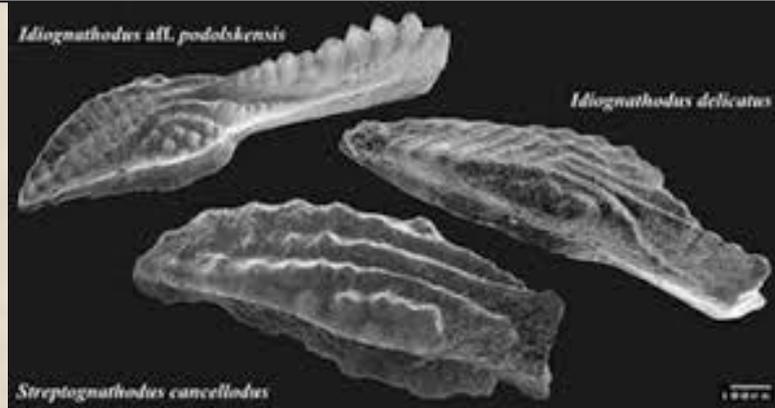
Скафатный элемент

По строению нижней стороны платформенные конодонты подразделяются на **планатные** и **скафатные**. У планатных форм платформа и ее основание плоские, имеется базальная ямка или небольшая базальная полость. У скафатных форм платформа приподнятая, выпуклая, ее основание вогнутое, имеется глубокая базальная полость. Для платформенных конодонтовых элементов используются обозначения **Pa** и **Pb**.

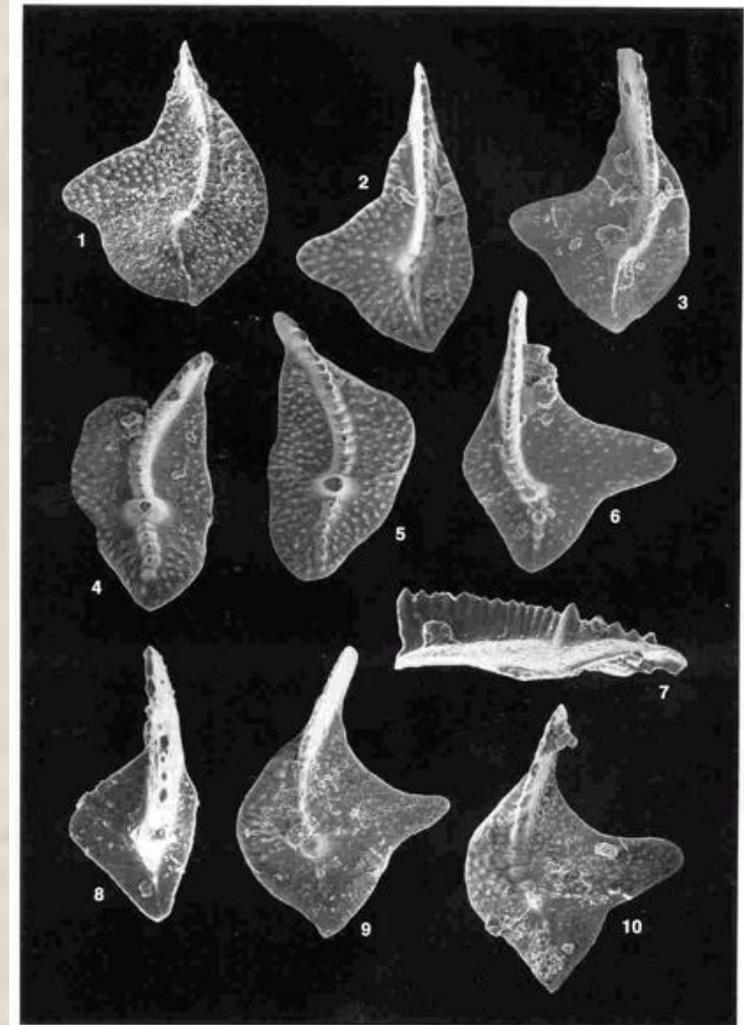
У **Pa** элемента главный зубец обычно не выделяется. Положение этого зубца определяется по месту вершины базальной полости.

Pb элемент может быть листовидным, имеет хорошо развитый главный зубец, расположенный в середине.

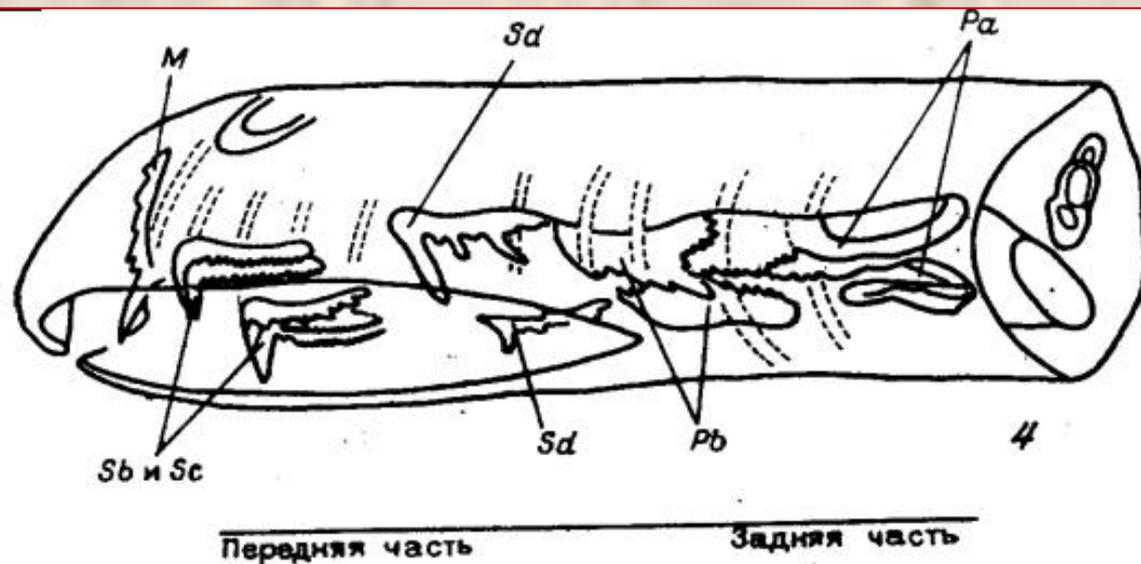
Pa элемент характеризуется обычно низким, не выделяющимся главным зубцом. Положение этого зубца определяется по месту вершины базальной полости.



Pa элементы группы *Idiognathodus*, карбон, гжельский ярус, Подмосковье



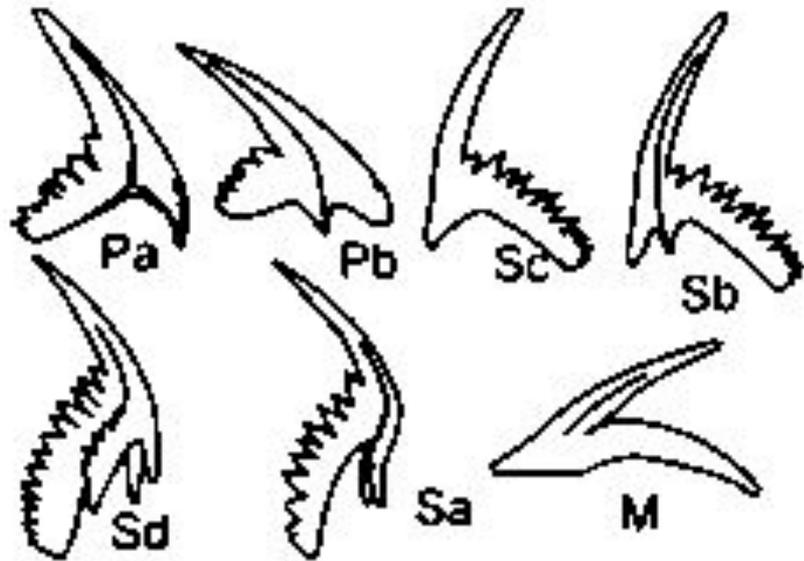
Pa элементы рода *Palmatolepis*. Красавцы!



Реконструкция девонского конодонтового аппарата



В головном отделе животного двусторонне-симметрично располагались стержневые (парные и непарные) и платформенные (только парные) элементы. В передней части концентрировались разнообразные стержневые элементы (**M**, **Sa**, **Sb**, **Sc**, **Sd**) с зубцами, направленными назад. В задней части находились платформенные элементы **Pa** и **Pb**.



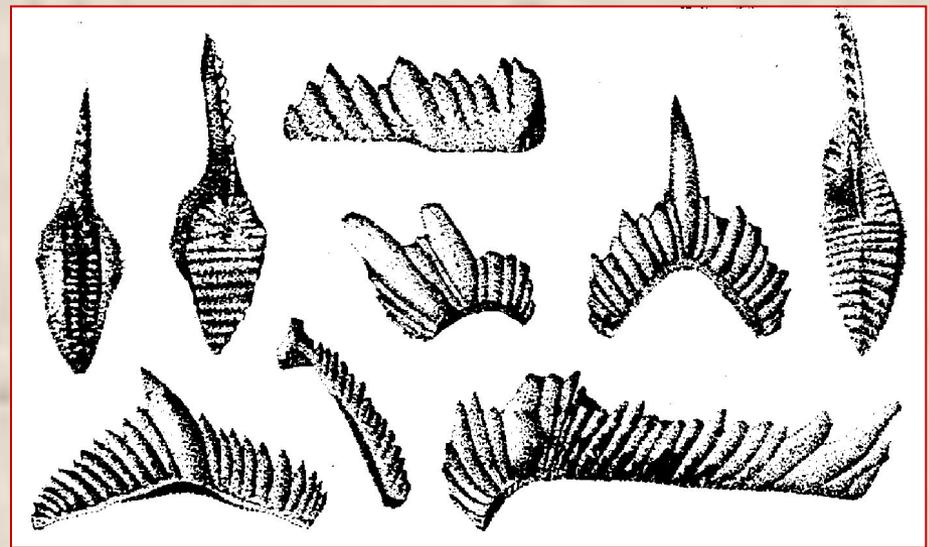
**Конодонтовые элементы
и реконструкция
конодонтового аппарата
ордовикских конодонтов**



Полный набор элементов в конодонтовом аппарате



Реконструкция конодонтового аппарата подкласса **Conodontata**

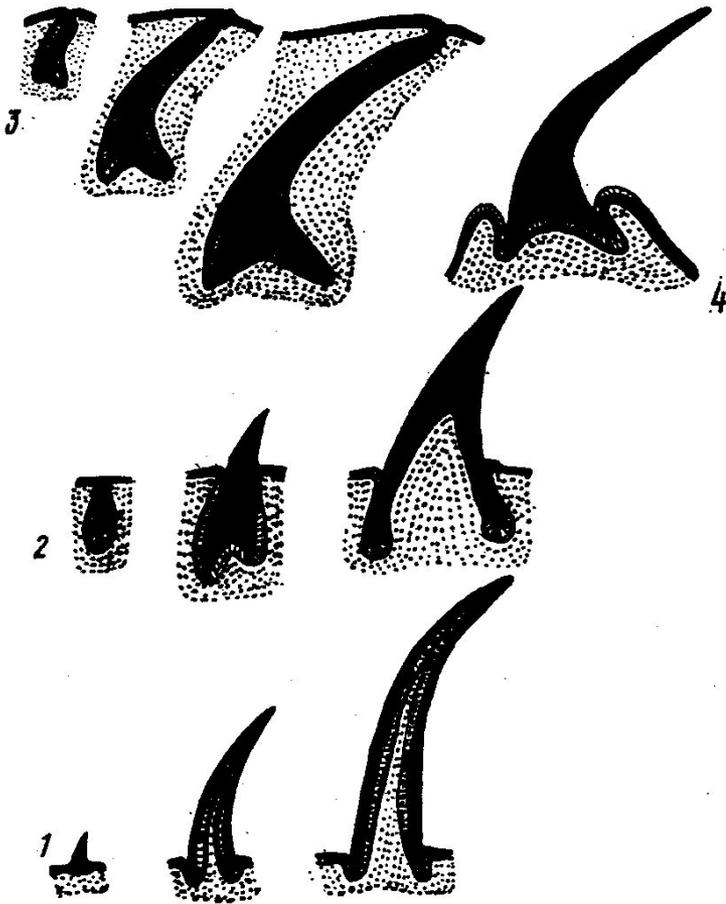


Некоторые элементы подкласса **Conodontata**

У некоторых элементов присутствует узкое нитевидное внутреннее отверстие. Это позволяет предположить, что конодонты использовали **яд** при охоте на добычу

Вещество конодонтовых элементов состоит из концентрически наслаивающихся пластин.

У кембрийских конодонтов (**протоконодонты**) нарастание вещества элементов происходило по краю базальной полости, т.е. элемент нарастал изнутри (**фиг.1**). Предполагается, он сидел на складке эпителия во рту. У более поздних девонских конодонтов (**эуконодонты**) нарастание вещества элементов происходило снаружи, т.е. элемент нарастал с внешней стороны (**фиг.3**). Предполагается, что весь элемент в «нерабочем состоянии» был погружен в мягкую ткань эпителия – прятался в десне. При необходимости он выдвигался наружу (**фиг. 4**). Существует промежуточная (переходная) группа конодонтов, вещество которых нарастало с внутренней и наружной частей (**рис. 2**).



- 1 - Протоконодонты
- 2 - Переходная группа
- 3, 4 - Эуконодонты

Класс *КОНОДОНТЫ CONODONTA*

Подкласс *Паракодонтата Paraconodontata*

Отряд
Distacodontida

Отряд
Panderodontida

Отряд
Paraconodontina

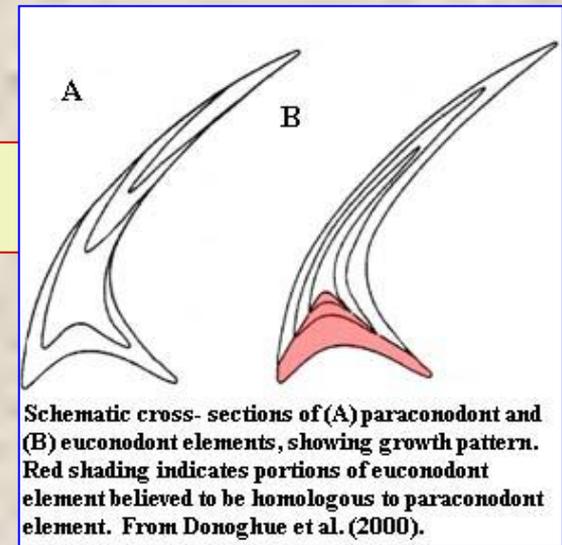
Подкласс *Кодононтата Conodontata*

Отряд
Polygnathida

Отряд Hibbardellida

Отряд
Prioniodontida

Подкласс Paraconodontata



Аппарат состоит из простых *конических зубовидных* элементов с дополнительной орнаментацией, иногда с дополнительными зубчиками на основании. *Кембрий – средний девон.*

Подкласс Paraconodontata

Отр. Paraconodontida

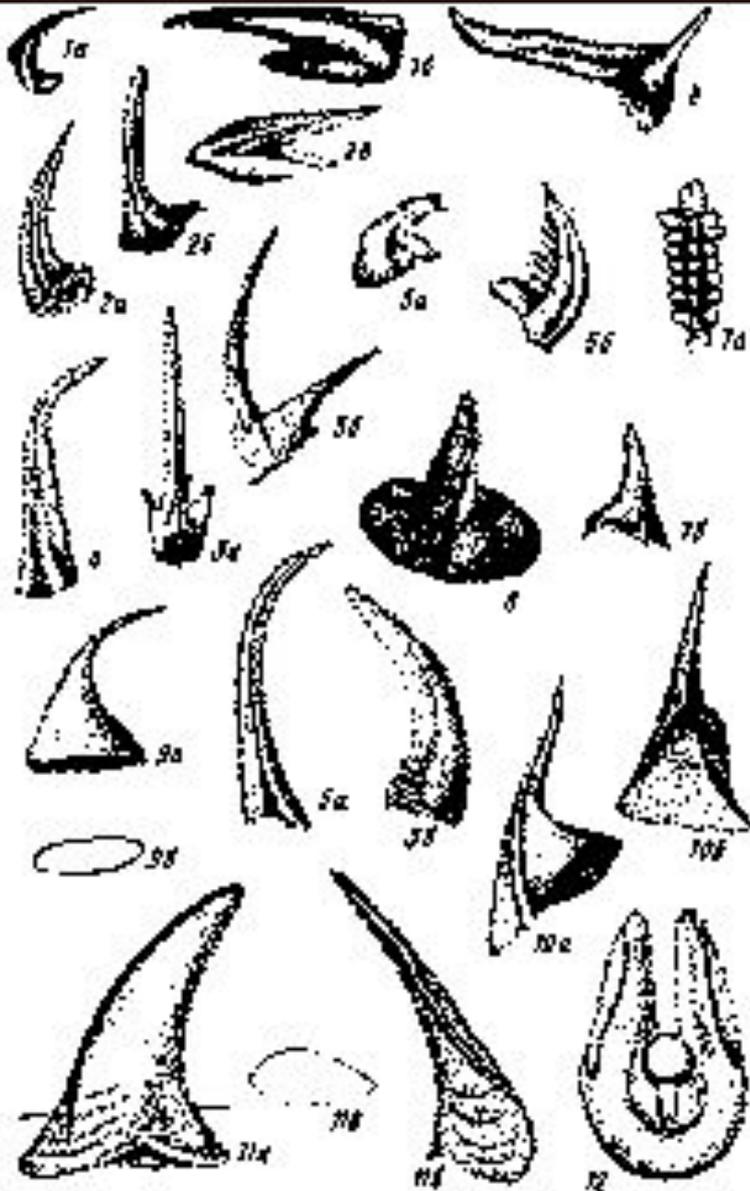
Тип нарастания вещества элементов **протоконодонтовый**. Простые зубовидные элементы имеют глубокую базальную полость (фиг. 8-10, 12)

Отр. Panderodontida

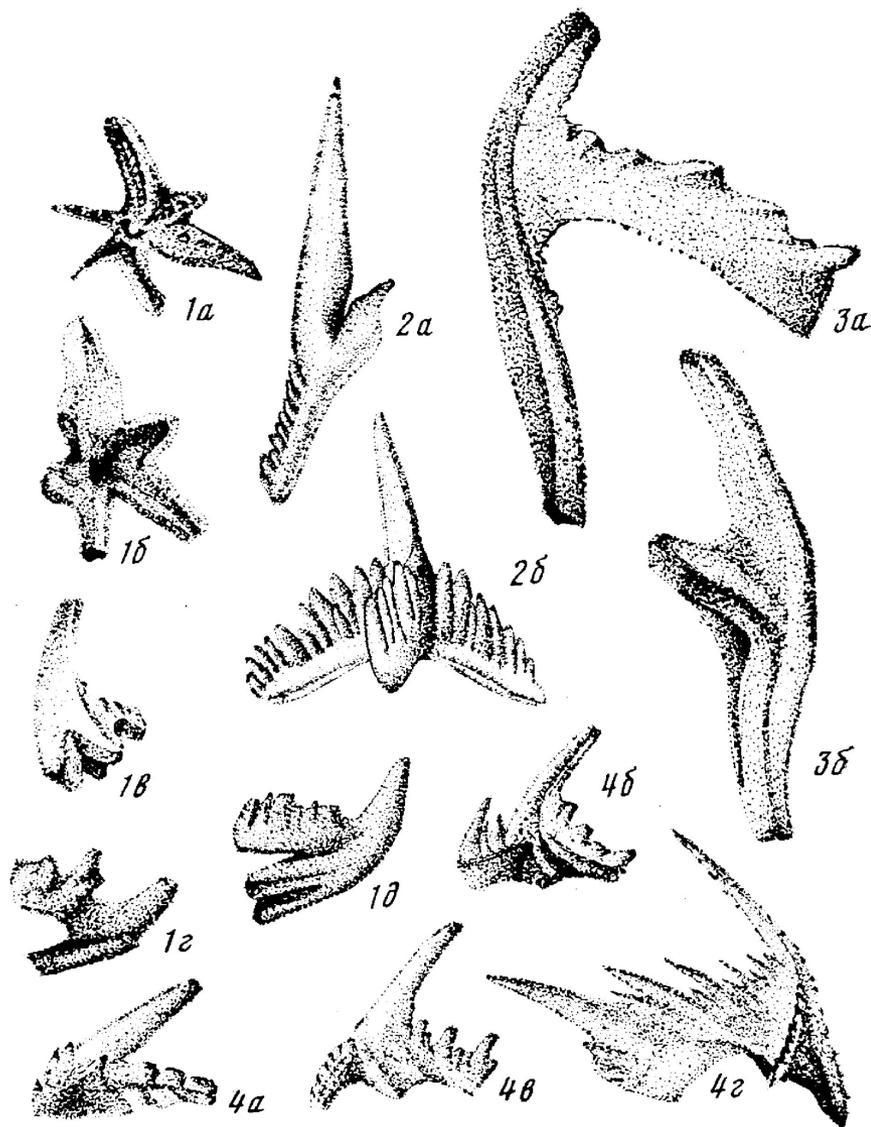
Аппарат состоит из **простых зубовидных** незначительно дифференцированных по форме элементов, имеющих **продольную скульптуру** (фиг. 4-7, 11)

Отр. Distacodontida

Имеет существенно дифференцированные элементы, есть **геникулятные формы** (фиг. 1-3)



Подкласс Conodontata



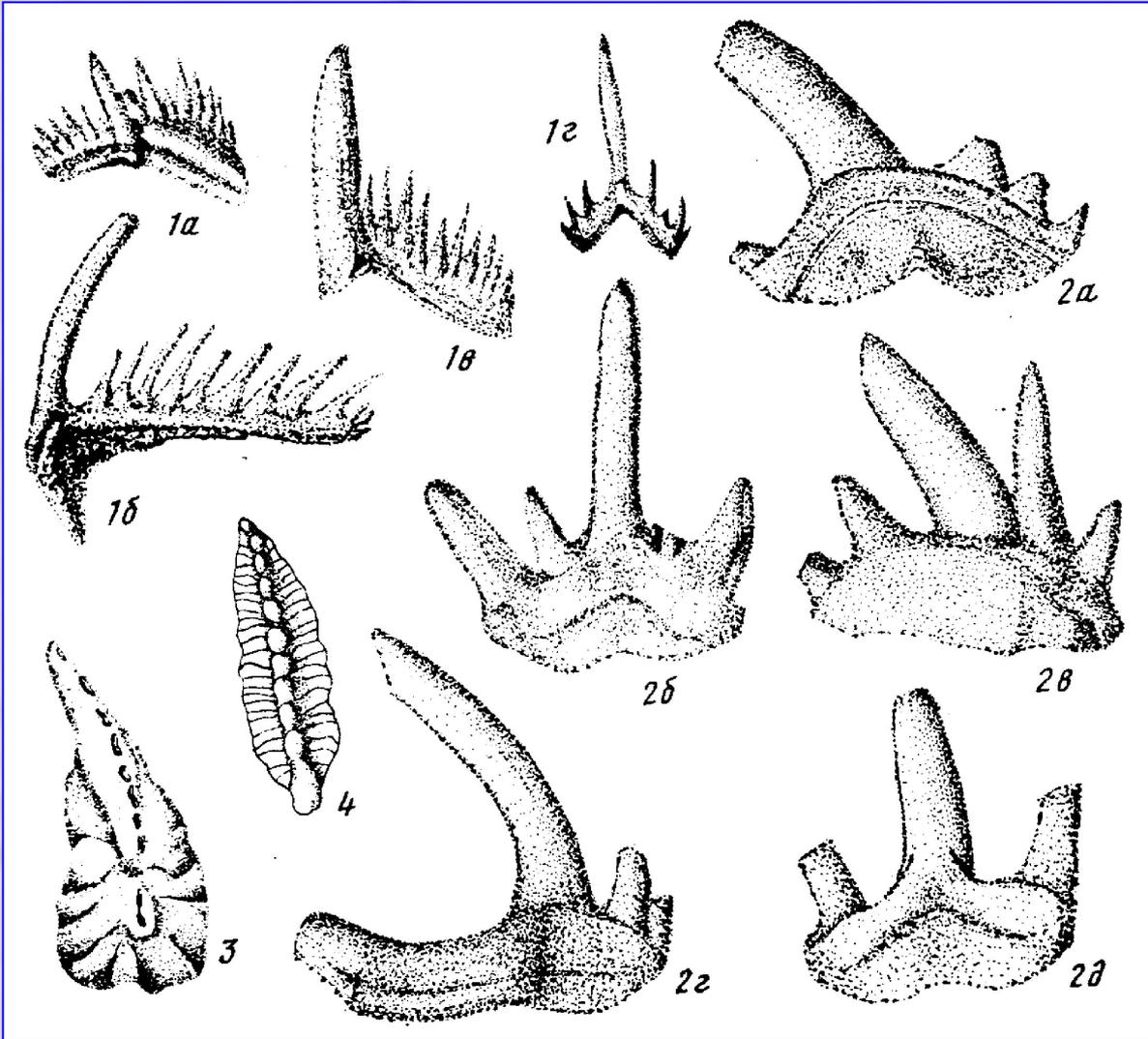
Представители подкласса обладают **сложнодифференцированным аппаратом**, состоящим из **стержневидных, листовидных и платформенных многозубчатых элементов** разнообразной морфологии. **Поздний кембрий – триас.**

Отр. Prioniodontida

Аппарат состоит из разнообразных **стержневых** элементов 3-7 морфологических типов. **Ра** - положение занимают исходно **стержневые элементы** с более чем двумя стержнями, которые при усложнении могут образовывать **платформенные** элементы.

Подкласс Conodontata

Отр. Hibbardellida



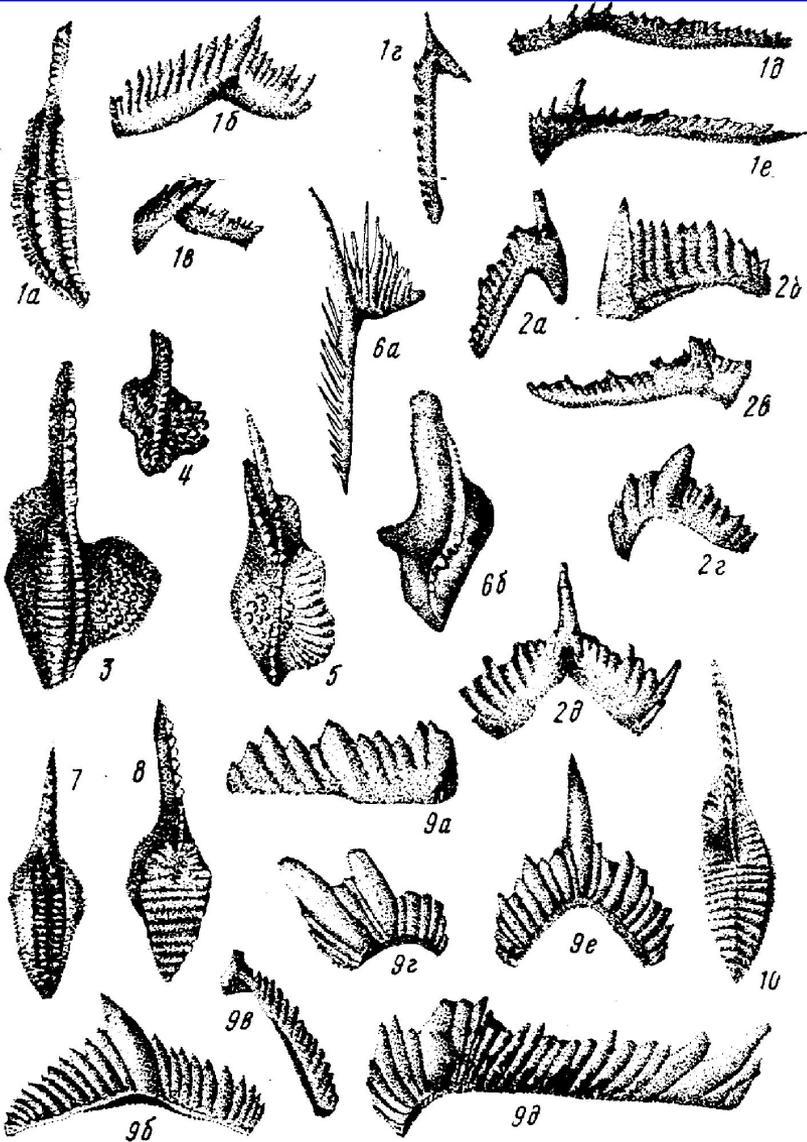
Аппарат состоит из многочисленных разнотипных **стержневых** элементов. Платформенные элементы могут формироваться за счет разных элементов **симметричной серии.**

Подкласс Conodontata

Отряд Polygnathida

Аппарат состоит из многочисленных **листовидных, стержневидных и платформенных** элементов.

Pa - положение занято исходным листовидным элементом с **невыделяющимся главным зубцом**.



Историческое развитие конодонтов

Самые древние находки достоверных конодонтов известны из отложений **среднего и верхнего кембрия**.

Уже в **ордовике** отмечается массовый расцвет конодонтов, и с этого времени их можно использовать для целей стратиграфии. Основные типы ордовикских элементов – **конусовидные простые**. Но в это время уже **появляется** небольшое количество сложных стержнеобразных конодонтов.

В пограничное время **ордовика и силура** не произошло существенных изменений в родовом составе конодонтов – в **силуре** продолжают существовать многие рода, перешедшие из ордовика.

В **девоне** значительно увеличивается многообразие конодонтов. В это время появляется род **Polygnathus** с очень характерными платформенными **Pa** элементами. Представители этого рода становятся **архистратиграфической группой**, т.к. на их основании создана **филогенетическая зональная последовательность** видов для **нижнего и среднего девона**.

В **позднем девоне** продолжается расцвет конодонтов - появляется важный род **Palmatolepis**, на основе которого тоже выделена **филогенетическая зональная последовательность**.

В **карбоне** конодонты менее разнообразны, чем в девоне.

В **перми** наблюдается значительное уменьшение многообразия конодонтов.

В **триасе** существуют только **два рода** конодонтов, которые исчезают в конце периода.

Экология конодонтов

Конодонты (конодонтоносители) были **морскими свободно плавающими пелагическими животными**. Систематический состав конодонтовых комплексов **не был связан** непосредственно с донными осадками.

Среди конодонтов существовали **эпипелагические и мезопелагические** формы, которые жили на разной глубине. Значительное количество конодонтов обитало на **мелководье** в условиях изменчивого гидрологического режима – активного движения воды, перемены солёности и т. п.

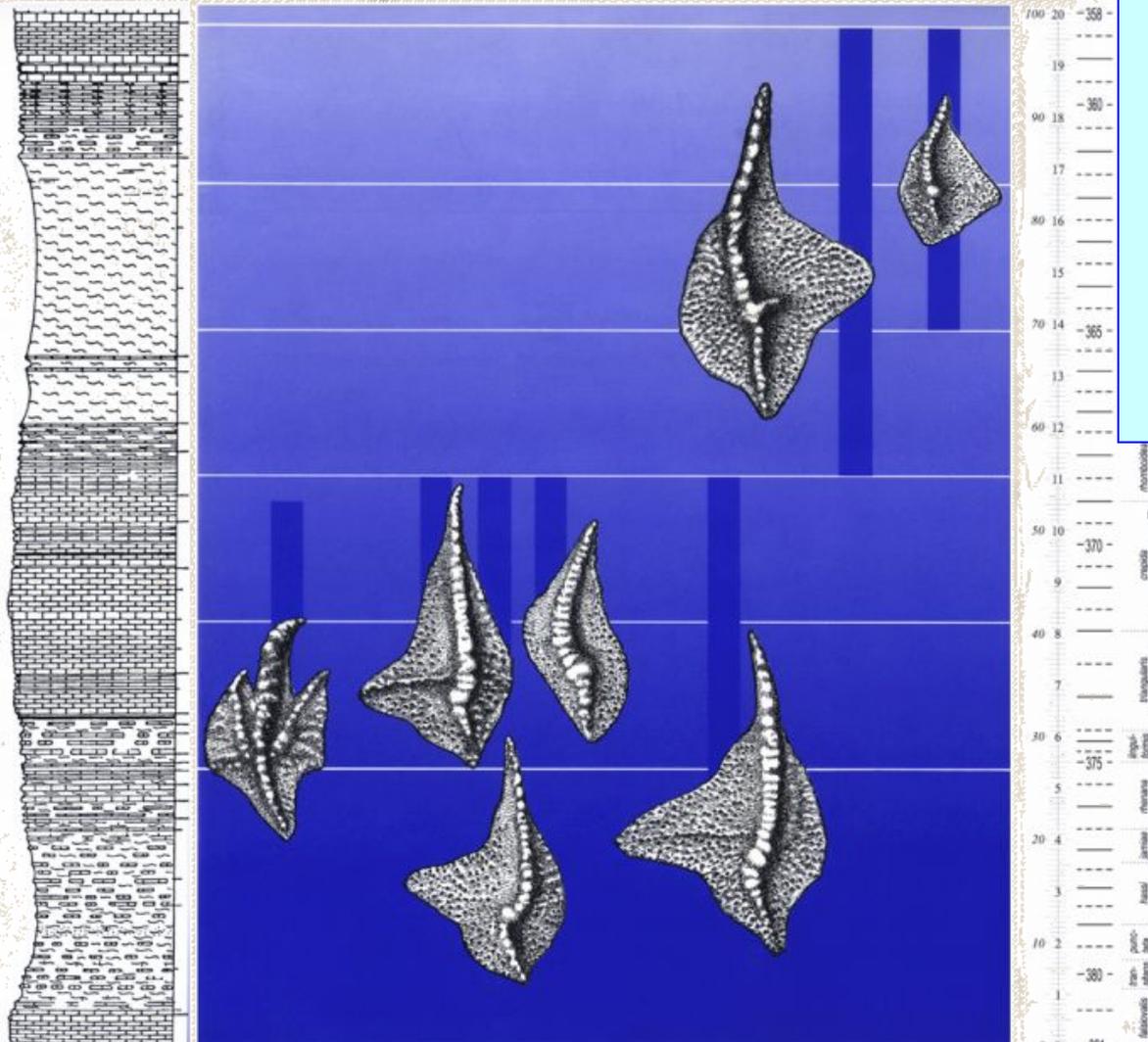
Некоторые виды конодонтов могли обитать в бассейнах повышенной солёности. Виды, жившие **на больших глубинах, не встречаются** в мелководных отложениях. Но виды, жившие в **высоких горизонтах воды пелагиали**, присутствуют как в мелководных, так и в глубоководных осадках.

Одной из особенностей конодонтовых ассоциаций является **отсутствие** их тесной связи с **литофациями**.

Однако одни и те же виды в породах одного возраста встречаются в разных пропорциях. Это связано с особенностями приспособляемости к экологическим обстановкам этой группы.

- **Цефалоподовые известняки наиболее обильны конодонтами**. Здесь они часто ассоциируют с остатками рыб и остракод.
- **Биогермы и биостромы** с водорослями, кораллами и строматопоратами обычно **бедны конодонтами**.
- Из **шельфовых и склоновых фаций** конодонты **многочисленны** в **органогенно-обломочных известняках**

СТРАТИГРАФИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ КОНОДОНТОВ



Зональная конодонтовая последовательность по полигнатидам (пальматолеписам)

Международная стратиграфическая шкала среднего палеозоя основана на зонах стандартной конодонтовой последовательности.

На конодонтовую шкалу опираются международные работы по стандартизации границ отделов и ярусов девона и нижнего карбона.



Международная стандартная граница нижнего эмса (нижний девон) - GSSP (золотой гвоздь), установлена по основанию конодонтовой зоны *Polygnatus kitabicus*. Китабский заповедник, Зеравшанский хребет.

Конодонты успешно применяются для решения главных задач стратиграфии – установления возраста и сопоставления разнофациальных и удаленных друг от друга стратонов.

Конодонты сыграли большую роль в конструировании геохронологической шкалы.

Конодонты полноценно используются в промежутке от **среднего кембрия** до конца **триаса**. Для данного промежутка времени (около 270 млн. л.) созданы зональные шкалы, насчитывающие около 130 зон. Вследствие этого геологический разрез может быть разбит на временные интервалы продолжительностью около 2 млн. лет, а точность сопоставлений составляет около 1 млн. лет.

Такая детальность позволяет выявить скрытые **перерывы в осадконакоплении** и уровни **переотложений**, что обычно связано с этапами тектонической активности.

Возможность такого широкого использования конодонтов связана с 1) их встречаемостью во **всех типах морских** отложений в количестве от единиц до 1000 экз. на 1 кг породы;

2) возможностью сколь угодно **детального отбора** проб, вплоть до сантиметрового и бороздowego опробывания;

3) **кислотоустойчивостью** скелетных остатков, что позволяет отбирать массовый материал;

4) четкостью **морфологических признаков** и их быстрой изменяемостью во времени.

Изменение окраски конодонтов от степени метаморфизма пород

Индекс окраски конодонтов (ИОК)	Цвет конодонтов	Температура С°	Тип скопления углеводородов
1	Светло-желтый, прозрачный	50 – 80	Газ
1,5	Светло-желтый, непрозрачный	50 - 90	Газ
2	Желто-коричневый	60 – 140	Нефть
3	Темно-коричневый	110 – 200	Конденсат
4	Темно-коричневый, пятнистый	190 – 300	Газ
5	Темно-серый, почти черный	300 – 480	Газ
6	<u>Черный</u> с белесостью	360 – 550	Углеводороды разрушаются, нельзя ожидать углеводородный скопления
7	Белый, молочный	480 – 720	
8	Белый, молочный, <u>ополовинный</u>	800	

Цвет конодонтов позволяет определить степень катагенеза осадочных пород. Это нашло применение в прогнозировании и поисках углеводородов по цвету содержащихся в толщах конодонтов



Методика изучения

Отбор образцов. Фосфатная минерализация конодонтовых элементов способствует их высокой устойчивости в процессах диагенеза. Для изучения последовательной смены комплексов конодонтов необходимо опробование **всех типов** и разновидностей пород в изучаемом интервале разреза. Отбор образцов производится из **подошвы, середины и кровли** каждой разновидности пород. В некоторых случаях отбор образцов можно производить через определенные интервалы разреза или можно делать бороздовое опробование. **Вес** образца колеблется от **0,2 до 2,0 кг.**

Выделение конодонтов из породы производится путем интеграции породы химическими реагентами. Наиболее распространена методика растворения **карбонатных пород** в **уксусной, монохлоруксусной или муравьиной кислоте**. Проба предварительно измельчается до 0,5 – 1,0 см, затем помещается в кислотоупорную посуду на дно или подвешивается в сетке и заливается 7 – 10% кислотой. Объем растворителя должен в 10 раз превышать объем породы. Продолжительность кислотной обработки зависит от объема образца. В среднем **1 кг породы** дезинтегрируется в течение **от одного до десяти дней**.

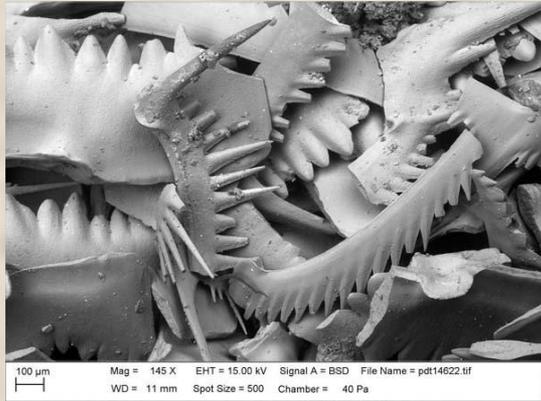


Для выделения конодонтов из **кремнистых пород** применяется обработка пород **плавиковой кислотой**. Процесс обработки может продолжаться всего **несколько минут**. Нерастворимый остаток всегда гасится **известковым или содовым раствором**.

Часто при **отборе** конодонтовых элементов из дезинтегрированной породы применяют разделение осадка **в «тяжелых жидкостях»**. Для каждого типа породы подбирается специальная «тяжелая жидкость».

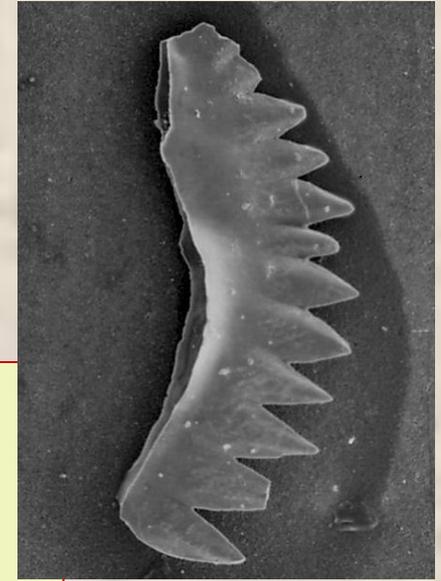
Затем производится отбор конодонтов в камеры.

Отобранные конодонтовые элементы изучаются под бинокулярным микроскопом. Часто для фотографирования используется растровый **(сканирующий) электронный микроскоп**. В фотоиллюстрациях обычно помещают изображения с увеличением в **40 – 50 раз**.



100 μ m
Mag = 145 X EHT = 15.00 kV Signal A = BSD File Name = ppt14622.tif
WD = 11 mm Spot Size = 500 Chamber = 40 Pa





**ИЗУЧАЙТЕ И ИСПОЛЬЗУЙТЕ
КОНОДОНТЫ ДЛЯ
БИОСТРАТИГРАФИИ**

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

