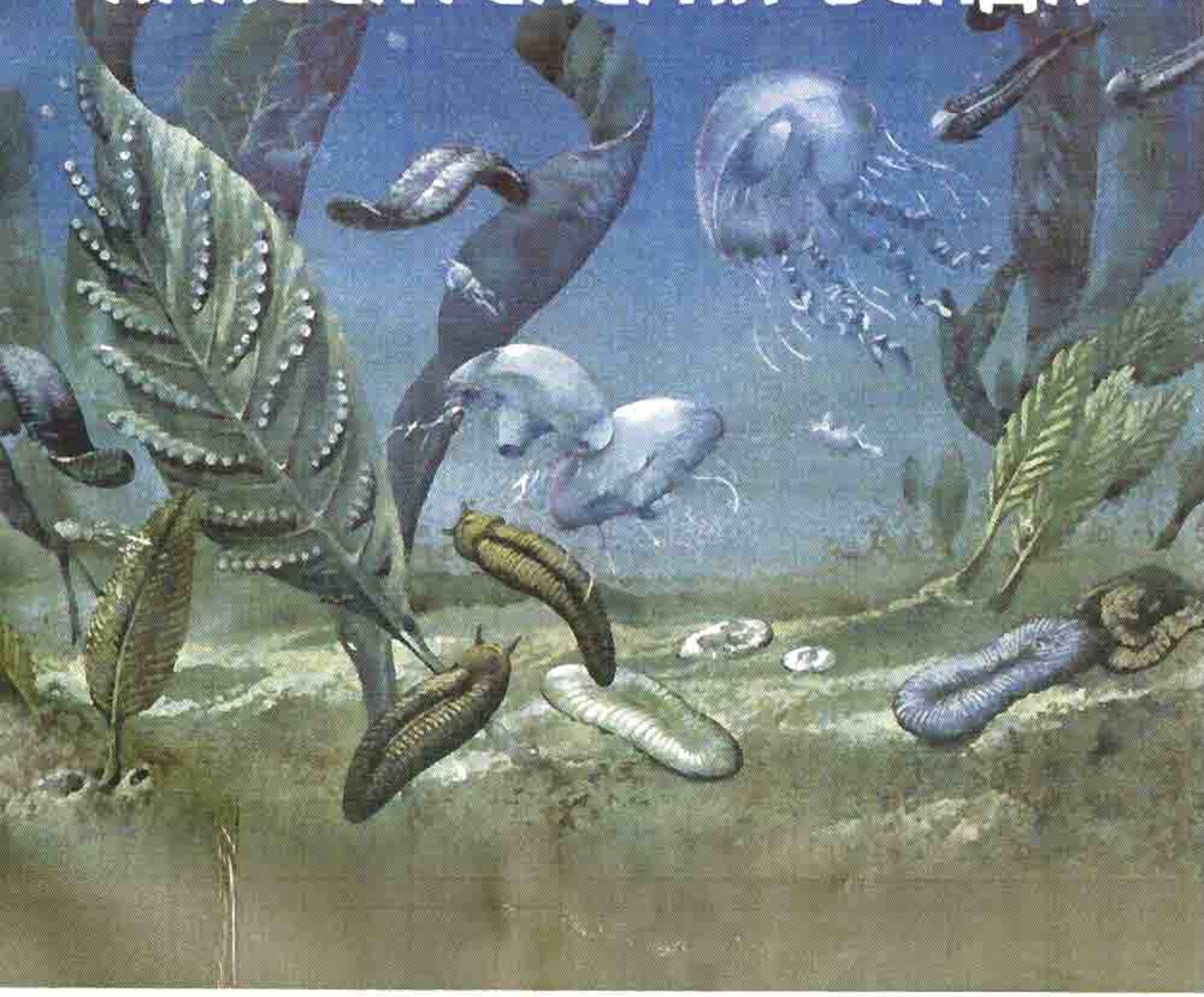
Т. Н. Титоренко
А. Т. Корольков

# ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ИСТОРИЯ И ПАЛЕОНТОЛОГИЯ ВЕНДА



Федеральное агентство по образованию
ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Т. Н. Титоренко
А. Т. Корольков

# ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ИСТОРИЯ И ПАЛЕОНТОЛОГИЯ ВЕНДА

Учебно-методическое пособие

ИРКУТСК
Редакционно-Издательский Центр ИГУ
2006

**УДК 551.72(075.8)+56“6112”(075.8)**
**ББК 26.323я73+28.1я73**

**Печатается по решению научно-методического совета геологического факультета**

**Рецензенты:**
**д-р геол.-минерал. наук, проф. М. И. Грудинин,**
**канд. геол.-минерал. наук, доц. С. Н. Коваленко**

***Титоренко Т. Н., Корольков А. Т.*** Геологическая история и палеонтология венда : учеб.-метод. пособие. – Иркутск : Иркут. ун-т, 2006. – 138 с.

*Рассмотрена краткая геологическая история вендского периода на основе концепции тектоники литосферных плит. Систематизирован богатый палеонтологический материал. Главное внимание сосредоточено на первых мягкотелых многоклеточных животных венда.*

*Предназначено для студентов-геологов 1–3-го курсов дневного и заочного обучения, изучающих «историческую геологию», «стратиграфию», «региональную геологию», и геологов-практиков, изучающих геологию докембрия*

Библиогр. 68 назв. Ил. 63. Табл. 3. Прил. 3.

© Титоренко Т. Н., Корольков А. Т., 2006
© Иркутский государственный университет, 2006

## Оглавление

Введение ..... 4

1. ГЕОДИНАМИКА, ПАЛЕОГЕОГРАФИЯ И КЛИМАТ ..... 6
   1.1. Поздний рифей ..... 6
   1.2. Венд ..... 10
   1.3. Климатическая зональность венда ..... 13

2. УСЛОВИЯ ПОЯВЛЕНИЯ ПЕРВЫХ БЕССКЕЛЕТНЫХ ЖИВОТНЫХ НА ЗЕМЛЕ ..... 17

3. МЕСТОНАХОЖДЕНИЯ ВЕНДСКОЙ ФАУНЫ ..... 20
   3.1. Европа ..... 22
   3.2. Азия ..... 32
   3.3. Африка ..... 38
   3.4. Австралия ..... 42
   3.5. Северная Америа ..... 47

4. ХАРАКТЕРИСТИКА ВЕНДСКОЙ ФАУНЫ ..... 56
   4.1. Краткая систематика многоклеточных организмов венда ..... 58
      4.1.1. Раздел RADIALIA ..... 58
      4.1.2. Раздел BILATERIA ..... 71
      4.1.3. Раздел КОЛОНИАЛЬНЫЕ ФОРМЫ. ПЕНТАЛОМЫ ..... 77
      4.1.4. Следы жизнедеятельности вендских беспозвоночных ..... 82
   4.2. Тафономия мягкотелых многоклеточных животных венда ..... 86

5. ВЕНДОТЕНИДЫ ..... 90

6. ПОЛИХЕТЫ ..... 91

7. МИКРОФОССИЛИИ ..... 92

8. НИТЧАТЫЕ ВОДОРОСЛИ ..... 96

9. СТРОМАТОЛИТЫ ..... 97

10. МИКРОФИТОЛИТЫ ..... 102

11. ПАРАДОКСЫ ВЕНДА ..... 106

Заключение ..... 110

Библиографический список ..... 112

Приложения ..... 116

# Введение

Издание методического пособия «Геологическая история и палеонтология венда» вызвано острой необходимостью, обусловленной прежде всего отсутствием доступной и в достаточной степени детальной учебной литературы соответствующей тематики.

Все сведения, касающиеся проблем венда и его органической жизни, мы находим в многочисленных периодических публикациях, а также в отдельных монографиях (Б. С. Соколов, М. А. Федонкин, Б. М. Келлер, В. М. Палий, Ю. Р. Беккер, М. Ф. Глесснер и др.), изданных как у нас в стране, так и за рубежом. Причем, наиболее полную и современную информацию мы нашли в работах М. А. Федонкина.

Для позднего рифея и венда характерны весьма значительные геодинамические перестройки, обусловленные распадом суперконтинента Родиния и заложением, вероятно, Тихого океана (В. Е. Хаин и др., 1997).

При полевых исследованиях геологи-практики, занимающиеся проблемами палеонтологии, стратиграфии, палеогеографии и тектоники позднего докембрия, встречают органические остатки венда, но отсутствие соответствующей литературы не дает возможности правильно истолковывать их сущность. Поэтому мы постарались дать краткую характеристику систематической части органического мира венда с приложением изображений характерных форм вендской биоты на фоне геодинамической эволюции Земли.

Вендская система в геологической истории занимает особое место, появилась она в общей биостратиграфической шкале в прошлом веке. Органический мир вендского периода, подтверждающий выделение системы, – величайшее открытие начала XX века в науке.

В 1952 г. впервые переходные слои между протерозоем и кембрием русским ученым Б. С. Соколовым были выделены под названием «венд» (от древнего племени вендов или венедов, проживавших на западе Восточной Европы). До этого времени считалось, что между докембрием и кембрием был длительный перерыв. Позже залегающие в этом интервале слои выделяли под разными названиями (инфракембрий, синий, терминальный рифей, эокембрий, эдиакарий, юдомий, вендомий и т. д.). Однако термин «венд» оказался наиболее удачным и в настоящее время получил широкое международное признание.

Это планетарный комплекс разнофациальных отложений между образованиями рифейской группы и наиболее древними осадками кембрия, который располагается в возрастном интервале 650±10–540±10 млн лет. До сих пор дискуссионным остается вопрос о положении венда в общей хроностратиграфической шкале.

Нужно ли венд называть завершающим этапом криптозоя или начинать с него фанерозойский эон?

Пока действуют решения ряда международных геологических конгрессов, по которым вендский период должен завершать протерозой.

Если бы в пограничных слоях между поздним протерозоем и фаунистически охарактеризованным кембрием не были обнаружены остатки фауны многоклеточных, это было бы правильным и логичным. Однако после обнаружения вендской фауны мягкотелых многоклеточных животных многие исследователи стали склоняться к мысли о необходимости отнесения венда к фанерозою. Эту вендскую фауну назвали эдиакарской (по руднику Эдиакар в Австралии, где она представлена наиболее разнообразно). Следует заметить, что в отложениях венда впервые появляются остатки многоклеточных животных более высокоорганизованных, чем существовавшие ранее многоклеточные водоросли.

Стратотипической местностью вендской системы является западная часть Восточно-Европейской платформы, где имеется полностью вскрытый разрез на пространстве от Волыни до Беломорья.

Гипостратотип располагается на северо-востоке Сибирской платформы в районе Оленекского поднятия. Стратотипом границы венда и кембрия решением Международного геологического конгресса принят разрез в Восточной части острова Ньюфаундленд. Изотопные характеристики вендской системы таковы: основание венда – 650 ± 10 млн лет; граница лапландского и редкинского горизонта – 620 ± 10 млн лет; подошва ровенского горизонта – 570 млн лет.

В современной трактовке (Б. С. Соколов) граница вендской и кембрийской систем лежит в пределах 550–560 млн лет, но большенство зарубежных исследователей поднимают ее до 540 млн лет.

В геологическом смысле венд более тесно связан с кембрием, чем с рифеем. Осадконакопление в этом периоде совпало с началом обширной трансгрессии на континентах, достигшей максимума в середине кембрия. Крупные несогласия практически повсеместно прослеживаются между рифеем и вендом, а осадки кембрия в основном постепенно сменяют отложения венда. К тому же во многих районах проведение границы между этими двумя системами в случае отсутствия скелетных органических остатков весьма затруднительно.

По продолжительности вендский период вполне соизмерим с периодами фанерозоя.

Вышеизложенные факты заставляют сомневаться в решении Международных геологических конгрессов об отнесении венда к докембрию.

Главы 3–10 и введение написаны Т. Н. Титоренко, главы 1, 2, 11 и заключение – А. Т. Корольковым. Авторы выражают искреннюю благодарность за помощь в техническом оформлении работы сотрудникам кафедры геологии и геофизики ИГУ А. В. Сизову и С. А. Усольцевой.

# 1. ГЕОДИНАМИКА, ПАЛЕОГЕОГРАФИЯ И КЛИМАТ

История геологического строения позднего рифея и венда тесно взаимосвязаны. К началу позднего рифея, очевидно, существовал суперконтинент Родиния, который объединял самые древние (карельские) части современных континентальных платформ: Северо-Американской, Восточно-Европейской, Сибирской, Китайской, Индостанской, Австралийской, Аравийско-Африканской, Антарктической, Южно-Американской и Гиперборейской (скрыта под водами Северного Ледовитого океана). Причем восточная часть современной Австралии и Антарктиды соединялись с современной западной частью Северной Америки. В конце рифея начался распад Родинии с раскрытием Тихого, Палеотетиса и, очевидно, Палеоазиатского океанов. Окончание венда совпадает с появлением новых крупных континентов. В южном полушарии возникла Гондвана, а в северном – Лавразия, вероятно, объединявшиеся в новую Пангею.

## 1.1. Поздний рифей

С рубежа 850 млн лет наступила одна из самых критических эпох в истории Земли. Она характеризуется распадом Пангеи I и началом раскрытия палеозойских океанов (Хаин, Короновский, 1997; Хаин, 2003).

Это подтверждают верхнерифейские офиолиты, которые известны в Марокко и в обрамлении Чешского массива. Они свидетельствуют о возникновении к этому времени палеоокеана Протетис, который расколол Пангею на две части – Лавразию на севере и Гондвану на юге.

В дальнейшем обе эти континентальные массы также подверглись расколу.

Между Северной Америкой и Европой сначала возникла континентальная рифтовая система с накоплением мощных терригенных толщ на острове Ньюфаундленд, в Восточной Гренландии, Шотландии, Скандинавии и на юге острова Шпицберген. Затем произошло кратковременное раскрытие Кельтского протоокеана, реликты коры которого сохранились на островах вблизи побережья Уэльса. Процессы деструкции повторились в Урало-Охотском поясе. Наиболее характерны они для Восточного Саяна и Забайкалья. В то же время на полуострове Таймыр и в Енисейском кряже около 850 млн лет произошло складкообразование, поднятие и накопление молласовых толщ.

Наиболее значительные события проявились в пределах Гондваны. Крупномасштабный раскол сформировался между Западной (Южная Америка – Африка) и Восточной (Индостан – Австралия – Антарктида) Гондваной. Эта деструкция привела к образованию Аравийско-Мозамбикского подвижного пояса, который состоял из нескольких глубоководных бассейнов, разделенных микроконтинентами или вулканическими дугами. Количество бассейнов с корой океанического типа в пределах пояса убывают к югу и, наоборот, возрастают к северу, где происходило слияние Мозамбикского деструктивного пояса с Прототетисом.

К концу рифея вновь началось сжатие и перемещение континентальных массивов к западу, сопровождавшееся столкновением островных дуг и микроконтинентов, выжиманием и обдукцией офиолитов. Кроме того, в Западной Гондване возникли и другие зоны деструкции и новообразования океанической коры.

Транссахарская зона протянулась между Центрально-Африканским и Западно-Африканским кратонами от Антиатласа до Гвинейского залива. Она также расширялась к северу, соединялась с Прототетисом и сужалась к югу, выклиниваясь в северо-восточной Бразилии. В конце рифея развитие Транссахарской системы вступило в завершающую фазу.

Западнее Западно-Африканского континента в позднем рифее активно разрасталась Мавритано-Сенегальская система, ее южным продолжением в пределах современной Южной Америки являлась Центрально-Бразильская система. В конце рифея – начале венда здесь проявился орогенез и надвиго-сдвиговые деформации.

Еще одна позднерифейская подвижная система прослеживается вдоль африканской окраины Южной Атлантики и частично в Бразилии. Осевая зона этой системы испытала полный раздвиг континентальной коры и новообразование океанической, но выклинивание произошло не в южном, а в северном направлении. Южно-Атлантическая система давало слепое ответвление в глубь Африки, которое наследовало более раннюю Кибарскую систему раннего-среднего рифея. В целом Южно-Атлантическая система испытала два периода сжатия (первый – на уровне 750 млн лет, второй – 500 млн лет, т. е. в кембрии) и закончила свое развитие.

Фактически Западная Гондвана состояла из нескольких континентальных блоков – платформ, разделенных узкими глубоководными бассейнами с океанической или утоненной и глубоко переработанной континентальной корой в осевых зонах. Континентальные блоки имели тысячи километров, подвижные системы – первые сотни километров в поперечнике. К сожалению, более точно расстояние между противолежащими континентальными блоками не улавливается палеомагнитными методами (их точность 500–1 000 км).

Напротив, Восточная Гондвана оставалась практически монолитной в течение позднего рифея.

В конце рифея – начале венда произошло соединение Западной и Восточной Гондваны через Мозамбикский складчатый пояс, фактически сформировался новый единый суперконтинент Гондвана, просуществовавший почти до середины мезозоя. В России соответствующую этому этапу тектоническую эпоху именуют байкальской, в Африке – панафриканской, в южной Америке – бразильской. Примерно в это же время в Северном полушарии произошло образование суперконтинента Лавразия.

Окраины гондванских и лавразийских материков, обращенные к древнему Тихому, Прототетису и Палеоазиатскому океанам, преимущественно были пассивными. Развитие осадочных комплексов шельфа и континентального склона поздний рифей – вендского времени известны в Северо-Американских Кордильерах, в Андах, в Трансантарктических горах, в Южной Австралии, вдоль юго-западной окраины Восточно-Европейской платформы, у южных и восточных окраин Сибирской платформы.

Переход к океаническим условиям прослеживается по присутствию офиолитов на западе Тасмании, на юге Австралии, в Восточном Саяне, в Прибайкалье и Забайкалье.

Активные континентальные окраины были характерны для юго-востока Азиатского континента и для Аравии. Но вышеизложенные представления не являются бесспорными.

В последние годы появились новые работы американских и канадских исследователей (К. Пауэлл и др.), коренным образом меняющие ранее сложившиеся представления о палеотектонике рифея и о происхождении Тихого океана.

Главные доказательства для новых взглядов основываются на большом сходстве рифейских разрезов западной окраины Северной Америки и восточной окраины Австралии – Антарктиды, в особенности, ледниковых образований.

Изучая эти разрезы, исследователи пришли к выводу, что до определенного времени в позднем рифее (750–700 млн лет) Северная Америка (Лаврентия) и Восточная Гондвана (Австралия-Антарктида-Индостан) составляли единый суперконтинент Родиния, который в середине позднего рифея (850–800 млн лет назад) начал испытывать континентальный рифтогенез, переросший затем в спрединг. Последний в самом конце рифея и в венде привел к началу образования современного Тихого океана (рис. 1.1).

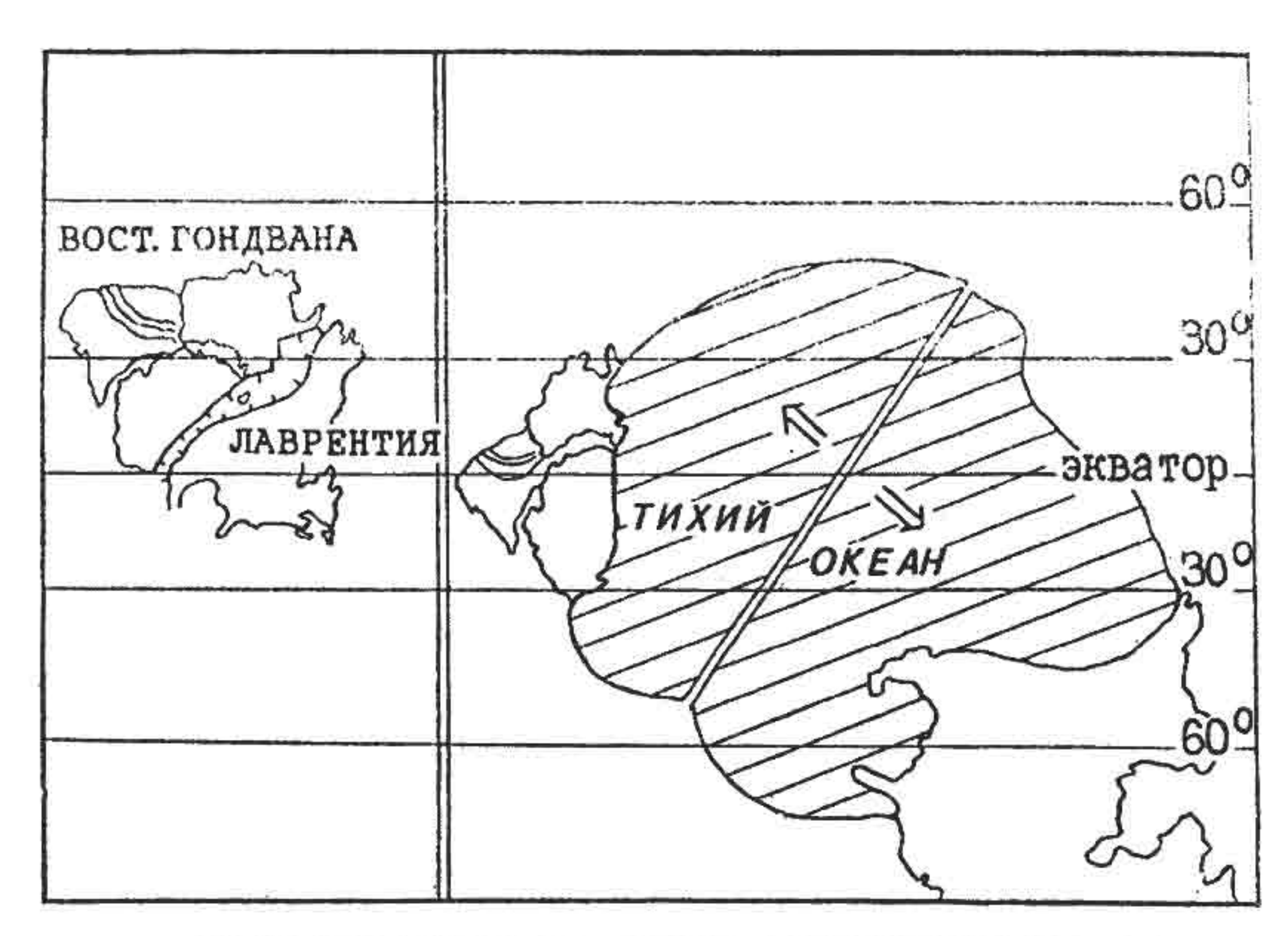



**Рис. 1.1. Схематическая карта времени возникновения Тихого океана (по К. Пауэллу и др.). Заимствовано (Хаин и др., 1997)**

Удивительные приключения испытала Восточная Гондвана: обогнув Западную Гондвану, она примкнула к ней с восточной стороны (с этого времени эта часть бывшей Родинии в действительности и стала Восточной Гондваной). В результате такого грандиозного события произошло замыкание Мозамбикского океана примерно 600 млн лет назад (рис. 1.2).

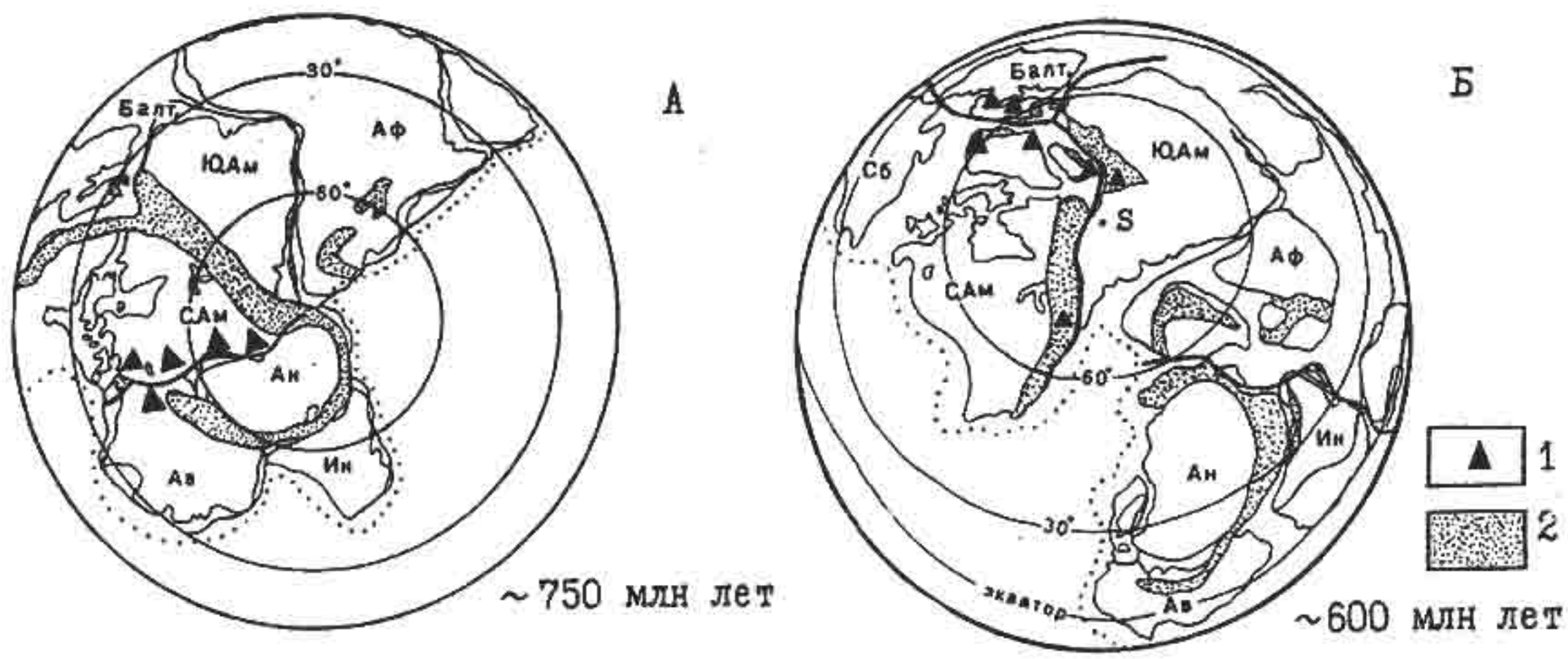



**Рис. 1.2. Реконструкция положений материков в рифейское время:**
Балт. – Балтия, Ю. Ам – Южная Америка, Аф – Африка, С. Ам – Северная Америка, Ан – Антарктида, Сб – Сибирь, Ин – Индия, Ав – Австралия. 1 – тиллиты, 2 – морские бассейны (по В. Е. Хаину и др., 1997)

Эти новые представления скоро подтвердились палеонтологическими данными.

Важнейшее следствие такого рода палеореконструкций – вывод о том, что Тихий океан не является столь древним, как считали ранее, и не может рассматриваться как прямой наследник гипотетической Панталассы.

Получается, что поздний рифей и венд нужно считать временем радикальнейшей перестройки структурного плана Земли.

Вероятно, можно высказать гипотезу, что начало формирования современного Тихого океана косвенным образом отразилось и на зарождении многоклеточных бесскелетных животных (см. ниже, гл. 2).

Гранулито-гнейсовые или тектоно-термальные пояса (ТТП) были распространены скромнее в позднем рифее, чем в раннем рифее. Это Восточно-Гатский, Сатпурский и Раджестанский пояса в Индостане, северная часть Кибарского в Африке, южная часть Мозамбикского, северо-восточный выступ Бразилии и др.

Претерпели перестройку в позднем рифее рифты-авлакогены, осложнившие строение континентальных платформ. Рифтовая система Мидконтинента Северной Америки закончила свое развитие и превратилась в слабо деформированные грабен-синклинали. То же самое произошло с частью авлакогенов Восточной Европы и Сибири, другая большая их часть на этих территориях

продолжила свое развитие. Новая генерация авлакогенов возникла в Австралии и Центральной Африке.

Среди позднерифейских впадин-синеклиз обнаруживаются унаследованные от среднего и раннего рифея, например, в Индостане. Наряду с ними возникли новообразованные синеклизы: Сан-Франсиску в Южной Америке, Таудени и Конго в Африке.

Некоторые участки более древних континентальных глыб-кратонов, прилегающие к подвижным поясам и системам, в конце рифея – начале венда испытали тектоно-термальную переработку, которая фиксируется по «омоложению» радиометрических датировок. Особенно широкомасштабным это было для Африки, поэтому подобная активизация здесь называется «панафриканской». Она проявлена также в Южной Америке, Индостане и Восточной Антарктиде.

## 1.2. Венд

Процессы деструкции, начавшиеся в среднем и особенно активные в позднем рифее, привели к расколу Пангеи I, но континентальные глыбы имели в венде, судя по палеомагнитным данным, довольно компактное расположение (рис. 1.2).

Обе Америки находились в низких широтах Южного полушария, остальные континенты – в низких и умеренных широтах Северного полушария.

Расположенные в пределах будущей Гондваны неширокие, но глубокие линейные бассейны с океанской или переходной к ней корой испытали замыкание, складчато-надвиговые деформации, метаморфизм и внедрение гранитов. По периферии складчатых систем накапливались обломочные молассовые толщи. Промежуточные блоки более древних пород подверглись сопутствующему воздействию процессов тектоно-термальной переработки.

В Африке эта эпоха тектогенеза широко проявлена и названа панафриканской, в Южной Америке – бразильской. Она проявлена также на Мадагаскаре, Шри-Ланке, северо-западе Индостана и в Антарктиде. Особенно широко – в структуре фундамента Аравийско-Нубийского щита: здесь к восточному краю древнего Центральноафриканского континента произошло последовательное причленение древних вулканических дуг и коры промежуточных окраинных морей с офиолитами.

Такой же процесс был распространен в северной части и за пределами Аравии, включая значительную часть Европы, Турцию, Иран, отчасти Афганистан; завершился он здесь широкомасштабными излияниями наземных кислых лав и привел в начале кембрия к утановлению на всей этой обширной территории спокойного платформенного режима, затем – к ее присоединению к более древней части Африканского континента и к вхождению в состав суперконтинента Гондвана (вместе с Южной Америкой, Индостаном, Австралией и Антарктидой).

На не затронутых панафрикано-бразильской активизацией участках будущей Гондваны в венде развивались плоские впадины с континентальными и мелководно-морскими терригенными отложениями (Сан-Франсиску в Южной Америке, Таудени и Конго в Африке, Виндийская в Индостане).

В пределах западной и юго-западной окраины Южной Америки происходили поднятия Арекипского, Сьерры-Пимпы и Северо-Патагонских массивов, а также Восточной Кордильеры Перу и Боливии. Причем в последнем случае они сопровождались складчатостью и метаморфизмом зеленосланцевой ступени.

В пределах поднятий широко проявились кислый вулканизм и гранитообразование. Орогенным развитием характеризовалась и западная часть (в современных координатах) окраины Антарктиды и Тасмании. В то же время восточноавстралийская окраина развивалась в пассивном режиме.

По-другому происходило развитие в пределах будущей Лавразии. С одной стороны, здесь также произошло замыкание морских бассейнов, существовавших в позднем рифее: Тимано-Уральского, Северо-Таймырского, Енисейско-Байкальского. Следствием этого стало наращивание континентальных блоков Восточной Европы и Сибири. Н. С. Шатским эта складчатость была названа байкальской. Ее можно предполагать в Арктике и к востоку от Таймыра, в районе о. Врангеля.

С другой стороны, в венде началось раскрытие центральной части Палеоазиатского океана с формированием океанической коры, сохранившейся в виде офиолитов в складчатых областях Центрального Казахстана, Алтае-Саянской, Восточного Саяна и Северной Монголии.

В области современной Северной Атлантики континентальный рифтогенез перерос в океанический. Здесь возник глубоководный бассейн, который называют Кельтским океаном. Он был узким и существовал недолго, замкнувшись в конце венда. Периферическую часть Кельтского океана представляют выполненные глубоководными осадками зоны Восточной Гренландии, Шпицбергена и Западной Скандинавии. В двух последних районах формировались песчано-сланцевые толщи (флиш с тубидитами). Мощность этих отложений континентального склона и его подножия составляет 3,5–5,0 км.

Отложения пассивных окраин Кельтского океана сохранились на северо-западе (в Гренландии и Шотландии) и на юго-востоке (Шпицберген и Скандинавия). На южном продолжении этого океана (в Южных Аппалачах) рифт сохранял внутриконтинентальный характер на всем протяжении венда.

В северной части Шотландии (склон Гебридского массива отколовшейся части Северо-Американского континента) накапливался терригенный комплекс из песчаников и глинистых сланцев мощностью почти 7 км, который к юго-востоку сменился глубоководными осадками.

По другую сторону этого узкого океанического бассейна, в Северной Англии и Уэльсе, располагалась островодужная зона континентальной окраины. Здесь снос обломочного материала происходил с юга, и в пределах континентального склона и подножия формировались толщи песчаников и глин мощностью 4–5 км. А в верхней части разреза вендских отложений развиты лавы и туфы андезитов и риолитов.

В Западной Европе существовали глубоководные обстановки, при этом в условиях континентального склона и его подножия отлагались кремнисто-глинистые и существенно кремнистые осадки. Такие же толщи формировались в Алжире. Шельфовые участки располагались в Испании, Центральной Франции и на востоке Балканского полуострова, в пределах которых осаждался песчано-глинистый материал.

Западная, Кордильерская окраина Северной Америки, характеризуется в венде фазой рифтообразования, начавшегося еще в середине позднего рифея; перед кембрием она сменилась периодом сжатия.

На арктической окраине Северной Америки, по-видимому, происходили сходные процессы. А на южной окраине того же континента активно формировались Южно-Оклахомский и Западно-Техасский рифты, развитие которых сопровождалось интенсивным базальтовым вулканизмом.

На Восточно-Европейском и Сибирском континентах в раннем венде еще продолжали развиваться заложенные в рифее рифты-авлакогены. В позднем венде они заместились плоскими прогибами, в которых началось накопление плитного чехла (стадия развития синеклиз древних платформ).

В раннем венде значительная часть Европы покрылась ледниками. Широко распространены были тиллиты в Норвегии, Швеции, на Шпицбергене и, в особенности, на территории Восточно-Европейской платформы, где тиллиты входят в состав вильчанской серии с возрастом 650 млн лет.

Распространенное в пределах Восточно-Европейской платформы оледенение назвали лапландским. После таяния ледников здесь началась трансгрессия, море заняло центральные и северные районы. На Северном Урале существовала в это время островная дуга, где происходило формирование андезитов. На Полярном Урале и в пределах южной части Новой Земли сохранялись с позднего рифея глубоководные условия, вместе с терригенными осадками здесь накапливались базальты. Шельфовая область с терригенным осадконакоплением на востоке и севере (в современных координатах) меняется на обстановку континентального склона, где происходило накопление турбидитов суммарной мощностью 2–4 км.

Среди мелководных отложений Урала присутствуют тиллиты, которые известны в составе среднечурочинской свиты Северного Урала, танинской свиты Среднего Урала, кургашлинской свиты южного Урала.

Территория Сибирской платформы в вендский период характеризуется трансгрессией. Площадь суши уменьшилась. В мелководно-морских условиях начали накапливаться карбонатные осадки, лишь вблизи областей сноса они обогащены терригенным материалом.

Преимущественно обломочный материал накапливался только в узкой прибрежной полосе на юге Сибирской платформы, вблизи горно-складчатой области байкальского возраста. По-видимому, многочисленные мелкие острова и подводные поднятия с рифовыми строматолитовыми постройками ограничивали поступление вод открытого моря.

С северо-запада, запада и юга Сибирская платформа, покрытая морем, ограничивалась горно-складчатыми областями Северо-Таймырского и Енисейско-Байкальского орогенов. В межгорных впадинах последнего накапливались толщи морских и континентальных молосс мощностью 5–6 км.

На территориях современных байкалид сохранились фрагменты древних океанских образований и задуговых бассейнов. Глубоководные осадки характерны для территорий современных складчатых систем Казахстана, Алтае-Саянской области и Монголии. Шельфовые отложения накапливались на глыбах, обладавших древней континентальной корой.

В Центральной Азии в областях размывов и обширных шельфовых пространств осаждались карбонатно-терригенные осадки. В глубоководных бассейнах формировались характерные офиолитовые комплексы, в составе которых известны спилито-диабазово-кремнистые образования. Такие породы распространены в Казахстано-Тяньшаньской области, в Центральных Кызылкумах и в Алтае-Саянской области.

На Китайско-Корейском континенте к началу венда закрылись авлакогены, начались поднятия. В юго-восточной части от этого континента откололся Цайдамский блок (микроконтинент). В раздвиговой зоне сформировался Циляньшаньский глубоководный бассейн, который на востоке соединился с Циньлинским бассейном. В результате произошло отделение Китайско-Корейского континента от Южно-Китайского блока (Янцзы). На последнем продолжилось погружение и накопление осадков чехла, которое началось еще в позднем рифее. Юго-восточная часть этого континента стала развиваться как активная окраина.

Индокитайский микроконтинент, отделившийся от Южно-Китайского, по-видимому, развивался в режиме поднятия.

## 1.3. Климатическая зональность венда

Следы ранневендского оледенения хорошо сохранились в Скандинавии, в пределах Восточно-Европейской платформы (Белоруссия), в Тянь-Шане, Китае, Африке и Австралии. По распространению тиллитов, акваморен (обломки пород, перенесенные морскими льдами), мариногляциальных образований и отложений, так или иначе связанных с ледниковыми отложениями, и ассоциирующихся с ними пород, а также по распространению продуктов переотложения древних морен оконтуриваются области с нивальным или близким к нему климатом (рис. 1.3). Исходя из состава ледниковых толщ, оледенение в Европе, на значительной части Африки, в Китае и Австралии имело покровный характер. Вместе с тем значительное распространение мариногляциальных отложений свидетельствует о том, что и обширные участки морей были покрыты ледниковым панцирем.

Смена ледниковых отложений отсортированными терригенными осадками с низким содержанием неустойчивых минералов, а также появление пачек карбонатных пород свидетельствует о сравнительно быстрой смене холодных условий теплыми. Области распространения тиллитов и выделение на их основе поясов с нивальным климатом на современной географической основе имеют прихотливые очертания, нарушающие закон широтной климатической зональности. Например, в Евразии области нивального климата оказались расположенными между двумя обширными зонами формирования терригенных красноцветных и карбонатных (известково-доломитовых) толщ с большим количеством разнообразных биогермных тел, сложенных продуктами жизнедеятельности сине-зеленых водорослей.

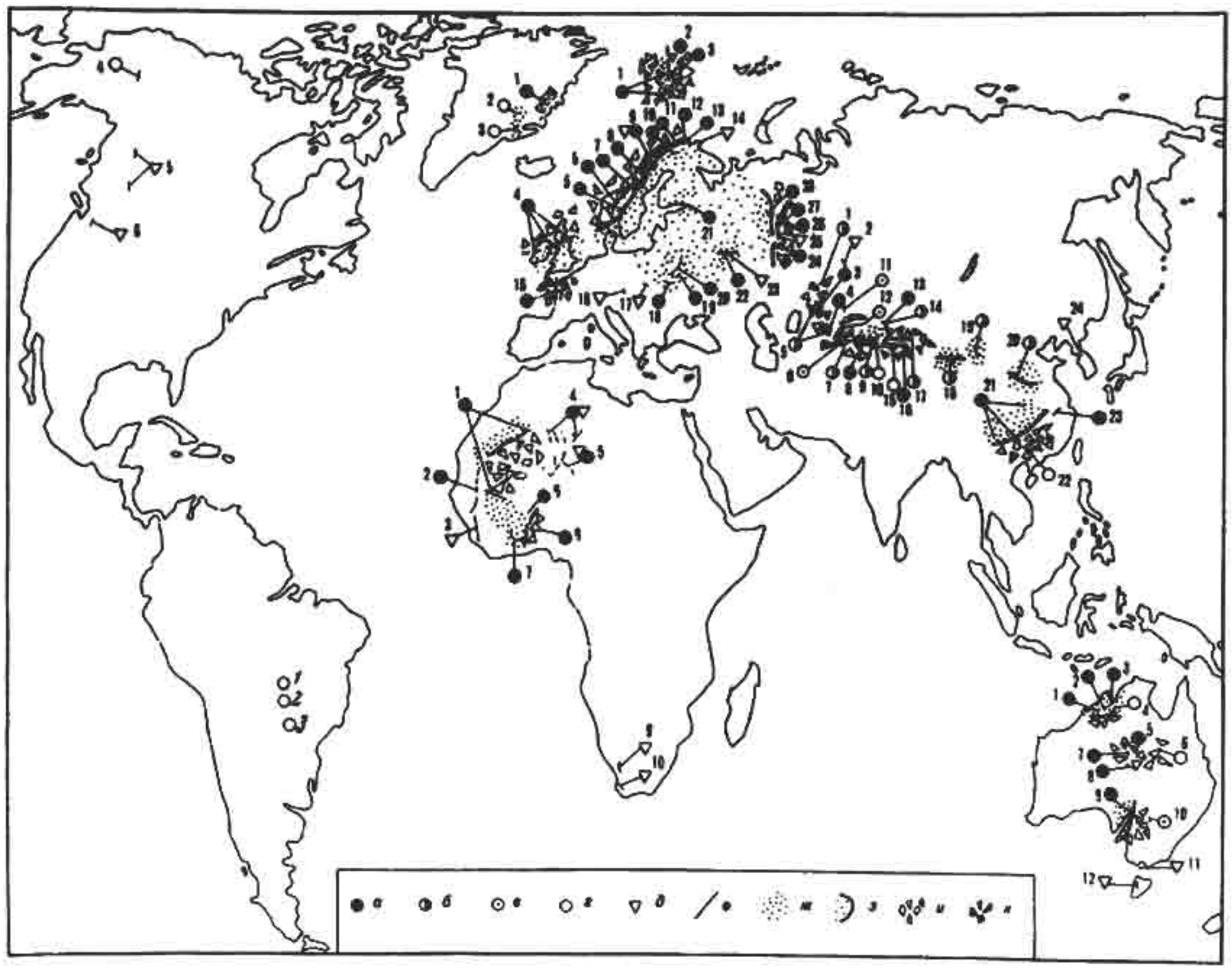


**Рис. 1.3. Распространение и фации вендских ледниковых отложений:**

а — лапландский ледниковый горизонт и его аналоги (нижний венд), б — байконурский ледниковый горизонт и его аналоги (верхний венд), в — вендские ледниковые отложения ближе неопределенного возраста, г — возможно вендские ледниковые отложения, д — важнейшие вендские и близкие по возрасту тиллоиды, е — выходы и районы распространения ледниковых отложений и тиллоидов, ж — континентальные ледниковые отложения, з — предполагаемые ледниковые покровы, и - маринoгляциальные отложения, к – аллотиллиты.

ЕВРОПА. Шпицберген: 1 — метатиллиты Кап-Лине, Конгломерат-фьеллет, Логнесраббане, Лог-несет, Бельсунн-Дундердаль, Комфортлессбреен, Ферриер и др.; 2 — свита Уилсонбреен; 3 — свита Свеанор. Шотландия и Ирландия: 4 – серия Портаскейг, Скандинавия и Кольский полуостров: *5* -тиллиты Муэльв; 6 – «конгломератовые сланцы» Коианг; 7 — свита Лиллфьеллет; 8 — свита Лонг-маркберг; 9 — тиллиты Ситу; 10 — тиллиты группы Дивидаль; 11 – тиллиты «группы» Баррас и свиты Рафсботн; 12 — свита Смальфьорд; 13 — свита Мортенснес; 14 — Куяканская свита. Континентальная зарубежная Европа: 15 — Верхний Бриовер; 16 – тиллоиды Литошице Железных гор, Железного Брода и др.; 17 — граувакки Поток, скв. Венглешин. Европейская часть СССР: 18 – бродовская свита; 19 — блонская свита; 20 — глусская свита; 21 — яблоновская свита; 22 — парцинская свита; 23 — редкинская свита; 24 — кургашлинская и аршинская свиты; 25 — старопеченская свита; 26 — танинская свита; 27 — койвинская свита; 28 — чурочинская свита.

АЗИЯ. Казахстан и Средняя Азия: 1 – акчакульская свита; 2 — карашатская свита; 3 — сатанская свита; 4 – рангская свита; 5 — байконурская свита; 6 – шарашуйская свита; 7 — конуртюбинская свита; 8 — свита Джетым-Тоо; 9 — байконурская свита хр. Куйлю-Сарыджаз; 10 — кичи-талдысуйская свита хр. Куйлю-Сарыджаз; 11 — копальская свита; 12 — шопшокинская свита; 13 — салдатсайская свита; 14 — майликольская свита; Китай: 15 — свита Байси; 16 — свита Алтынгол и Тереэкен; 17 — свита Ханкалчоуг; 18 — свита Хонгтиегоу; 19 — свита Женгмугуань; 20 — свита Лочуань; 21 — свиты Наньто, Гучень и аналоги последней; 22 — свита Чанган; 23 — свита Латиан и ее аналоги; Корея: 24 – свита Пирандон.

АВСТРАЛИЯ. 1 — тиллит Уолш; 2 – свита Эган; 3 — тиллит Мунлайт-Велли; 4 — тиллит Фаргу; 5 — свита Маунт Дорин; 6 — тиллиты Литл Бек; 7 — свита Олимпик; 8 — верхний тиллит бассейна Офисер; 9 — «подгруппа» Ерилина и ее аналоги (тиллиты Пепуарта и др.); 10 — «подгруппа» Тимстерс; 11 — брекчия Каттон; 12 — брекчия Траутте и слои Ведж-Ривер.

АФРИКА. 1 — «группа» Джбелиа; 2 – серия Фалеме-Юкункум; 3 – «группа» Рокел-Ривер; 4 — серия Пурпре дель Анет, Верт, Тиририн и др.; 5 — Нигритий, серии Прош Тенере, Тафелиант, Верхний Файрузий; 6 — свита Коджиари; 7 – тиллиты Бьюпе; 8 — тиллиты Буем, Дефале, Уейджа и др.; 9 — «подгруппа» Шварцранд Намибии; 10 — «подгруппа» Шварцранд, ЮАР.

СЕВЕРНАЯ АМЕРИКА. 1 — тиллиты Меркебъерг (Кейп-Оствальд) ; 2 — тиллиты Земли Шарко; 3 — тиллиты Газеленд (-Гнейссо) залива Скорсби; 4 – верхняя группа Тиндар; 5 – «группа» Миетти тиллоид Маунт-Лойд-Джорж; 6 — свита Монк.

ЮЖНАЯ АМЕРИКА. 1 — «группа» Жангада; 2 — свита Пуга; 3 — свита Итапокуми

В начале вендского периода в экваториальных широтах находились Антарктический, Китайский и Индостанский континентальные массивы, а в тропических широтах северного полушария – современные Восточная Сибирь, Аравия, Восточная и Юго-Восточная Азия. В перечисленных регионах в раннем венде формировались высокомагнезиальные карбонаты, а в мелководных областях развивались протяженные, сходные по своим особенностям с современными рифами, органогенные постройки. Большим разнообразием пользовались мономиктовые терригенные формации и нередко глинистые толщи, в которых ведущая роль принадлежала каолиниту и глинистым минералам, образующимся в условиях жаркого и влажного климата.

В умеренных условиях формировались терригенные толщи, в которых преобладали неустойчивые к выветриванию минералы. Таковы, в частности, аркозовые и полимиктовые песчаники раннего венда, известные в Центральной и Южной Америке. Области развития тиллитов располагаются только в высоких широтах Северного и Южного полушарий. Предполагается, что тиллиты Тянь-Шаня и Австралии формировались в высоких широтах Северного полушария, но основная масса тиллитов и акваморен приурочена к южному полушарию. В южно-полярном районе находилась северо-западная часть Африки и Восточно-Европейский материк. В течение последующего времени Восточно-Европейский материк переместился из южно-полярного района в тропические широты, что незамедлительно отразилось на условиях осадконакопления и состава осадочных образований. Аналогичные изменения коснулись и других материков (рис. 1.4.).

Нередко высказывается мнение об уникальности древнейших оледенений, которые якобы развивались в неблагоприятном для них жарком климате. При этом указывают на быструю смену ледниковых образований отложениями, характерными для жаркого климата (красноцветы, доломиты, известняки с фитолитами, эвапориты, каолинитовые глины, кварцевые песчаники и др.) в латеральном направлении и вверх по разрезу. В действительности типичные ледниковые образования накапливались очень быстро и имеют небольшую мощность, что, несомненно, свидетельствует об относительной кратковременности ледниковых эпох. Ошибочные выводы о длительности ледниковых эпох и непосредственном смыкании их отложений с образованиями жаркого климата основываются на том, что к типичным ледниковым отложениям часто относят продукты их близкого и дальнего переотложения, формирование которых происходило некоторое время спустя после оледенения и, главное, уже в иной ландшафтно-климатической обстановке.

Какова причина вендского материкового оледенения? Палеогеографические изменения вслед за образованием горных поднятий вряд ли могли вызвать столь значительное снижение температуры и повлечь за собой возникновение обширных и мощных ледниковых покровов. Значит, остается предположить, что в конце рифея и в самом начале вендского периода произошло кратковременное, но сильное снижение концентрации углекислого газа в атмосфере, существенно уменьшившее парникового эффект. В настоящее время установлено, что в атмосфере позднего протерозоя содержание углекислого газа было, по крайней мере, на один порядок выше современного и в начале венда превышало 0,4 %. Возможно, колебания углекислого газа в атмосфере в венде были связаны с массовым проявлением континентального вулканизма при глобальных перестройках литосферных плит.

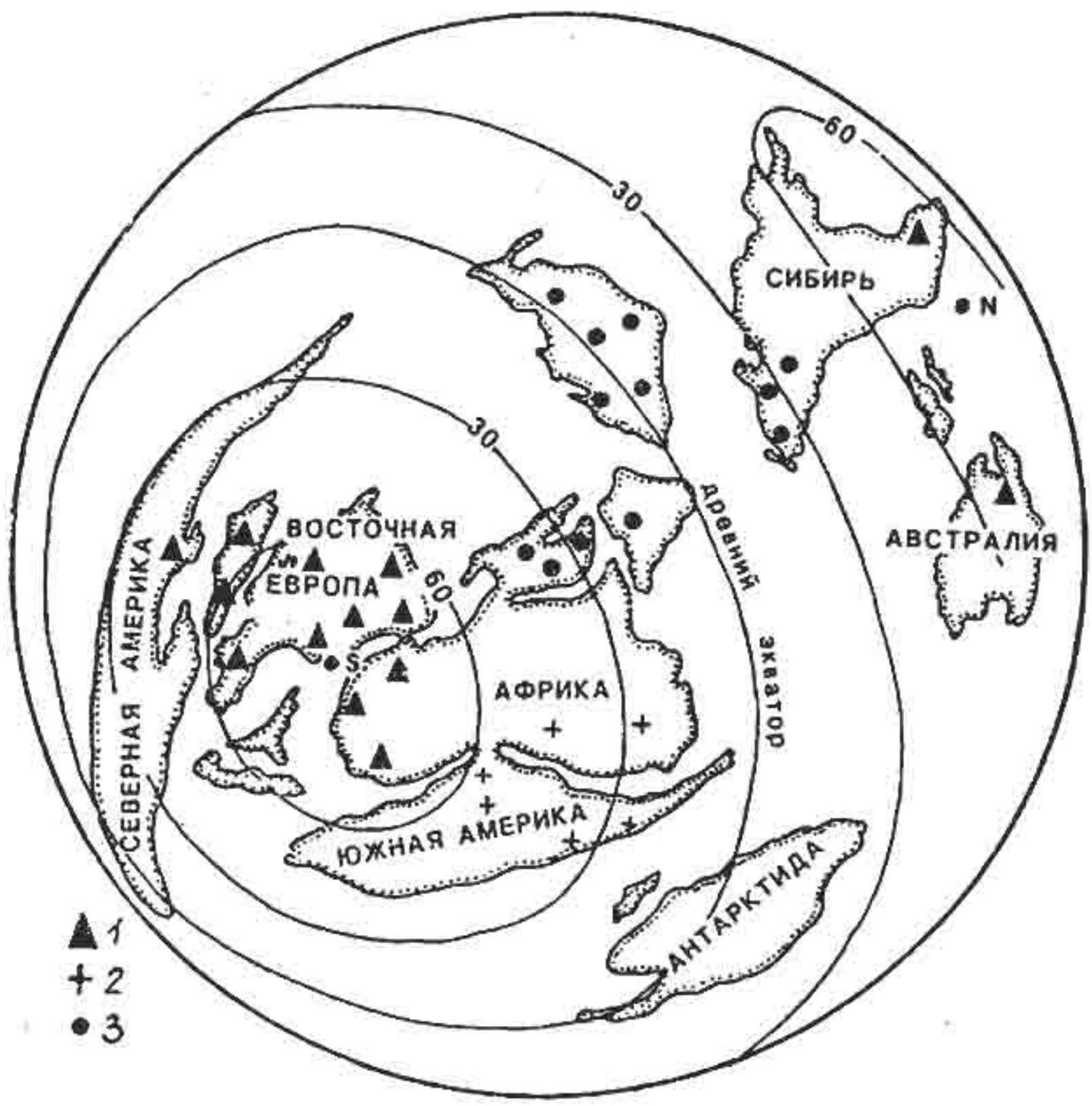



**Рис. 1.4. Положение материков и климатическая зональность в вендском периоде:** 1 – тиллиты; 2 – показатели умеренных температур (аркозовые и полимиктовые пески и песчаники, единичные представители мелкой вендской вауны); 3 – рифы и крупные водорослевые постройки. N – Северный полюс, S – Южный полюс

Изменение ресурса атмосферной углекислоты – не единственная возможная причина возникновения оледенения. Необходимо учитывать не только планетарные причины, способствующие возникновению похолодания (изменения рельефа земной поверхности, соотношения площадей морских бассейнов и суши, континентальный вулканизм, направление и интенсивность морских течений), но и воздействие космических факторов. В частности, изменения интенсивности солнечной радиации, гравитационного и магнитного полей, которые до конца еще не выяснены.

Во второй половине вендского периода ландшафтно-климатические условия существенно изменились. Все большее развитие приобрели карбонатно-терригенные и карбонатно-эвапоритовые образования, свидетельствующие о значительном повышении температуры земной поверхности. В связи с таянием обширных ледниковых покровов уровень Мирового океана поднялся и началась обширная трансгрессия. О высокой температуре свидетельствует не только наличие эвапоритов и высокомагнезиальных карбонатов, но и широкое развитие биогермных массивов, похожих на современные рифы. О том же говорят и дан-

ные палеотермометрии (по соотношению изотопов кислорода и содержанию кальция и магния в карбонатных породах). По этим данным, температура среды обитания строматолитов составляла 35–45 $^0$С. Столь же высокие значения получены из распределения изотопов кислорода в кремнистых образованиях.

Многие геологи, вслед за американскими исследователями Л. Беркнером и А. Маршаллом, полагают, что появление в вендском периоде многоклеточных бесскелетных беспозвоночных было связано с увеличением содержания свободного кислорода в атмосфере до 0,01 от его современного уровня. Этот рубеж носит название точки Пастера. Однако большое распространение красноцветных пород и высокоокисленных железных руд в отложениях не только венда, но и рифея свидетельствует о том, что уровень точки Пастера мог быть достигнут еще в начале рифея. По некоторым данным, это произошло около 1 млрд 500 млн лет назад, поскольку к этому времени относится появление в большом количестве эукариотных организмов, характеризующихся кислородным метаболизмом. Последнее свидетельствует о том, что организмы в это время уже обладали органами дыхания.

### Контрольные вопросы

1. В какое время существовала Пангея I?
2. Встречаются ли офиолиты, характерные для позднего рифея?
3. Какое значение имел распад Родинии?
4. Как перестроились литосферные плиты в венде?
5. Какие основные океаны начали раскрываться в венде?
6. Где распространены области байкальской складчатости?
7. На каких современных материках известны следы вендских ледников?
8. Характерны ли ледниковые отложения венда для Сибирской платформы?
9. Можно ли наметить и по каким породам климатическую зональность венда?
10. Какие причины оледенений рассматриваются исследователями?

## 2. УСЛОВИЯ ПОЯВЛЕНИЯ ПЕРВЫХ БЕССКЕЛЕТНЫХ ЖИВОТНЫХ НА ЗЕМЛЕ

Совсем недавно о мягкотелой фауне докембрия геологам известно было немного. В сравнении с нею многочисленные ископаемые животные кембрия, обладавшие карбонатным, кремнистым или хитиново-фосфатным скелетом, вызывали впечатление внезапности появления, «эволюционного взрыва».

Однако палеонтологический материал вендского периода корректирует устоявшиеся представления. С одной стороны, специалистам по древней истории Земли конца прошлого века стало ясно, что многие типы беспозвоночных кембрия появились «не вдруг», а имеют предков среди вендских животных. С другой стороны, было установлено, что многие классы и даже типы вендской фауны вымерли перед кембрийским периодом без потомства.

Проблема возникновения и эволюции жизни на Земле многогранна и пока еще далека от окончательного решения. Одна из таких граней, безусловно, – вопрос о появлении первых мягкотелых животных в позднем докембрии (Фе-

донкин, 2000). Возраст этого рубежа трудно установить. Классическая палеонтология не дает надежных результатов, но высокий уровень дифференциации животного мира венда говорит как будто бы о более древних корнях Метазоа (Соколов, 1984), об этом же свидетельствуют относительно редкие находки наиболее древних беспозвоночных в позднем рифее. Современные биологи пытаются рассчитать их возраст различными способами.

Оригинальный подход выдвинул J. Valentine (1994) для определения времени появления мягкотелых Метазоа. Он предлагает использовать гипотезу Дж. Боннера о том, что критерием сложности организма служит количество типов клеток в нем. Так, современные млекопитающие имеют более 200 типов клеток, моллюски и членистоногие – более 50, плоские черви и гребневики – 20, кораллы и медузы – 7, губки – всего 5. Если наиболее ранние следы ползания около 560 млн лет назад оставили вендские беспозвоночные, у которых уже наверняка было не менее 30 типов клеток, то экстраполяция от современного человека (210 типов клеток) к этим древним животным приводит к выводу: эволюция Метазоа в докембрии очень коротка. Первые многоклеточные животные могли появиться примерно 680 млн лет назад.

Похожие результаты получены J. Sepkoski (1992) при анализе динамики биоразнообразия в венде и кембрии. Ранняя история развития ископаемых животных демонстрирует бурный рост разнообразия, особенно в кембрии. Это в то же время говорит о кратковременной истории животных.

Таким выводам противоречат результаты исследований по молекулярной биологии. В зависимости от метода и класса анализируемых молекул, время появления Метазоа определяется в интервале от 1 млрд 500 млн до 700 млн лет назад. Модель «молекулярных часов» основана на предположении о постоянной скорости изменения генома в течение длительного времени. G. Wray, J. Levinton (1996) на основании сравнительного анализа 7 генов, кодирующих белки глобины, пришли к выводу, что эволюционные ветви беспозвоночных и хордовых разошлись около 1 млрд лет назад, а первичноротые отделились от хордовых (вторичноротых) – около 1 млрд 200 млн лет назад. F. Ayala, A. Rzhetsky (1998) проанализировали уже 18 генов, кодирующих белки, и показали, что первичноротые (моллюски, кольчатые черви, членистоногие) отделились от вторичноротых (иглокожих и хордовых) около 670 млн лет назад, а хордовые от иглокожих – на 70 млн лет позже. Согласно этим авторам, первые многоклеточные животные появились на Земле около 700 млн лет назад.

Многие палеонтологи считают, что в кембрии наблюдается в большей степени «взрыв изобилия окаменелостей», чем «эволюционный взрыв». Другими словами, большое количество ископаемых животных кембрия сохранилось в связи с появлением минерального скелета. А разнообразие методических подходов биологов говорит об отсутствии у них надежных критериев палеореконструкций на основе современного биологического материала. Истинным прорывом в прошлое стало открытие в начале XX века докембрийской фауны – крупных, нередко, гигантских мягкотелых беспозвоночных, природа которых так дискуссионна. В конце XX века обнаружили в составе кембрийской и более древней вендской фауны животных, которых нельзя отнести ни к одному из ныне живущих типов. Другие животные при всей их необычности являлись предками кембрийских и даже современных беспозвоночных. Их разнообразие даже богаче современного, хотя видов было и немного. Как бы изменились представления

биологов о происхождении и ранней эволюции Метазоа, если бы данные об эмбриональном развитии или геноме этих древних мягкотелых гигантов можно было вовлечь в реконструкцию филогенеза животных!? И при каких условиях они зародились на Земле до начала вендского периода?

Строматолиты – тонкополосчатые карбонатные породы, сформированные цианобактериальными сообществами. В настоящее время такого типа породы формируются в лагунах с несколько повышенной соленостью воды в субаридных зонах у западного побережья Австралии на очень локальной площади (залив Шарк). Но подобные экосистемы в докембрии, напротив, были широко распространены.

Исследователи давно обратили внимание на резкое уменьшение разнообразия и количества строматолитов после 1 млрд лет назад. Главной причиной такого явления стали считать деятельность ранних животных, которые выедали бактериальные дерновинки и нарушали стабильность субстрата (Awramik, 1971). Однако ни следов, ни остатков животных в строматолитовых отложениях докембрия пока не обнаружено.

М. А. Федонкин (2000) отмечает определенный антагонизм между строматолитами и животными: там, где много строматолитов, мало или вовсе нет находок мягкотелых животных. В результате исследования геологической истории фанерозоя был сделано заключение, что строматолиты обычно появляются во времена геологических кризисов, это «знак беды», нестабильности сложных экосистем. Но могли существовать и другие причины сокращения цианобактериальных экосистем. И. Н. Крылов (1985) предполагал, что роль строматолитов резко уменьшилась из-за свободного кислорода, концентрация которого к концу протерозоя намного выросла. Произошло самоуничтожение строматолитов. Если принять, что весь кислород на планете биогенный, то в архее и протерозое благодаря фотосинтезу цианобактерии произвели огромный объем кислорода. Большая его часть пошла на окисление железа и некоторых других металлов, в результате чего образовались осадочные месторождения железистых кварцитов. Но после того, как основная часть железа выпала в осадок, в атмосфере и гидросфере стал накапливаться свободный кислород. По Крылову, в это время произошла первая глобальная экологическая катастрофа. За производство кислорода цианобактерии сами же и поплатились.

Вообще в геологической истории фанерозоя строматолиты появляются в периоды экологических кризисов и массовых вымираний животных. Строматолиты – это «знак беды», дестабилизации сложных экосистем.

М. А. Семихатов, М. Е. Раабен (1994; 1996) установили, что в докембрии было 3 спада в накоплении строматолитов на фоне растущего биоразнообразия их производителей – цианобактерий и водорослей. Последний из них начался 850 млн лет назад и совпал с началом длительной ледниковой эпохи. Климатический фактор оказался главным в исчезновении строматолитовых сообществ.

Рост свободного кислорода в атмосфере планеты сопровождался уменьшением содержания углекислого газа, что приводило к снижению скорости накопления биогенных карбонатных осадков. Резкое похолодание, возможно, также связано с уменьшением парникового эффекта в атмосфере.

Вначале биосфера развивалась в относительно теплых условиях. Но Земля постепенно остывала. Первый ледниковый период зафиксирован около 2,2 млрд лет назад. Затем вплоть до позднего рифея продолжался снова теплый период.

Но начиная с 750 млн лет назад в течение 200 млн лет произошло несколько мощных покровных оледенений. Фиксируется 4 длительных ледниковых периода, возможно, их было больше. Проведенные, согласно палеомагнитным данным, палеореконструкции показывают, что льды могли достигать уровня моря даже вблизи экватора (Чумаков, 1992). Изотопная летопись углерода из карбонатных отложений ледниковых периодов содержит отрицательные аномалии очень большой амплитуды.

Предполагают, что каждое из оледенений продолжалось от 4 до 30 млн лет. В это время почти двухкилометровый слой льда мог покрывать континенты и мировой океан.

**Контрольные вопросы**

1. Какие методы молекулярной биологии применяют для установления времени появления первых бесскелетных многоклеточных животных?
2. Сколько фаз оледенений выделяют в вендском периоде?
3. Почему массовое развитие строматолитов – «знак беды» для экосистем?
4. Как отразилось в развитии органического мира на Земле появление свободного кислорода в атмосфере?
5. Какую гипотезу об условиях появления первых мягкотелых многоклеточных выдвигает М. А. Федонкин?

# 3. МЕСТОНАХОЖДЕНИЯ ВЕНДСКОЙ ФАУНЫ

Мягкотелые многоклеточные животные относительно широко распространены в докембрийских отложениях Земли.

Если в середине XX века стратиграфическое значение бесскелетной фауны венда было невелико, то сейчас именно находки эдиакарской фауны используются для обоснования возраста позднедокембрийских пород.

Крупные местонахождения и относительно редкие находки вендской фауны обнаружены в Европе, Азии, Африке, Австралии, Америке (рис. 3.1). Количество находок постоянно возрастает.

В нашей стране остатки мягкотелых животных широко распространены на Онежском полуострове и на Зимнем берегу Белого моря, в районе Подольского Приднестровья.

В азиатской части России находки позднедокембрийской фауны многоклеточных известны в Сибири из отложений юдомия – сибирского эквивалента венда. Наиболее важное местонахождение этих вендских беспозвоночных открыто на Оленекском поднятии.

В Европе известны местонахождения из района Чарнвуд Ферест возле Мстера в Англии, менее представительны находки Южного Уэльса. Отпечатки медузоидов обнаружены в Северной Норвегии, на острове Сардиния, в докембрии Испании.

В зарубежной Азии многочисленные находки известны в Китае (полуостров Ляодзы, на востоке провинции Хэйлунцзян, в ущелье р. Янцзы).

В Африке наибольший интерес представляют мягкотелые из Намибии, отдельные медузоидные отмечаются в Марокко.

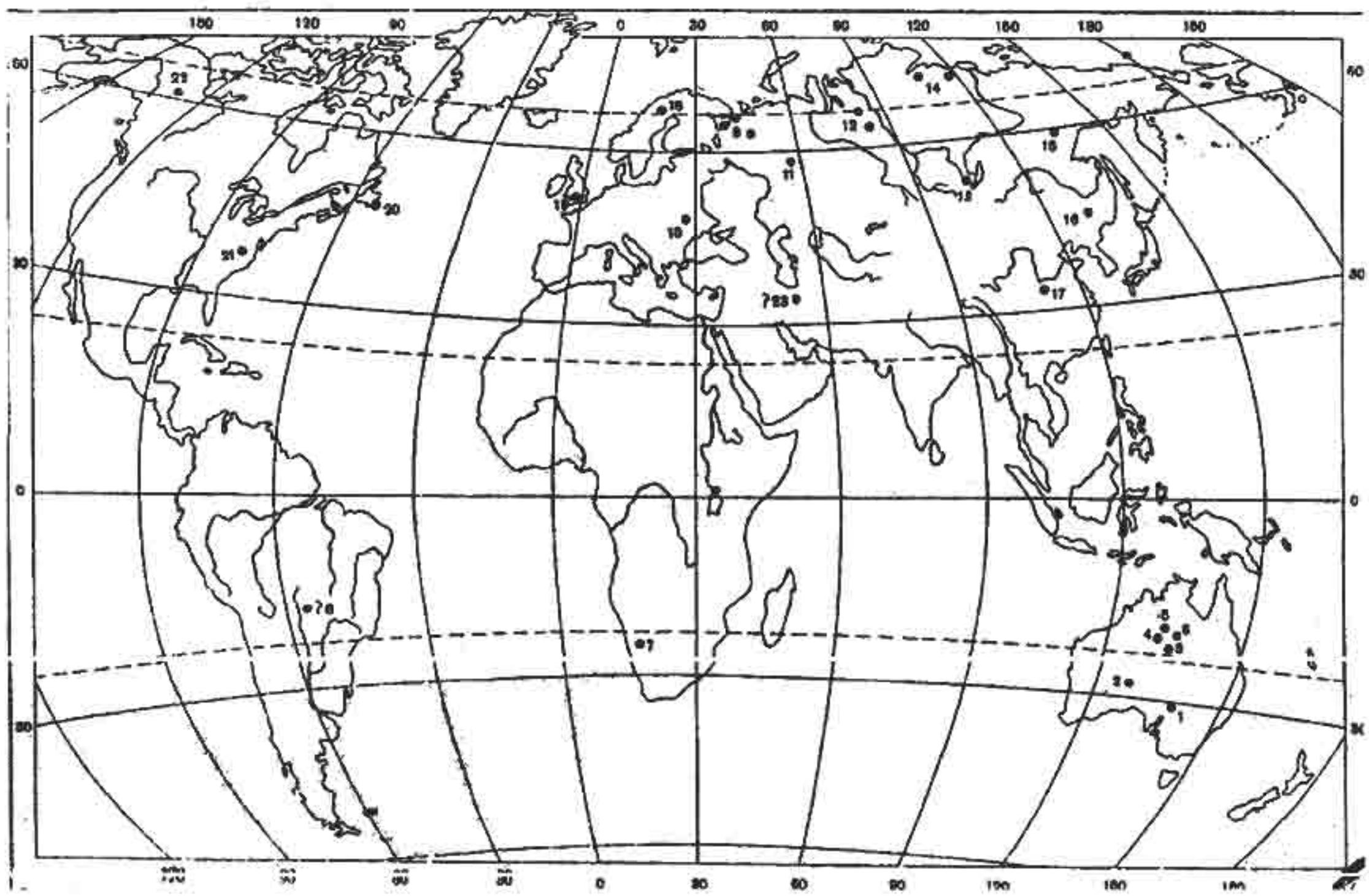


**Рис. 3.1. Географическое распределение местонахождений остатков докембрийских многоклеточных животных по М. Глесснеру (Glaessner, 1984).**

*Австралия*: 1 — Эдиакария, Флиндерс Рейндже, 2 – Панкерри Хиллс, Бассейн Оффисер, 3 – Дип Уэлл, к юго-востоку от Эллис-Спрингс, 4 – Лаура Крик, к юго-западу от Элис Спрингс, 5 – горы Скиннер, 6 – Джервоус Рейнджс, к юго-западу от Бассейна Джорджина. *Африка*: 7 – Намибия, Южная Америка: 8 – Мато Гроссо, юго-запад Бразилии. *СНГ*: 9 – север Русской платформы, 10 – Подольское Приднестровье, 11 – западный склон Урала, 12 – р. Енисей (Игарка – Туруханск), 13 – Иркутский амфитеатр, Прибайкалье, 14 – север Сибирской платформы (Анабарский щит и Оленкское поднятие), 15 – р. Мая. *Китай*: 16 – Северо-Восточный Китай (Лонгщань), 17 – ущелья Янцзы. *Север Европы*: 18 – оз. Торнетряск (Швеция), 19 – Средняя Англия (Лестер). *Северная Америка*: 20 – Юго-Восточный Ньюфаундленд, 22 – Северная Каролина, 22 – северо-запад Канады, горы Маккензи. 23 — Центральный Иран. Ряд местонахождений не показан

Одно из самых богатых местонахождений древнейшей фауны расположено в Южной Австралии. Здесь в районе хребта Флиндерс близ Эдиакара в кварцитах обнаружено более 30 видов бесскелетных метазоа. Менее крупные местонахождения характерны для Центральной Австралии.

Очень необычные ассоциации примитивных кишечнополостных известны на полуострове Авалон острова Ньюфаундленд.

Остатки докембрийских многоклеточных установлены и на северо-западе Канады в центральной части гор Маккензи.

Сравнительно недавно обнаружены первые находки вендских животных и в США в сланцах докембрия возле Стенли Каунти в штате Северная Каролина.

## 3.1. Европа

### Юго-Восточное Беломорье

Обильные остатки вендской фауны отмечаются в Беломорье и выдвигают этот район на первое место в мире по богатству и разнообразию древнейших метазоа.

Здесь вендские отложения в составе валдайской серии имеют большую площадь естественных обнажений и широко распространены под четвертичными образованиями. Выделяемые в ней редкинский и котлинский горизонты имеют характерные палеонтологические черты. Алевропелитовые толщи венда общей мощностью более 1 тыс. м залегают с глубоким размывом и несогласием на более древних осадочных толщах или на кристаллическом фундаменте. Вендская серия составляет единый трансгрессивно-регрессивный цикл осадконакопления. В нижней части разреза расположены отложения редкинского горизонта, выше – котлинского (рис. 3.2).

Каждый из выделенных горизонтов охарактеризован остатками бесскелетных беспозвоночных, ихнофоссилиями и богатыми комплексами микрофоссилий (акритарх), но самые верхние слои отнесены к венду условно.

Более древние, чем породы редкинского горизонта, вулканогенно-осадочные и грубообломочные отложения условно считаются рифейскими, хотя не исключена возможность корреляции их с отложениями нижнего венда.

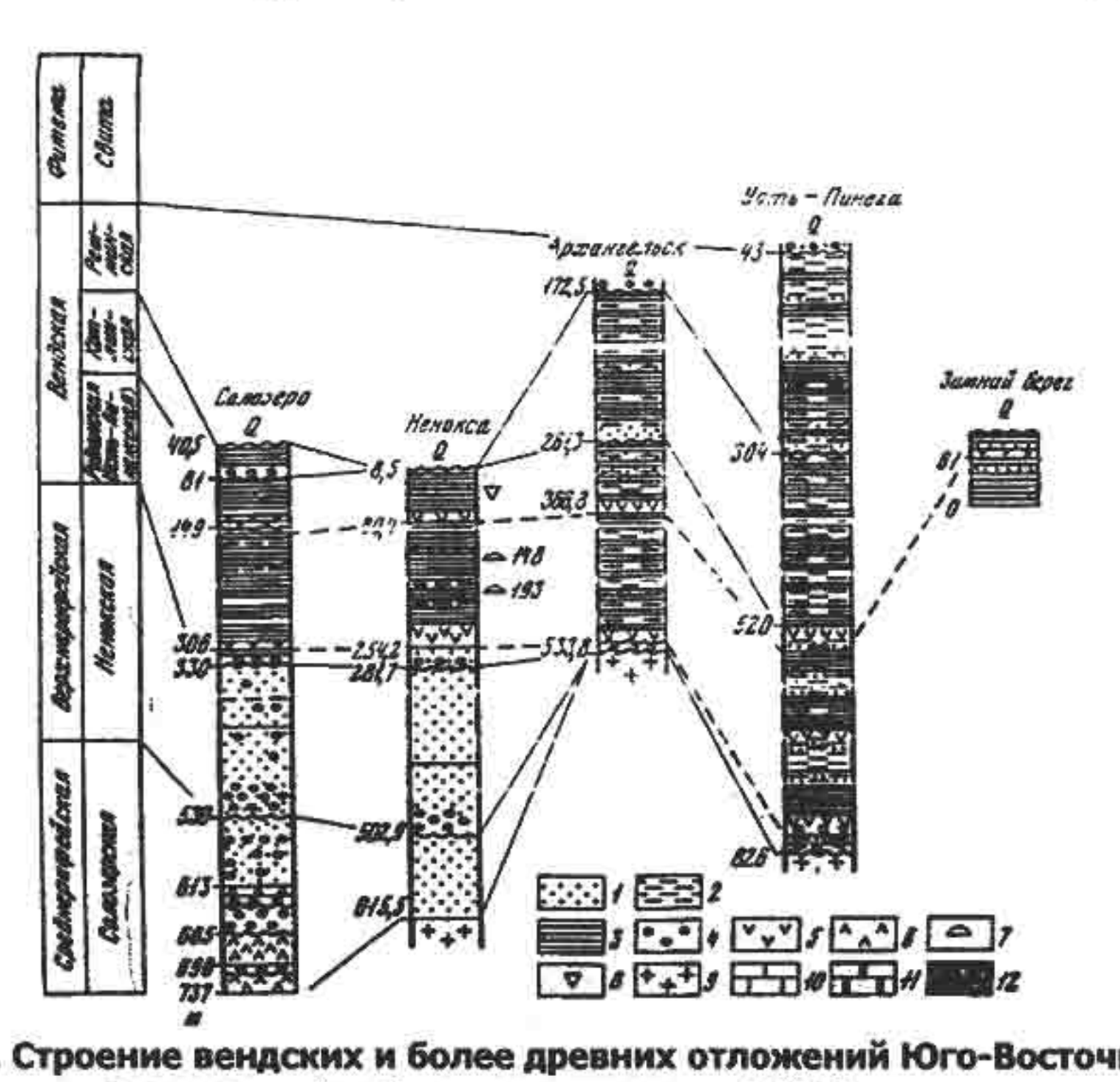



**Рис. 3.2. Строение вендских и более древних отложений Юго-Восточного Беломорья (по Станковскому и др. 1985):**

1 – песчаники, 2 – алевролиты, 3 – глины и аргиллиты, 4 – гравелиты и конгломераты, 5 – вулканические туфы и туффиты, 6 – базальты и долериты, 7 – находки Beltanelliformis, 8 – Pteridinium, 9 – кристаллические породы фундамента. В последующих рисунках: 10 – известняки, 11 – доломиты, 12 – тиллиты

В составе редкинского горизонта выделяются (снизу вверх): плетневская свита (наблюдается не везде), усть-пинежская свита.

В составе котлинского горизонта выделяются (снизу вверх): мезенская свита, падунская свита.

Усть-пинежская свита состоит из следующих слоев: талицкие, лялицкие, архангельские, верховские, сюзьминские, вайзицкие, зимнегорские.

В мезенской свите выделяют слои: ергенские, мельские.

К падунской свите относят слои: золотницкие, товские.

Для усть-пинежской свиты характерно разное преобладание глинистых пород над алевритами и песчаниками, в базальной части залегают пачки конгломератов и песчаников. Окраска пород зеленовато-серая с резкими шоколадно-коричневыми прослоями. Маркирующие пачки туфогенных монтморелонитовых пород в составе свиты позволяют коррелировать ее на широких площадях. В усть-пинежской свите встречено огромное количество отпечатков беспозвоночных и следов их жизнедеятельности. Основная масса окаменелостей найдена в естественных обнажениях Зимнего берега Белого моря и на Онежском полуострове, но возможности дальнейших сборов остатков древнейших метазоа на Юго-Восточном Беломорье не ограничены.

### Онежский полуостров

Опорные разрезы отложений венда в этом районе вскрыты скважинами Ненокса-1 и Солозеро. Естественные выходы отложений этого возраста известны в нижнем течении четырех рек по берегам Унской губы и Онежского залива. От мест выходов на поверхность этих толщ в восточном и юго-восточном направлениях постепенно происходит возрастание их мощности и степени дислоцированности.

Лучшие обнажения находятся на берегах р. Сюзьмы от низовьев до 30 м вверх по течению. Почти везде в обнажениях выходят зеленовато-серые, иногда голубоватые плотные глины с раковистым изломом, содержащие тонкие (0,5–15 см) прослои и линзы очень плотных светло-серых, местами известковистых алевритов, реже – доломитизированных мергелей (глинистая толща). Видимая мощность этой толщи не превышает 15 м. Однако в 5 км выше устья р. Сюзьмы на ее правом берегу выходит своеобразный пласт пород мощностью около 13 м (песчанистый), стратиграфические взаимоотношения которого с глинистой толщей точно не установлены (рис. 3.3). Этот песчанистый пласт выходит на поверхность в поднятом крыле взброса и характеризуется легкой деформацией слоев. Амплитуда вертикального перемещения не менее 15 м.

Песчанистый пласт изобилует окаменелостями. Плохо сортированные глинистые песчаники и алевриты имеют явные признаки турбидитовой породы: градационная слоистость (особенно в тонких пластах), следы течения осадка и знаки нагрузки, линейно ориентированные следы течения воды, крайняя редкость следов жизнедеятельности и разнообразная ориентировка отпечатков мягкотелых организмов, указывающая на перемещение по склону погибших организмов вместе с текущим осадком. В песчанистом слое обнаружены: Beltanelliformis brunsae Menner, Albumares brunsae Fedonkin, Dickinsonia costata Sprigg, Palaeoplatoda segmentata Fedokin, Onega stepanovi Fedonkin, Vendomia menneri Keller, Spriggina borealis Fedonkin, Bomakellia Kelleri Fedonkin, Pterid-

inium nenoxa Keller, Archangelia Valdaica Fedonkin, Rangea sp. и следы жизнедеятельности Suzmites Volutatus Fedonkin, Vendichnus vendicus Fedonkin, Cochlichnus sp., Neonereites sp., Planolites sp.

Глинистая толща, сложенная зеленовато-серыми и голубоватыми глинами, содержит линзовидные прослои плотных светло-серых алевритов и редкие тонкие линзы белых монтмориллонитовых (?) глин. В алевритах встречается пирит в рассеянной форме и в виде мелких конкреций по ископаемым следам Neonereites и Planolites. В типичном случае алевриты имеют горизонтальную слоистость и образуют тонкую листовидную щебенку. Нередка градационная слоистость. На нижних плоскостях напластования часты мелкие знаки течения, реже заполнения неширокие подводных каналов.

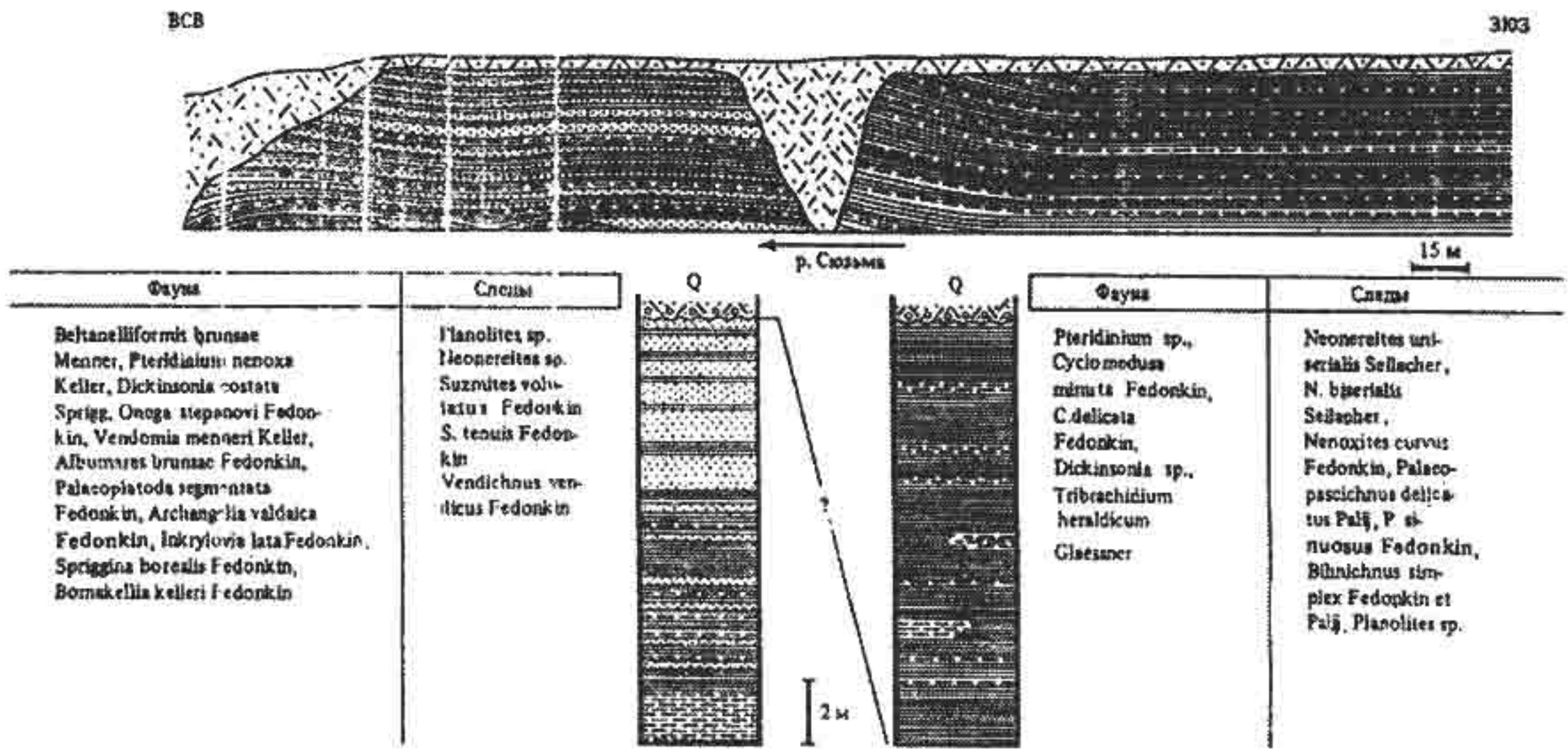



**Рис. 3.3. Строение усть-пинежской свиты валдайской серии венда по правому берегу р. Сюзьмы, в 5 км выше устья (Летний берег Белого моря, Онежский полуостров). По Федонкину (1981)**

Глинистая толща, по-видимому, занимает более высокое стратиграфическое положение по отношению к песчанистой толще. Фауна глинистой толщи представлена в основном медузоидными формами: Cyclomedusa minuta Fedonkin, C. delicata Fedonkin, Tribrachidium heraldicum Seilacher, Nenoxites curvus Fedonkin, Palaeopascichus delicate Palij, P. simosus Fedonkin, Bilimichus simplex Fedonkin et Palij, Planolitus sp. и др.

Различие в составе ассоциаций беспозвоночных из песчаной и глинистой толщ, обнаженных в нижнем течении р. Сюзьмы, объясняется, видимо, разницей в условиях среды. Песчанистая толща накапливалась в очень измененных гидродинамических условиях, в обстановке склона крупной долины, рассекающей дно в зоне нижней сублиторали. Глинистая толща образовалась, вероятно, в более спокойных глубоководных условиях, о чем свидетельствует горизонтальная слоистость, незначительные следы течения, редкость отпечатков мягкотелых (в основном формы), а также следы группы Pascichia, которые обычно характеризуют спокойные, часто глубоководные условия – фация Nereites.

## Зимний берег

Местонахождение вендских беспозвоночных на Зимнем берегу Белого моря расположено приблизительно в 100 км к северо-востоку от указанного выше местонахождения, близ р. Сюзьмы. Между поселками Нижняя Золотица и Большие Козлы по морскому берегу на протяжении более, чем 50 км отмечаются выходы горных пород высотой до 100 м. Наиболее богатое местонахождение находится в районе Зимних Гор между руч. Медвежий на севере и руч. Ивовик на юге и имеет протяженность 8 км. На поверхность выходят слабо литифицированные аргиллитоподобные глины, алевролиты, песчаники (рис 3.4.). Трансгрессивно-регрессивная последовательность напластования определяет характер распространения фауны в разрезе. Пачка тонкого переслаивания светло-серых глинистых алевролитов, темно-серых глин и их переходные разности наиболее богаты окаменелостями (рис. 3.4).

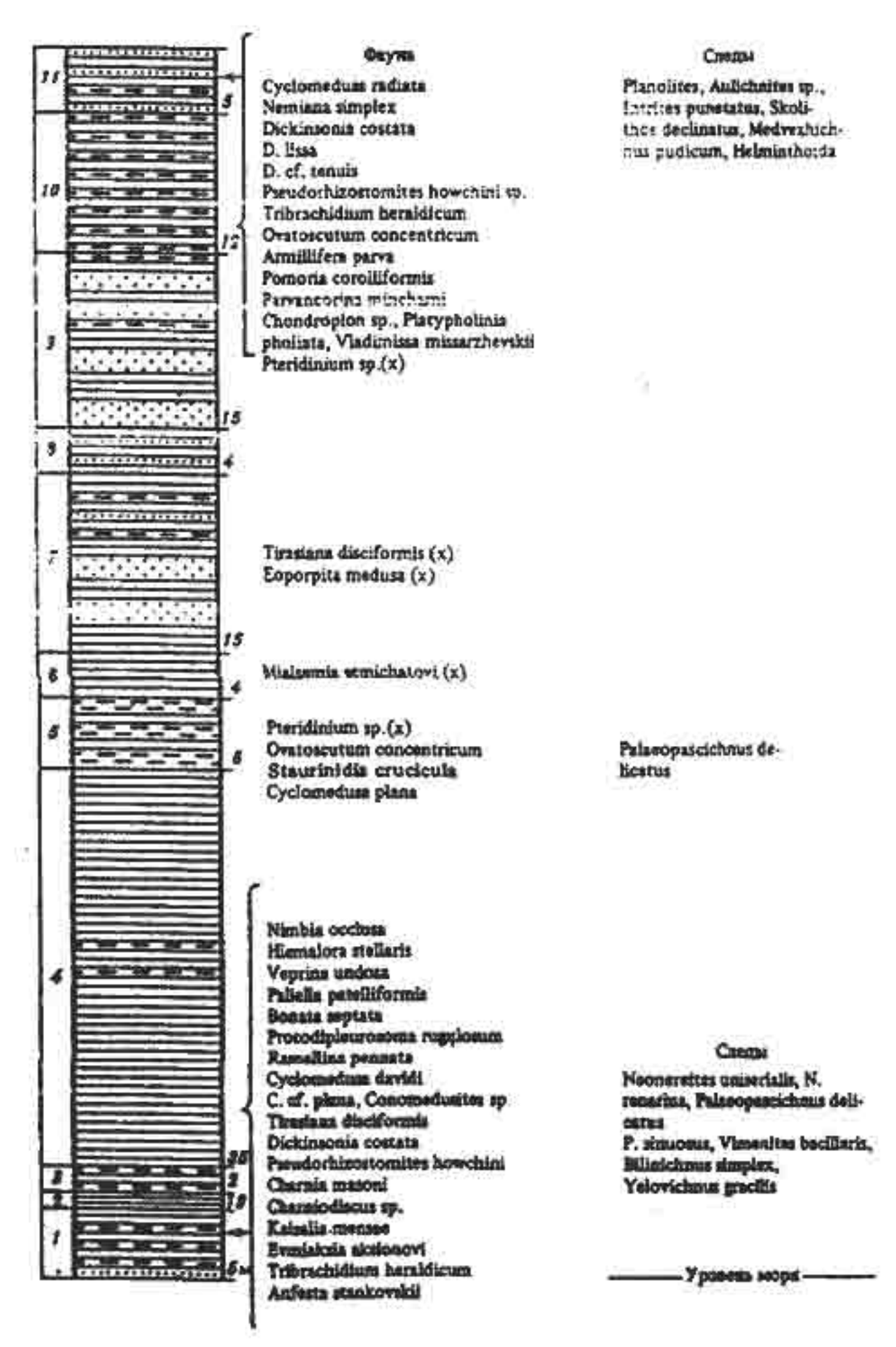



**Рис. 3.4. Разрез вендских отложений близ зимнегорского маяка на Зимнем берегу Белого моря. Окаменелости, найденные в осыпи и привязанные к разрезу на основе литологического сходства пород, указаны знаком (X). По Федонкину (1978)**

Выше по разрезу отмечается увеличение грубозернистых терригенных разностей с признаками мелководных условий осадконакопления. В верхних слоях разреза (слой II), завершающих разрез усть-пинежской свиты Зимних Гор, обнаружена богатая ассоциация мягкотелых.

В осыпи из средней части разреза найдены отпечатки медузоидных.

Вероятно, в разрезе усть-пинежской свиты Зимнего берега можно зафиксировать два или более биостратиграфических комплекса окаменелостей, которые могут иметь значение для расчленения и корреляции вендских толщ.

Для усть-пинежской свиты имеется несколько определений изотопного возраста по глаукониту. Из слоя 1 Зимнегорского разреза цифра по K-Ar составляет 600 млн лет (Келлер, 1976). Возраст пород из слоя 4, определенный Rb-Sr изотопным методом, составляет 620 млн лет.

## Подольское Приднестровье

Разрез венда Подольского Приднестровья, заключающий ассоциации бесскелетной фауны, изучался большим количеством авторов (Федонкин, 1981а, 1983б, 1985). Стратиграфическая последовательность толщ, их состав и условия формирования изучены с высокой детальностью. На эффузивно-терригенных толщах грушкинской свиты волынской серии или непосредственно на кристаллическом фундаменте с размывом залегает могилев-подольская серия, включающая (снизу вверх) могилевскую, ярышевскую и нагорянскую свиты. Могилевская свита состоит из ольчедаевских, ломозовских и ямпольских слоев — в основном песчаников, которые вверху сменяются пачкой лядовсккх аргиллитов ярышевской свиты. В ломозовских слоях обнаружена богатейшая ассоциация бесскелетной фауны (Федонкин, 1981, 1983б): Nimbia occlusa Fedonkin, N. dniesteri Fedonkin, Cyclomedusa radiata Sprigg, Medusinites asteroides Glaessner et Wade, Paliella patelliformis Fedonkin, Irridinitus multiradiatus Fedonkin, Ediacaria flindersi Sprigg, Eoporpita sp., Tribrachidium heraldicum Glaessner, Hiemalora stellaris Fedonkin, Elasenia aseevae Fedonkin, Dickinsonia costata Sprigg, D. cf. tenuis Glaessner et Wade, Pteridinium sp., Charniodiscus sp., Vaveiiksia velikanovi Fedonkin, Podolimiras minis Fedonkin, а также следы жизнедеятельности Bergaueria sp. (с очевидными признаками латерального перемещения полипа), Neonereites uniserialis Seilacher, N. biserialis Seilacher, Palaeopascichnus delicatus Palij и др. В ямпольских слоях встречены Nemiana simplex Palij, Vaveiiksia sp., Hiemalora sp. и синусоидальные следы, близкие к Cochiichnus Hitchcock, Palaeopascichnus sp. Общая мощность свиты до 105 м.

Ярышевская свита включает снизу лядовские (аргиллиты) и бернашевские слои (аргиллиты и песчаники); последние содержат Cyclomedusa plana Glaessner et Wade, C. serebrina Paiij, Nemiana simplex Palij, Tirasiana disciformis Palij и T. coniformis Palij: в вышележащих бронницких слоях (окремнелые пепловые туфы и туфоаргеллиты) встречены Bronicella podolica Zaika-Nov., Charniodiscus planus Sokolov, Planomedusites grandis Sokolov, Medusinites patellaris Sokolov и следы жизнедеятельности илоедов; разрез свиты заканчивается зиньковскими слоями (аргиллиты и алевролиты, 30 м). Мощность свиты до 70 м.

Нагорянская свита (джуржевские слои — песчаники с Nemiana simplex и калюсские слои — черные сланцы со стяжениями фосфоритов) имеют мощность до 75 м.

Каниловская серия мощностью до 205 м залегает на могилево-подольской с размывом и обычно рассматривается, как аналог котлинской свиты Беломорья. В составе серии выделены (снизу вверх) даниловская, жарновская, крушановская и студеницкая свиты, которые подразделяются на слои. В сероцветных аргиллитах, алевролитах и песчаниках серии обнаружены редкие медузоиды и ископаемые следы Harlanieila podolica Sokolov, Palaeopascichnus delicatus Palij и другие формы (Соколов, 1972). Характерна обильная макрофлора вендотенид (Гниловская, 1979 и др.).

Залегающая выше хмельницкая свита (ровенский горизонт) представлена темно-серыми алевролитами с прослоями аргиллитов, известковистыми песчаниками и пачкой глауконитово-кварцевых песчаников в основании. Она содержит различные виды сабеллидитид: Sabellidites cambriensis Jan., S. ex. gr. cambriensis Jan. Paieolina sp., Sokolov costata Kirjanov и разнообразные иско-

паемые следы: Didymaulichnus tirasensis Palij, Bergaueria major Palij, Treptichnus bifurcus Miller, T. triplex Palij, Cochlichnus sp., Phycodes pedium Seilacher, Gyrolithes polonicus Fedonkin и многие другие (Федонкин, 1981б, 1983б). Эта ассоциация следов жизнедеятельности характерна для мелководных фаций нижнего кембрия.

Сравнение состава фауны из ломозовских слоев Подолии и из устьпинежской свиты Зимних гор (Зимний берег Белого моря) обнаруживает много общих форм. Если допустить, что зимнегорские и ергинские слои устьпинежской свиты эквивалентны в стратиграфическом отношении ломозовским слоям могилевской свиты Подолии, то можно будет сделать вывод, очень существенный для понимания объема венда на Русской платформе. Дело в том, что ломозовские слои в Подолии, по сути, составляют основание валдайской серии и местами залегают прямо на кристаллическом фундаменте (как в районе Новоднестровской ГЭС). На севере же Русской платформы зимнегорские и ергинские слои подстилаются достаточно мощной толщей осадочных пород нижней части валдайской серии (тамицкие, лямикские, сюзьминские и архангельские слои) и находятся не в основании, а ближе к средней части валдайской серии. Иначе говоря, в Юго-Восточном Беломорье в разрезе валдайской серии, по-видимому, присутствуют толщи более древние, чем залегающие в основании валдайской серии в Подолии (табл. 1).

**Таблица 1**

**Фаунистическая характеристика вендских отложений Подольского Приднестровья**

| Серия | Свита | Слои | Фаунистические остатки |
|---|---|---|---|
| Балтийская | Хмельницкая | | Sabellidites cambriensis Jan., S.ex.gr. cambriensis Jan., sokoloviina costata Kirijanov, paleilina sp., Didymaulichnus tirasensis Palij, Treptichnus bifurcus miller, T. Triplex Palij, Bergaueria major Palij, Gyrolithas polonicus Fedoncin, Phucodes pedum Seilecher, Cochlichnus sp. |
| Каниловская | Студеницкая | Комаровские | Harlaniella podolica Sokolov, Palaeopascichus delicatus Palij, Gordia sp. |
| | | Поливанвские | |
| | Крушановская<br>Жарновская<br>Даниловская | | Фаунистические остатки не обнаружены |
| Могилев-подольская | Нагорянская | Калюсские | |
| | | Джуржевские | Nemiana simplex Palij |
| | Ярышевская | Зиньковские | Фаунистические остатки не обнаружены |
| | | Бронницкие | Bronicella podolica Zaika-Nov., Charniodiscus planus Sokolov, Planomedusites grandis Sokolov, Medusites pattelaris Sokolov |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | Бернашевские | Cyclomedusa plana Glaessner et Wade, C. cf.plana, C. serebrina Palij, Tirasiana disciformis Palij, T. coniformis Palij, Nemiana simplex Palij, Zimniella sp., Palaeopascichnus delicatus Palij |
| | Могилевская | Лядовские | Фаунистические остатки не обнаружены |
| | | Ямпольские | Nemiana simplex Palij, Cochlichnus sp., Heimalora sp., Protodiapleurosoma sp., Vaveliksia velikanovi Fedonkin, Palaeopascichnus delicatus Palij |
| | | Ломозовские | Nimbia occlusa Fedonkin, N. dniesteri Fedonkin, Irridinitus multradiatus Fedonkin, Elasenia aseevae Fedonkin, Vavaliksia velikanovi Fedonkin, Podolomirus mirus Fedonkin, Valdaniana plumosa Fedonkin, Lomosovis malus Fedonkin, Paliella patelliformis Fedonkin, Hiemalora stellaris Fedonkin, Cyclomedusa davidi Sprigg, C. plana Glaessner et Wade, Medusinites asteroides (Sprigg), Tribrachidium heraldicum Glaessner, Ediacaria flindersi Sprigg, Dickinsonia costata Sprigg, D. tenuis Gllaessner et Wade, Conomedusites lobatus Glaessner et Wade, Pteridinium sp., Pseudorhizostomites sp., Protodipleutrosoma rugulosum Fedonkin, Bergaueria sp., Nemiana sp., Paleopascichnus delicatus Palij, Neonereites sp. |
| | | Ольчедаевские | Фаунистические остатки не обнаружены |

Завершая характеристику основных местонахождений вендской фауны европейской части России, отметим еще несколько точек, заслуживающих внимания. Одно из местонахождений обнаружено в 1976 г. в среднем течении р. Онеги (Чистяков и др., 1984). Здесь по берегам реки в невысоких обнажениях около 6 м высотой вскрыта толща переслаивания пестрых аргаллитоподобных глин и алевролитов вендского возраста (вероятно, редкинский горизонт). Древние толщи перекрываются отложениями среднего карбона или четвертичными отложениями. В нескольких выходах вендских глин между устьем р. Сомбы и дер. Яр-

нема обнаружены Inkrylovia cf. lata Fedonkin, Yarnemia ascidiformis Nessov, «Arborea» sp., Cyclomedusa sp., Neonereites uniserialis Seilacher.

В естественных обнажениях венда по берегам р. Вонгуды в ее среднем течении А. П. Прониным (ПГО «Архангельскгеология») найден небольшой экземпляр Charnia.

На западном склоне Среднего Урала (Беккер, 1979), где к венду относятся серебрянская и сылвицкая серии. Серебрянская серия, которая, по мнению Б. М. Келлера, коррелируется с древлянским горизонтом Русской платформы, представлена песчаниками, алевролитами и сланцами с подчиненными по мощности прослоями базальтовых порфиритов и тиллитоподобных конгломератов. Наиболее выдержаны тиллоиды танинской свиты, залегающей в основании серии. Выше следует гаревская, койвинская, бутонская и керносская свиты. Мощность серии не менее 2 200 м. Сылвицкая серия залегает с размывом на разных горизонтах керносской свиты и сложена зеленовато-серыми аргиллитами и алевролитами с прослоями песчаников и с пачкой тиллитовидных конгломератов (15–13 м) в основании. Ритмичное переслаивание терригенных разностей пород придает этой серии флишоидный облик. В составе серии выделяют старопеченскую, переволокскую, чернокаменскую и усть-сылвицкую свиты. В чернокаменской свите обнаружены Tirasiana coniformis Palij, T. concentralis Becker, T. cocarda Becker (Беккер, 1979). В этой же свите В. И. Кривошеевым (Уральская геологосъемочная экспедиция, ПГО «Уралгеология») недавно обнаружены вендские формы Hiemalora, Palaeopascichnus, Neonereites. На 1 тыс. м стратиграфически выше в усть-сылвицкой свите обнаружены проблематичные Arumberia. Мощность сылвицкой серии до 2 100 м.

### Зарубежная Европа

Наиболее известным в Западной Европе является местонахождение докембрийской фауны в районе Чарнвуд Форест близ Лестера в Англии (Ford, 1963, 1980). В древнейших толщах этого региона, объединяемых в чарнийскую надсерию, были обнаружены относительно немногочисленные окаменелости эдиакарского типа, главным образом примитивные формы Cyclomedusa, а также представители семейств Charniidae и Vendomiidae.

В составе чарнийской надсерии (рис.3.5) выделяют три серии, которые вкратце описаны здесь снизу вверх.

Серия Блэкбрук – вулканогенные, в основном, пирокластические образования. Основание серии не вскрыто. Мощность около 900 м.

Серия Мэплвелл – фельзитовые агломераты, роговики с прослоями гравелитов и грубозернистых пеплов, сланцы и сланцевые агломераты. В слоях Вудхаус из верхней части серии Мэплвелл, состоящих из роговиков с прослоями туфогравелитов и тонкозернистых туфоалевролитов, найдены остатки вендской фауны. Среди них описаны Charnia masoni Ford, Charniodiscus concentricus Ford, Cyclomedusa davidi Sprigg, Pseudovendia charnwoodensis Boynton et Ford и некоторые другие формы плохой сохранности. Эти окаменелости приурочены к поверхностям напластования тонкозернистых туфоалевролитов, возможно, имеющих турбидитную природу. Мощность серии 1 200–1 350 м.

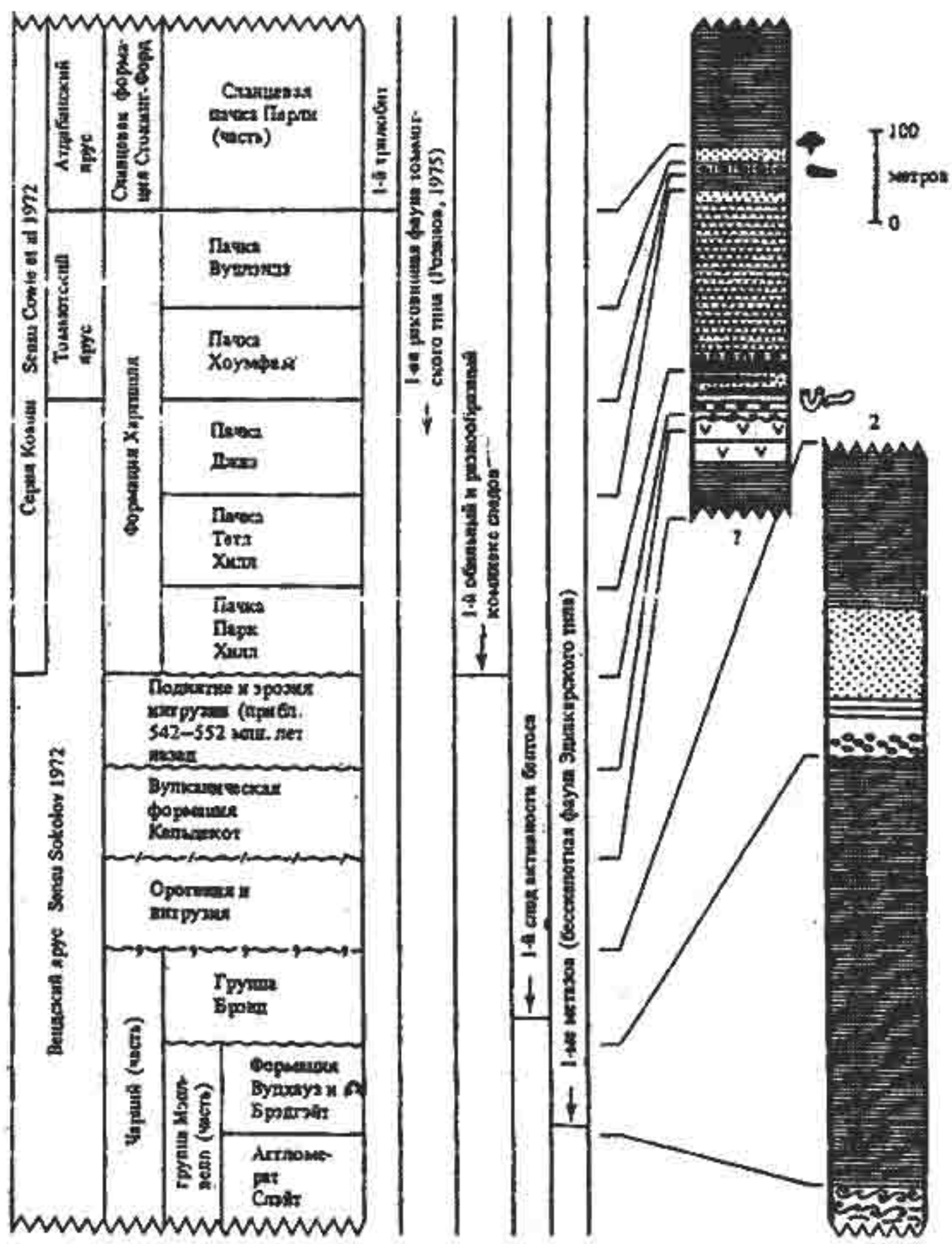



**Рис. 3.5. Вероятное соотношение верхней части чарнийской серии (2) нижнего кембрия Центральной Англии (Braiser et al., 1978)**

Серия Бренд залегает несогласно с пачкой конгломератов и гравелитов в основании. В составе галек конгломератов встречены подстилающие породы. Выше по разрезу эта серия сложена кварцитами, гравелитами и сланцами. Мощность серии 300 м.

Разрез чарнийской надсерии предположительно надстраивается вулканогенной формацией Колдекот (Coldecote) и затем мощной терригенной формацией Хартшилл (Hartshill), с самого основания которой в изобилии встречаются следы жизнедеятельности Arenicolites, Gordia, Pianolites и Psammichniies(?), а со второй половины формации в 250 м выше ее основания в пачке Хоум Фарм – скелетная проблематика позднетоммотского или даже атдабанского возраста. Однако эта корреляция остается весьма неоднозначной, поскольку указанные толщи кембрийского возраста вскрываются в другом районе – в Варвикшире.

Общая мощность чарнийской надсерии достигает 2 250 м. Отпечатки фауны эдиакарского типа встречены приблизительно в 800 м ниже кровли видимого разреза этой надсерии. Изотопный возраст интрузивных тел, пронизывающих чарнийские толщи, определен по породе в целом Rb-Sr изохронным мето-

дом и находится в пределах от 542 ± 22 до 552 ± 58 млн лет. Датировки этих пород К-Ar методом дали возраст 684 ± 29 млн лет, что позволило предполагать более древний возраст чарнийской фауны в сравнении с эдиакарской (Ford, 1963). Однако сейчас пока нет веских оснований считать это предположение вероятным. Сопоставление пород близкого состава и похожего геологического положения из других районов Центральной Англии и сравнительный анализ изотопных датировок допускают предположение о том, что отложения чарнийской надсерии формировались в интервале 620–580 млн лет (Glaessner, 1984).

Другое местонахождение на территории Великобритании обнаружено в Южном Уэльсе к югу от Кармартена, где в отдельном обнажении тонкослоистых алевропелитов и алевролитов обнаружены формы, отнесенные к родам Cyclomedusa Sprigg и Medusinites Sprigg, а также формы плохой сохранности, напоминающие Tribrachidium Glaessner. Недавно в этих же толщах обнаружены следы жизнедеятельности вагильного бентоса. Среди ихнофоссилий есть типично вендские формы.

Заслуживают внимания находки Kullingia concentrica Glaessner в нижней части группы Дивидаль в Северной Норвегии (Fyn, Glaessner, 1979). Эти дисковидные правильно концентрические формы обнаружены в нескольких местонахождениях в районе озера Торнеттряск в песчано-сланцевых толщах, залегающих на архейских гнейсах.

Стратиграфически выше уровня с Kullingia встречаются следы жизнедеятельности Phycodes, Treptichnus, возможный Rusophycus, а еще выше — такие формы, как Platysolenites, Sabellidites, Aldanella и др. Корреляция с разрезами, в которых присутствуют тиллиты Варангерского горизонта, дает основание предполагать, что уровень Kullingia отделен от тиллитов лишь незначительным стратиграфическим интервалом.

Другое местонахождение докембрийских метазоа недавно открыто на юго-востоке о-ва Сардиния в черных сланцах существенно терригенной серии Сан Вито. Здесь обнаружены отпечатки возможных сцифомедуз Ichnusina cocozzi Debrenne et Naud и многочисленные, но однообразные следы ползания червеобразных беспозвоночных.

В толще серии Альпудиан (испанская провинция Толедо), которая представлена чередованием сланцев, песчаников, доломитов, строматолитовых и водорослевых известняков, в верхней ее части среди алевролитов обнаружены следы жизнедеятельности беспозвоночных и редкие проблематичные отпечатки медузоидных (Nimbia sp, Paliella sp). В вышележащих сланцах Пуса встречаются обильные остатки дисковидных макроскопических водорослей и чуариоморфид, крупных лентовидных вендотенид. Стратиграфически выше – песчаники со следами жизнедеятельности, типичные для нижнего кембрия.

## 3.2. Азия

### Азиатская часть России

В азиатской части России широко распространены отложения вендского возраста, однако крупных местонахождений остатков бесскелетных метазоа пока немного. В Сибири эти отложения известны под названием юдомского комплекса или юдомия. В отличие от венда стратотипической местности его сибирский эквивалент характеризуется преобладанием карбонатов, отсутствием тиллитов в основании разреза, специфической палеонтологией, в частности, изобилием строматолитов и микрофитолтов. Стратотипом юдомия принимается та часть юдомской свиты Учуро-Майского района, которая залегает стратиграфически ниже зоны Aldanocyathus sunnaginicus –Tiksitheca licis и содержит характерный комплекс биолитов. Юдомская свита Учуро-Майского района выступает как фациально изменчивый комплекс осадков, в разрезе которых выделют два стратиграфических подразделения. Нижнее из подразделений (нижнеюдомская подсвита) представлено изменчивой по составу толщей известняков и доломитов, частично битуминизированных, аргиллитов и песчаников мощностью до 400 м. Верхнее подразделение (верхнеюдомская подсвита) сложено в основном светлыми доломитами, лишь в нижней части местами встречаются песчаники, а у кровли – известняки.

В настоящее время наиболее хорошо изучено местонахождение метазоа в хатыспытской свите хорбусонской серии в пределах Оленекского поднятия. В бассейне р. Хорту-Сунки в средней части свиты обнаружен новый уровень с многочисленными остатками вендских бесскелетных организмов. Массовость находок позволяет говорить о новом типе вендской биоты – «Оленекская биота».

В пределах Енисейского кряжа по р. Ангаре в средней терригенно-кабонатной пачке островной свиты (приустьевая часть р. Иркенеево) найдены отпечатки медузоидных Cyclomedusa ex. gr. davidi Sprigg, которая по заключению Б. С. Соколова приближается к медузоидным из ашинской свиты Приуралья. В нижней части платоновских доломитов (в Туруханском поднятии) определены Sabellidites ex. gr.

В Прибайкальском прогибе (Западное Прибайкалье) в отложениях куртунской свиты встречены Baicalia sessilis Sokolov, Pteridinium sp; ихнофауна Cyclindrichnus, а также Paleolima ex. gr. evenkiana Fok, Vendotenia sp. На р. Хидусе, в верхнемотской подсвите, обнаружены массовые скопления лентовидных водорослей, напоминающих скопления Vendotaenia из валдайской серии венда Русской платформы. Здесь же найден небольшой отпечаток дискообразной формы с неправильными, скорее спиральными, чем концентрическими морщинами, которые напоминают Chuaria, Fermoria и близкие к ним формы, известные из верхнего докембрия разных местонахождений.

В Сибири вендская фауна известна в основном в платформенных отложениях юдомской свиты и ее аналогов (Соколов, 1975). Проблематичные отпечатки неясной природы описаны из низов верхнеюдомской подсвиты Юдомо-Майского района под названием Suvoroveila aldanica Vologdin et Maslov, Majaella verhojanica Vologdin et Maslov. Эти окаменелости интерпретируются как медузоиды (Соколов, 1977), хотя специфичная структура поверхности отпечат-

ков допускает возможность иных толкований систематического положения Suvoroveila и Majaella.

В верхней части мотской свиты на р. Хидусе, в устье руч. Ангадайского – Paleolina ex. gr. Evenkiana Sok., Paleolina sp.n. и лентовидные водоросли из группы Vendotaenides, Paleolina ex. gr.evenkiana Sok. того же типа, что в нижней части платоновсой свиты р. Сухой Тунгуски и сухарихинской свиты Норильского района. По мнению Б. С. Соколова, хидусинское местонахождение древних погонофор (Paleolina) и водорослей из групп Vendotaenides имеет верхневендский возраст.

На р. Анае в верхней части мотской свиты (низы иркутского горизонта) обнаружены небольшие мешкообразные образования с морщинистой поверхностью – Baicalina sessilis Sok., которые, по заключению немецкого ученого Г. Д. Пфлюга, близки к известным, но более крупным формам из системы Нама Южной Африки.

По р. Куртун в верхней части мотской свиты зафиксирован отпечаток крупной мешкообразной формы с морщинистой поверхностью – Baicalina.

В этом районе на аспидных сланцах качергатской свиты залегает мощная песчано-алевритовая ушаковская свита, которая выше сменяется терригенно-карбонатной куртунской свитой с песчаниками в основании. Завершает разрез венда доломитовая аянканская свита, а основание нижнего кембрия в Прибайкалье проводится по подошве вышележащей усольской свиты, в которой обнаружены древнейшие кембрийские водоросли Renalcis, Chabacovia и др. Радиоизотопный возраст глауконита из аянканской свиты равен 609 млн лет (Геохронология докембрия..., 1968). На этом основании с учетом находок остатков бесскелетной фауны и флоры возраст терригенно-карбонатной толщи ушаковской, куртунской и аянканской свит коррелируется с верхним вендом Русской платформы (Хоментовский, 1984).

В Иркутском Присаянье в Кук-Юртовской скважине, которая вскрыла олхинскую свиту на глубине 404–413 м, Т. Н.Титоренко встречены многочисленные мелкие спирально закрученные в одной плоскости образования. По определению Б.С. Соколова (1975), они напоминают Helminthoidichites spiralis Walcott, но последние крупнее. Подобные образования известны из средней части серии Белт США и из вендской системы Индии, которые стоят близко к верхнему рифею, ибо их прорывают дайки с возрастом около 1 млрд лет. Указанные образования принимаются за следы аннелид.

В разрезе ушаковской свиты (р-н Горячих Ключей) обнаружен слабый отпечаток и противоотпечаток слоевища лентовидной водоросли. Подобные формы известны в донамских слоях Южной Африки, серии Белт США а также в вендских отложениях Русской платформы. Значительно реже находки в складчатом обрамлении платформы. Так, в 1967 г. в керне Боксонского месторождения обнаружен отпечаток (?) Ovatoscutum sp. (Соколов, 1975). Другая находка, по данным Н. М. Задорожной (1985), приурочена к глубоководным отложениям внутренней части Алтае-Саянской области, где в верхней части разреза мартюхинской свиты в хребте Азыртал (Батеневский кряж) обнаружен слепок Ediacaria sp.

В пределах южной окраины Сибирской платформы в нижнемотской подсвите, вскрытой Ахинской скважиной № 5, на глубине 2 706 м, обнаружено ско-

пление очень мелких форм, вероятно, лентовидных водорослей из группы Vendotaenides. На Омолойской площади в скв. 8 на глубине 2 604 м в нижнемотской подсвите – фрагменты крупного слоевища бурой водоросли из группы Vendotaenides, по определению М. Б. Гниловской, возможно, новый род. Обнаруженные в нижнемотской свите лентовидные водоросли со слоевищем характерны для венда Русской и Сибирской платформ.

Наиболее богатое местонахождение фауны эдиакарского типа было открыто в 1981 г. в хатыспытской свите хорбусуонской серии Оленекского поднятия в долине р. Хорбусуонки (Соколов, 1984). В бассейне среднего течения р. Хорбусуонки юдомские отложения расчленены на три свиты: маастахскую, хатыспытскую и туркутскую, последовательно сменяющие друг друга снизу вверх в составе хорбусуонской серии. Хорбусуонская серия (рис. 3.6) в северных разрезах Оленекского поднятия имеет следующее строение.

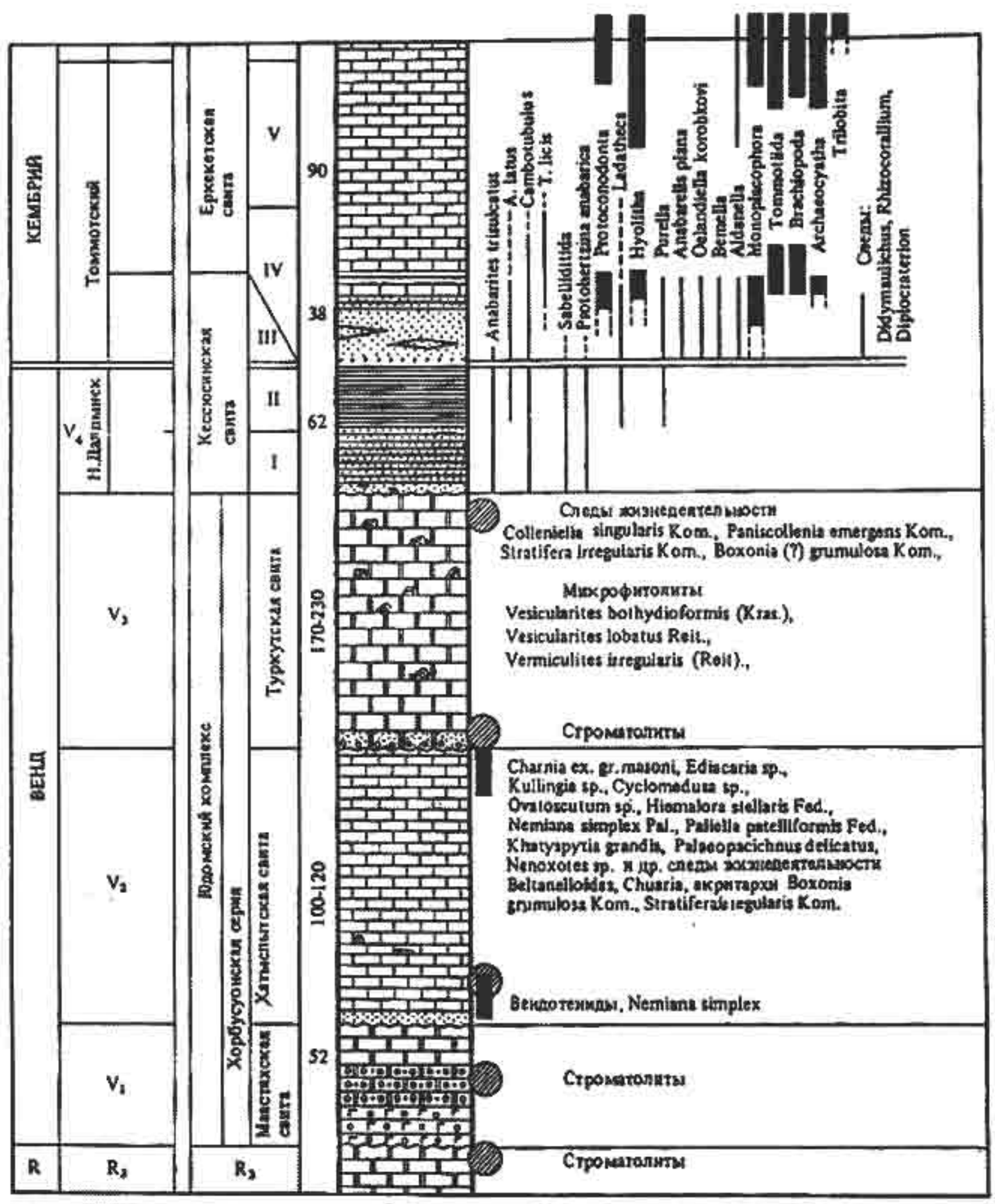



**Рис 3.6. Разрез венда и нижнего кембрия Оленекского поднятия (по Б. С. Соколову, 1984, с дополнениями). Схема распространения скелетных окаменелостей включает данные по Анабарскому массиву**

Маастахскую свиту представляют (снизу) пестроцветные тонкосланцеватые туфоалевролиты (7 м), туфопесчаники, туфоаргиллиты и туфоконгломераты бордовые, желтые и зеленые с горизонтальной и косой слоистостью (5 м), песчаники гравийные, грубозернистые с прослоями гравелитов и мелкогалечных конгломератов (15 м), доломиты светло-серые, желтовато-серые с тонкой пологоволнистой слоистостью, местами окремнелые (25 м). Суммарная мощность свиты 52 м.

Хатыспытскую свиту слагают снизу песчаники, алевролиты и алевропелиты зеленого и желто-серого цвета, чередующиеся друг с другом (10 м), которые выше сменяются известняками и доломитистыми известняками с редкими прослоями известковистых деломнтов. Породы коричневато-серые и темно-серые до черных, полого-, косо- и волнисто-слоистые, битуминозные. Массивные разности чередуются с разноплитчатыми и рассланцованными до листоватых. Последние особенно богаты остатками бесскелетных. Местами в верхней части свиты встречаются трахибазальты, туфобрекчии и туфоалевролиты. Мощность свиты 120 м.

В верхней части хатыспытской свиты выявлен богатый комплекс бесскелетной фауны: Nemiana simpliex Palij, Paliella patelliformis Fedonkin, Ovatoscutum concentricum grandis Fedonkin и ряд новых форм предположительно целентератного уровня организации. Среди немногочисленных ихнофоссилий наиболее часто встречаются Palaeopa scichnus и Nenoxites. Замечательно, что вместе с остатками фауны в хатыспытскои свите обнаружены вендотениды, крупные чуариаморфиды и другие водоросли.

Туркутская свита в северной части Оленекского поднятия с размывом залегает на битуминозных карбонатах и известковистых алевролитах хатыспытской свиты и представлена в основном массивными, реже плитчатыми доломитами серого цвета различных оттенков с редкими прослоями алевролитов. Характерно присутствие строматолитов и микрофитолитов. Мощность свиты 170–230 м.

Кессюсинская свита, перекрывающая туркутские отложения, сложена в основном глинистыми песчаниками, алевролитами с тонкими прослоями аргиллитов в нижней части и линзами карбонатов, в которых обнаружены древнейшие представители скелетной проблематики. Нижние две трети свиты, наиболее типично представляющие немакит-далдынский горизонт (терминальное стратиграфическое подразделение венда Сибири), характеризуются весьма однообразной ассоциацией Anabarites trisulcatus Miss. и других редких тубулярных форм скелетной проблематики, а также многочисленными следами жизнедеятельности (Bergaueria sp., Planolites sp., Olienichnus irregularis Fedonkin, Planispiralichnus grandis Fedonkin, Protospiralichnus circularis Fedonkin, Gordia sp. и др.). Верхняя пачка кессюсинской свиты мощностью около 45 м содержит типичную ассоциацию мелких скелетных окаменелостей первой зоны томмотского яруса нижнего кембрия (Tiksitheca licis, Anabarites latus и т. д.), а также крупные формы Didymaulichnus meanderiformis Fedonkin, Rhizocorallium sp. и другие ихнофоссилии, характерные для пограничных слоев докембрия и кембрия или для нижнего кембрия. Мощность кессюсинской свиты около 100 м.

В Кодаро-Удоканской зоне в нижней части бутунской свиты отмечаются массовые пластовые захоронения образований Udokania leitesi Sjjutina et Wilmova, которые по внутреннему строению, наличию горизонтальных перегородок

типа, характеру ветвления образования новых колоний относятся к типу кишечнополостных. Здесь обнаружены тонкие (до мм) слабо извилитсые следы – Jordia (?) breva sp. nov.

В вышележащей толоканской свите, в нижних частях разреза, определены фрагментарные слои жизнедеятельности Jordia (?) sp. nov., Choudrites biza mosus sp. nov., Ch. Toruosus sp. nov., Planolites priapus Marintshet Finks.

В Намагинском комплексе найдены многочисленные отпечатки медуз типа Nimbia occlusa Fedon.

## Зарубежная Азия

В последние годы все чаще появляются сообщения о находках фауны в докембрии Китая. Отложения верхнего докембрия в КНР известны под названием синий. Это самая верхняя система докембрия Китая со стратотипом в ущелье Силинся мощностью до 1 тыс. м. Разрез синия делится на 2 серии и 4 формации (снизу вверх): I Формация Ляньто (20–260 м) – пестроцветные терригенные породы, II Формация Наньто (5–15м) – тиллиты, III Формация Доушаньто (170–230 м) – карбонатно-сланцевая с обильными остатками микроскопических водорослей, вендотенид и с проблематикой типа спикул известковых и кремнистых губок, VI Формация Денин (250–650 м) – доломиты с остатками микро- и макрофлоры. В средней части формации (пачки Шибантань, провинции Хубэй) обнаружена Charniadengyngensis, впоследствии переопределена в Paracharnia. Кроме того, обнаружены следы жизнедеятельности Skolithos miacheusis Chen et al., Planolites faishmiacensis Ding et Chen, Planolites sp. и проблематичные остатки червей. В верхах формации окаменелости нижнего кембрия.

На востоке провинции Хэйлунцзян в формации Лиумао обнаружены чашевидные формы Arumberia, Ylaessheriana (4 вида), новые роды Jixiella и Mashania.

Один из лучших разрезов синия расположен в Восточном Ляонине на севере Китая и представлен литоральными и неритовыми обломочными и карбонатными породами, богатыми органическими остатками. Этот разрез избран как парастратотип синия. В составе синия в южной части Восточного Ляонина выделяют две серии (снизу): 1) серия Фучжоу с формациями Цяотоу (50–600 м) и Чанлинцы (200–1 540 м); 2) серия Ляонан, включающая восемь формаций.

Из верхней части формации Чанлинцы и толщ, залегающих непосредственно над ней (формация Наньгуаяньлин), указываются Cyclomedusa gracilis Xing et Liu, C. minus Xing et Liu,_C. simplicis Xing et Liu, C. annulata (Sprigg), C. cf. davidi Sprigg, Medusinites cf. asteroides Glaessner et Wade, M. simplex Xing et Liu, Planomedusites sp., Lianoningia fuxianensis Xing et Liu, а также Cyclomedusa nitida Chang, Bohaimedusa fuxianensis Chang. Здесь же обнаружены неглубокие норки Skolithos fuxianensis Chang, многочисленные сабеллидитиды, Cloudina, а также водоросли Vendotaenia и Tyrasotaenia. Надо заметить, что находки цикломедуз из верхней части формации Чанлинцы не подтвердились в результате полевых и лабораторных исследований Б. Дейли и М. Глесснера в 1979 г.

Сообщается о находках проблематичной Brooksella из формации Лючано верхнего синия в центре провинции Юньнань. Во многих местонахождениях эти формы, по даннным китайских специалистов, встречаются вместе с сабеллидитами, акритархами, а иногда и со строматолитами.

Своеобразная Хуайнаньская биота описана из позднедокембрийских отложений на севере провинции Аньхой в Китае (рис. 3.7). Там в мелководных толщах переслаивания сланцев, песчаников и глинистых известняков, слагающих свиты Лиуляобей серии Хуайнань и свиту Джиулиджиао серии Фейшуи, обнаружены остатки мегаскопических водорослей Chuaria, Tawuia, Tyrasotaenia и других форм, а также многочисленные червеобразные организмы, описанные как Sinosabeillidites huainanensis Zheng, Pararenicola huaiyuanensis Wang, Protoarenicola baiguashanensis Wang, представители родов Sabellidites, Paleolina и другие формы.

Всего было описано 8 видов различных родов, которые сравнивались с аннелидами и погонофорами, однако такая интерпретация указанных окаменелостей вызывает сомнения. Возраст от 647 до 840 млн лет.

Завершая описание местонахождений вендской фауны Зарубежной Азии, следует упомянуть находки медузоидных форм Persimedusites chahgazensis Hahn et Pflug в сланцах Кушк формации Эсфорди верхнего докембрия Центрального Ирана. Возраст вмещающих пород, определенный для сингенетичных руд по изотопам свинца, показал разброс данных: 595, 690 и 715 млн лет при погрешности + 120 млн лет. Ранее были сообщения о находках фауны эдиакарского типа из формации Ризу на севере Ирана, которая коррелируется с формацией Эсфорди. Среди этих находок упоминаются формы, напоминающие Charnia и Persimedusites.

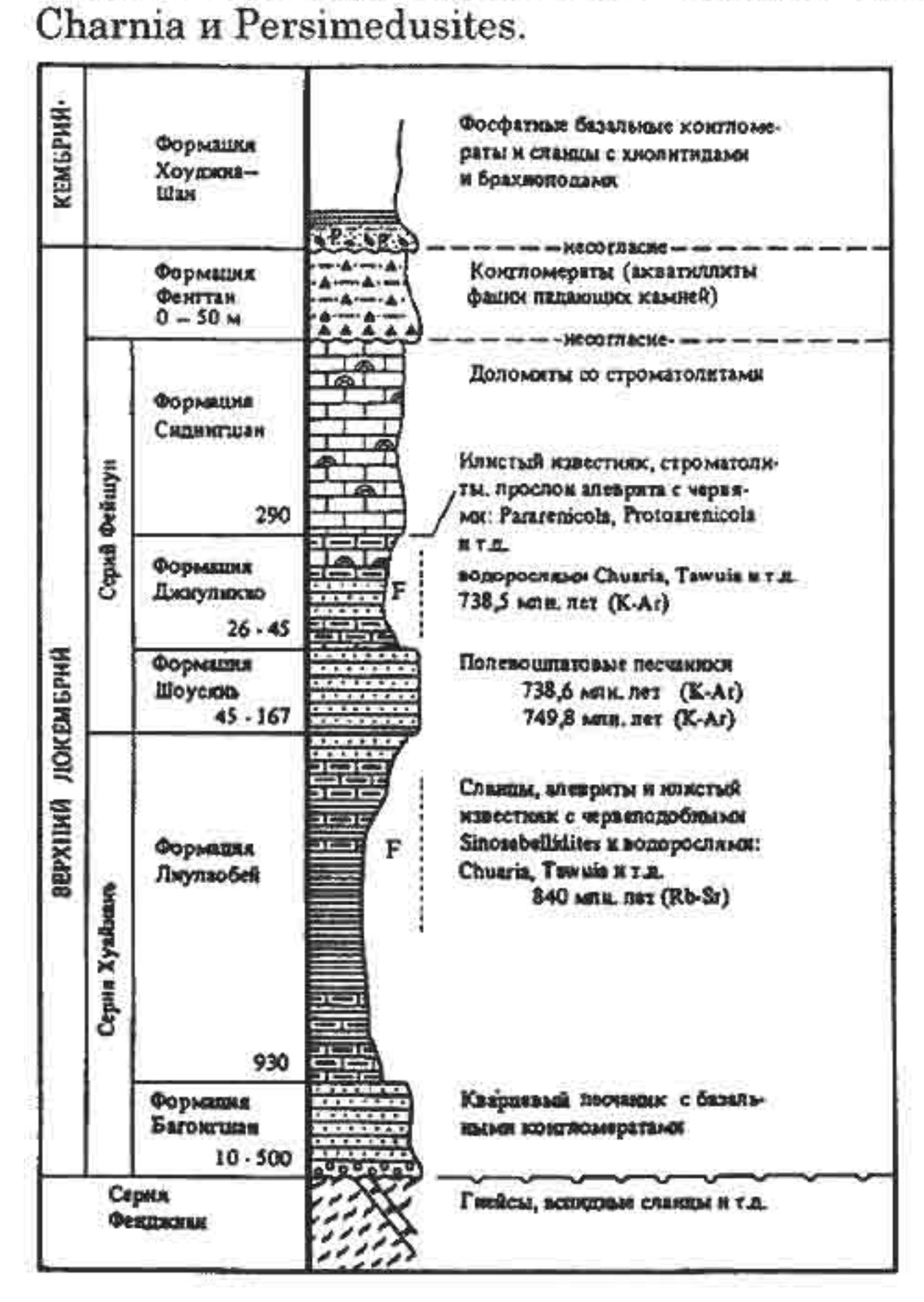



**Рис 3.7. Обобщенный стратиграфический разрез верхнего докембрия в районе Хуайнан провинции Аньхой в Китае.**
Стратиграфическое положение макроскопических окаменелостей (F) показана пунктирной линией (Sun et al, 1986)

## 3.3. Африка

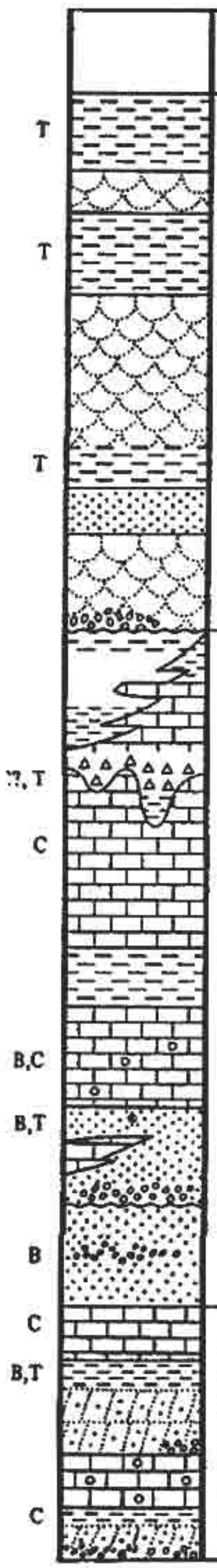
Наиболее интересное местонахождение фауны эндикарского типа в Африке находится в Намибии, на юго-западе континента. Его мы рассмотрим ниже. Единичные находки отмечаются и в других местах в частности в Антиатласе. Здесь на территории Марокко на круто залегающих толщах серии Уарзазат (или докембрий III) и более древних толщах трансгрессивно залегает серия Адуду. В ее составе выделяют четыре формации: базальная серия – песчано-сланцевые отложения с прослоями конгломератов и брекчий (0–350 м); нижние доломиты – серые массивные, иногда сроматолитовые толщи, которые латерально замещаются песчано-сланцевыми породами (150–3 000 м); винно-красная серия – красноцветные песчаники, алевролиты и конгломераты, частично замещенные доломитами в южных разрезах (250–600 м); верхние известняки – светлые, иногда строматолитовые породы (200–500 м), содержащие в верхней части археоциаты томмотского облика. В тонкослоистых разностях алевропелитов в средней части базальной серии отмечаются многочисленные медузовидные отпечатки и следы жизнедеятельности, которые пока не описаны. По мнению некоторых исследователей, лишь винно-красная серия верхнего Адуду отвечает венду, а нижние доломиты коррелируются с верхним рифеем Урала.

Самой представительной является ассоциации бесскелетных Metazoa и ископаемых следов, описанных из отложений серии Нама в Намибии. Своеобразие этой биоты подчеркивается присутствием в ней скелетной фауны и других проблематичных образований, которые описывались как археоциаты, ископаемые следы и агглютинированные домики червей (рис. 3.8 и 3.9).

Отложения серии Нама обнажаются на площади приблизительно 125 тыс. км$^2$. Они несогласно залегают на более древних толщах, в том числе на тиллитах Нумис, и перекрываются в районе Ванринсдорф Южной Африки песчаниками серии Тэйбл Маунтин, основание которой считают позднекембрийским.

Серия Нама ранее подразделялась на формации Куибис, Шварцранд и Фиш Ривер. Возраст фельзитовых лав непосредственно ниже горизонта тиллитов Нумис, определенный Rb-Sr методом, равен 719 + 28 млн лет. Серия Нама состоит из следующих толщ (снизу вверх).

Подсерия Куибис в стратотипической местности имеет циклическое строение. Два цикла начинаются гравелитами или существенно кварцевыми песчаниками и кварцитами, переходящими вверх по разрезу в сланцы, а затем в известняки. В средней и верхней карбонатных пачках встречены остатки скелетных форм рода Cloudina, напоминающие крибрициатид. В этих же толщах, по определению З. А. Журавлевой, присутствует IV (юдомский) комплекс микрофитолитов. В верхней терригенной пачке обнаружены отпечатки бесскелетных Rangea schneiderhoehni Gürich, Pteridinium simplex (Gürich), Erietta plateauensis Pflug, Erniettomorphna, Velancorina martina Pflug, Orthogonium parallelum Pflug, Namalia villiersiensis Germs и неполный отпечаток организма, близкого к спригинидам, в частности, к Marywadea ovata (Glaessner et Wade).




| | Формация Пачка | Описание |
|---|---|---|
| Подгруппа Фиш Ривер | ГРОСС АУБ | Сланцы и аргиллиты. Ископаемые: Phycodes pedum<br>Песчаник (очень крупно-зернистый; косая слоистость).<br>Аргиллиты с маломощными прослоями песчаника. Ископаемые: Phycodes pedum, Skolithos, Enigmatichnus africani |
| | Ганбес<br>НАБАБИС | Красноцветные аркозовые песчаники (от среднего до крупно-зернистых, каналы, косая слоистость, асимметричная рябь) аргиллитовые прослойки (трещины усыхания) |
| | Замнариб | Красноцветный аргиллит с прослоями кварцевого аренита (каналы, струйчатая косая слоистость, трещины усыхания) |
| | БРЕКХОРН, | Песчаники (косая слоистость, аргиллитовые прослойки) |
| | СТОКДАЛЬ | Красноцветные песчаники (в основании крупно-зернистые до конгломератов, косая слоистость, направленная на юго-восток и восток) и аргиллит в самой верхней части разреза. |
| Подгруппа Шварцранд | ВЕРГЕСИГ<br>Ниеп | На севере: красноцветные аргиллиты и песчаники, подстилающие красноцветный песчаник и аргиллит, на юге: сине-зеленые аргиллиты и известняки, подстилающие зеленоватые песчаники и сланцы. Ископаемые: Phycodes и Planolites |
| | НОМТСАС<br>Крейивиер | U — образные долины, исштрихованные поверхности, сланцы, диамиктиты. |
| | Спитскоп | Голубоватые известняки (оолиты, песчаники, столбчатые строматолиты, трещины в твердом дне и трещины усыхания вдоль восточной границы); переслаивающийся песчаник; алевролит, сланцы. Ископаемые: Cyclomedusa |
| | Филдшуххорн<br>УРУСИС | Зеленоватые и красноцветные сланцы и алевролиты с переслаивающимися песчаниками. Ископаемые следы. |
| | Ганс | Голубоватые и желтые известняки (оолиты, первые строматолиты), переслаивающиеся алевролиты, мощность которых увеличивается на северо-запад. Ископаемые: Cloudina, Cyclomedusa |
| | Насеп | Аркозовые песчаники (косая слоистость, направленная на запад подстилающая – аргиллиты – алевролиты; прослои известняков, кварцевые арениты и диамиктиты. Ископаемые: Nasepia, Pteridinium, Paramedusium |
| | НУДАУС | Кварцевые арениты и аркозы (с полимодальным распределением поперек слоя, конгломераты из окатанных аргиллитов, зеленоцветные сланцы (структуры приливной слоистости, признаки усыхания). Ископаемые: Rangea, Pteridinium, Planolites, Skolithos |
| Подгруппа Кунбис | ЗАРИС | Голубоватые известняки (строматолиты, ориентированные по течению, прослои сланцев с увеличивающейся мощностью на восток. Ископаемые: Cloudina |
| | Клифоек | |
| | ДАБИС | Аркозовые песчаники (плоскостная косая слоистость ориентированная на запад), слоистые сланцы, кварцевые арениты эвапориты. Ископаемые: Rangea, Pteridinium, Nemiana, Ernietta, Orthogonium, Skolithos |
| | Мара/Каниес | Конгломераты, аркозы (прослои аргиллита, косая слоистость ориентированная на запад (сланцы, кварцевые арениты, богатые органикой доломитовые известняки. Ископаемые: Cloudina |

**Рис. 3.8. Разрез серии Нама в Намибии. Уровни местонахождений окаменелостей обозначены буквами: В – остатки мягкотелых метазоа, С – Cloudina, Т – следы жизнедеятельности (по М. Глеснеру)**

В этой же пачке встречены ископаемые следы Bergaueria sp., Buchholzbrunnichnus kröneri Germs, Planolites, а также наклонные искривленные трубки до 55 мм длиной, чрезвычайно напоминающие Skolithos. В осыпи найден экземпляр Protechiurus edmondsi (Glaessner, 1979a). Недавно из типового местонахождения описаны кишечнополостные Ausia fenestrata и Kuibisia glabra. Мощность до 300 м.

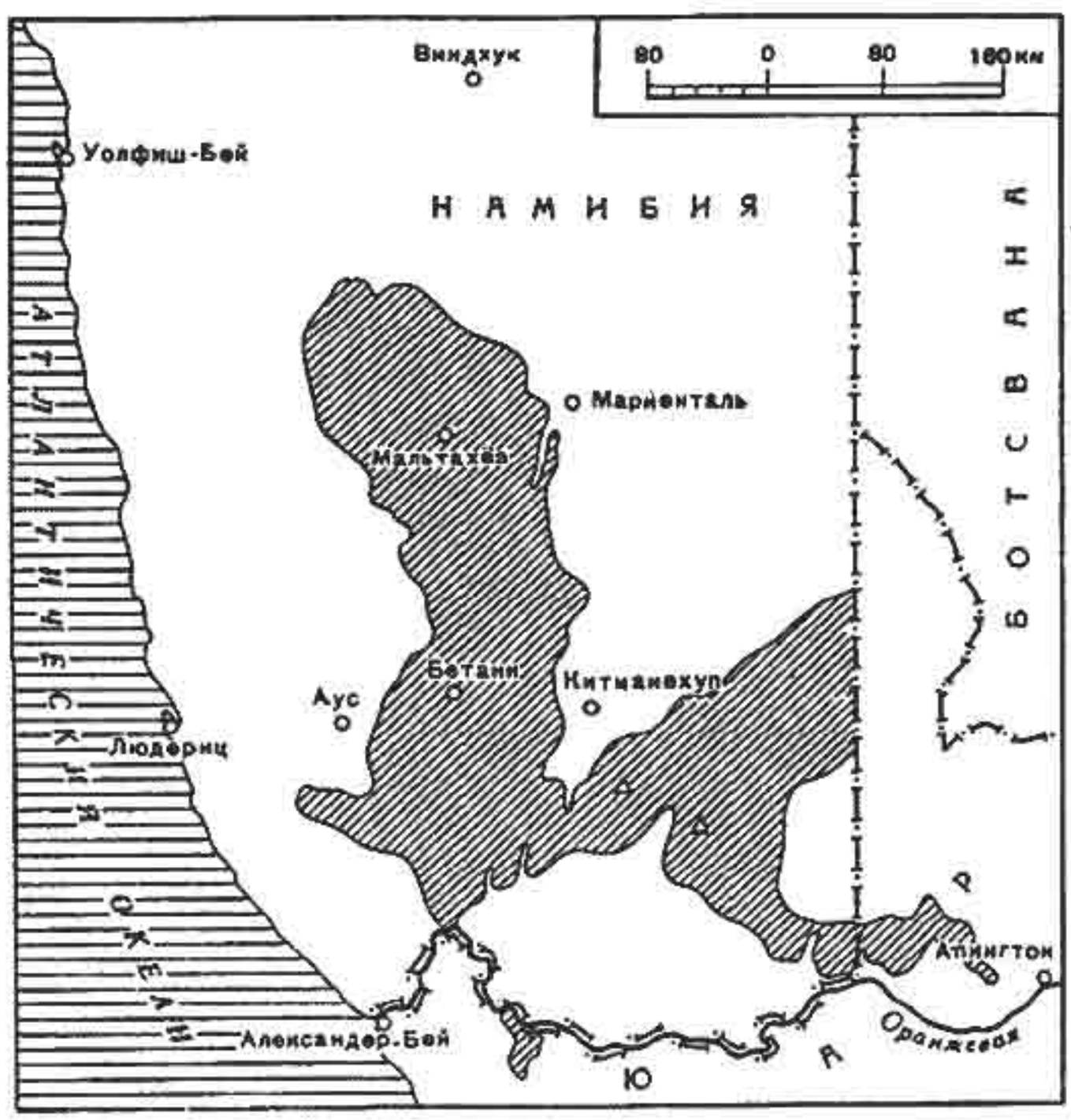



**Рис. 3.9. Площадное распространение отложений серии Нама**

Подсерия Шварцранд согласно перекрывает формацию Куибис и состоит из различных терригенных и карбонатных пачек. В нижней кластической пачке формации встречены Pteridinium simplex и Rangea scheiderhoehni и следы, близкие к Planolites. Выше, в верхней части кварцитовой пачки Насеп, найдены отпечатки Nasepia altae Germs и Paramedusium africanum Pflug, Cyclomedusa sp. и пять форм ископаемых следов, среди которых имеются следы ползания продольно-двойного (как Didymaulichnus) и продольно-тройного строения, морфологически близкие к описанным В. М. Палием из балтийской серии Подольского Приднестровья (Палий, 1976), но меньших размеров. Отсюда же описаны следы менискового строения, близкие к Taenidium, Muensteria и Scolecocoprus, а также Archaeichnium haughtoni Glaessner. Выше по разрезу свиты число окаменелостей уменьшается. У основания пачки известняков Ганс найдены Cloudina, эдиакарская форма Eoporpita medusa и мелкие вертикальные и горизонтальные норки. В средней кластической пачке подсерии Шварцранд встречены лишь следы менискового строения, подобные описанным из пачки Насеп. Из верхней кластическои пачки, отделенной от нижней размывом, указываются

Neonereites biserialis, N. uniserialis, Diplichnites sp., Phycodes pedum и Planolites. Мощность до 1 200м.

Подсерия Фиш Ривер, с размывом залегающая на толщах Шварцранд, сложена красноватыми косослоистыми песчаниками, переходящими выше в более тонкозернистые разности, в которых встречены Enigmatichnus africani, Phycodes pedum, Skolithos, Planolites и следы в виде двойной спирали, сходные с Helminthoidichnites. Мощность до 300 м.

Возраст серии Нама вызывает большую дискуссию. Большая часть исследователей относит ее к верхним горизонтам докембрия, основываясь на находках в ней фауны эдиакарского типа (Соколов, 1972; Келлер, 1976). Однако из карбонатных пачек свиты Куибис и Шварцранд Дж. Гермсом описаны известковые тубулярные формы Cloudina riemkeae и C. hartmannae, которых ранее относили к семейству Vologdinophyllidae крибрициат. Крибрициаты до сих пор были известны лишь из нижнего кембрия Урала, Южной Сибири и Дальнего Востока, а семейство Vologdinophyllidae – только из нижней половины нижнего кембрия. На этом основании некоторые исследователи не исключали раннекембркйский возраст мягкотелых Metazoa надсерии Нама (Семихатов, 1994), а фауну эдиакарского типа считают «проходящей» из докембрия в кембрий.

Внутри серии Нама наблюдается увеличение разнообразия и количества ископаемых следов бентосной фауны в направлении от основания к верхней части этой серии. Подсерия Куибис в районе Осис Фарм содержит только Skolithos sp. (пачка Клифоек) и Bergaueria sp. вместе с Buchhoizbrunnichnus kröneri Germs (термальная пачка Урикос). Внутри подсерии Шварцранд встречен Planolithes sp. (пачка Нидерхаген), а сразу стратиграфически выше в пачке Вингербрик обнаружены многочисленные Diplocraterion sp., Chondrites sp. и Nereites sp. В средней части подсерии в пачке Насеп обнаружены Brooksella sp., из верхней части подсерии Шварцранд описаны Diplichnites, Neonereites biserialis, N. uniserialis, Phycodes pedum, Phycodes sp., Planolites sp. В подсерии Фиш Ривер указываются Enigmatichnus africani, Phycodes pedum, Planolites и Skolithes.

По мнению П. Краймса, наиболее заметное изменение характера ихноценозов происходит в основании формации Номтсас, т. е. в верхней части подсерии Шварцранд. Ниже этого уравня следы обычно очень мелкие и среди них нет форм, которые можно было бы рассматривать как следы членистоногих. Выше основания формации Номтсас и в подсерии Фиш Ривер следы имеют крупные размеры и составляют типичный нижнекембрийский ихноценоз. На этом основании сделан вывод о том, что подсерия Куибис, вероятно, является вендской, большая часть подсерии Шварцранд, может быть вендской или томмотской (кембрий), а сама формация Номтсас и подсерия Фиш Ривер, видимо, относится к томмотскому ярусу или более молодым подразделениям нижнего кембрия.

Сравнение систематического состава фауны из серии Нама Юго-Западной Африки эдиакарской фауны Южной Австралии показало, что они имеют лишь три общих формы: Eoporpita medusa, Cyclomedusa davidi, Nemiana simplex. В то же время описанные из кварцитов Паунд (Австралия) «Rangea» и, по-видимому, Pteridinium не идентичны окаменелостям из серии Нама. Все это не противоре-

чит предположению об асинхронности сравнимаемых биот мягкотелых Metazoa, а палеоихнологические данные подтверждают его.

Серия Нама накапливалась в мелководных морских условиях. Грубозернистые и тонкослоистые кварцитопесчаники верхней кластической пачки подсерии Куибис накапливались в условиях литорали (фация Skolithos), а более тонкозернистые породы различных пачек свиты Шварцранд с косой слоистостью меньшего масштаба – в условиях сублиторали (фация Cruziana). Причем в обоих случаях среда характеризовалась значительной гидродинамической активностью. Приуроченность эдиакарской фауны Южной Австралии и остатков мягкотелых из отложений серии Нама к мелководным фациям, видимо, устраняет те доводы, которые могли бы объяснять различие систематического состава этих фаун экологическими особенностями. Одним из доводов, объясняющих различие Эдиакарской и Намибийской биот, могла бы служить их географическая разобщенность, однако не менее удаленной является Беломорская биота венда, систематический состав которой достаточно близок к Эдиакарской и существенно отличается от Намибийской. Между биотами из серии Нама и валдайской серии Русской платформы пока не известно других общих форм Metazoa, кроме Nemiana simplex, Cyclomedusa davidi и Eoporpita medusa. Описанный из валдайской серии Pteridinium cf. simplex, так же как и эдиакарский P. cf. simplex, относится к виду P. simplex, а возможно, и к роду Pteridinium достаточно условно, однако для обоснованного выделения валдайских форм в особый род потребуется детальное сравнительное изучение материала из серии Нама. Ныне эти формы Pteridinium из венда Русской платформы и Южной Австралии описываются как P. nenoxa Keller (Федонкин, 1981б). Надо заметить, что Pteridinium на Русской платформе приурочены главным образом к нижней части валдайской серии. Так, на Онежском полуострове обильные находки Pteridinium вместе с другими формами известны в сюзьминских слоях усть-пинежской свиты, а на более высоких уровнях, изобилующих остатками бесскелетных (зимнегорские слои и более высокие горизонты), Pteridinidae чрезвычайно редки. Кстати, и в Южной Австралии, где в составе Эдиакарской биоты более десятка видов, общих с Беломорской биотой венда, остатки Pteridinium очень немногочисленны.

Все эти наблюдения заставляют осторожнее подходить к оценке возраста Metazoa из подсерий Куибис и Шварцранд. Не исключено, что эти остатки, в том числе тубулярные скелетные образования рода Cloudina, имеют ранневендский возраст, отвечающий отложениям нижней части редкинского горизонта венда Русской платформы.

## 3.4. Австралия

Наиболее представительной в Австралии и широко известной – во многом благодаря серии работ М. А. Глесснера и М. Уэйд – ассоциацией докембрийской фауны является так называемая Эдиакарская биота, которая приурочена к относительно маломощной пачке в основании кварцитов Ронсли, т. е. самой верхней формации подсерий Паунд. Это местонахождение расположено в северной части прогиба Аделаиды в районе хребта Флиндерс близ Эдиакары (Южная Австралия), где разрез докембрия (рис. 3.10) венчается серией Вилпена, которая

залегает на ледниковых отложениях серии Амбератана. Возраст наиболее молодой пачки ледниковых пород Марино изохронным Rb-Sr методом определен близким к 670 млн лет. Последовательность свит серии Вилпена следующая:

Свита Наккалина, слагающая основание серии Вилпена, залегает согласно на тиллитах группы Амбератана. Красные плитчатые доломиты вверх по разрезу переходят в бордовые сланцы с линзами доломитов. Мощность 10–75 м.

Свита Брачина – красно-коричневые до оливково-зеленых тонкослоистые глинистые алевролиты, переслаивающиеся с глинистыми сланцами и тонкозернистыми песчаниками. В средней части формации обнаружен возможный след перистальтического ползания Bunierichnus dalgaroni Glaessner (Glaessner, 1969). Мощность до 17 м.

Кварциты Э-Би-Си Рейндж – светлые, плитчатые и массивные, косослоистые песчаники и кварциты, местами с полигональными трещинами усыхания. Мощность 80–120 м.

Свита Баниеру – однообразные красно-коричневые и зеленые алевролитовые сланцы с тонкими прослоями меденосных доломитов, карбонатных сланцев и доломитовых песчаников. Мощность 400–700 м.

Формация Вонока – зеленовато-серые карбонатные алевропелиты и тонкозернистые песчаники в нижней части, переходящие выше в косослоистые глинистые известняки, местами строматолитовые. Мощность до 460 м.

Подсерия Паунд объединяет две формации:

а) песчаники Бонни – аркозовые и слюдистые алевропелиты со знаками волновой интерференции, полигональными трещинами усыхания, признаками редкого штормового воздействия. Мощность 300 м;

б) кварциты Ронсли – светлые кварциты и песчаники с прослоями алевропелитов, местами со знаками действия волн и косой слоистостью. Содержат типовую эдиакарскую ассоциацию фауны. В нижней части кварцитов Ронсли имеется пачка мощностью около 20 м, к которой приурочены многочисленные отпечатки мягкотелых животных (Glaessner, Wade, 1966; Wade, 1972a). К настоящему времени эта ассоциация насчитывает 23 рода и 32 вида Metazoa: Chondroplon bilobatum Wade, Ovatoscutum concentricum Glaessner et Wade, Eoporpita medusa Wade, Brachina delicata Wade, Kimberella quadrata (Glaessnerei et Wade), Conomedusites lobatus (Glaessner et Wade), Cyclomedusa davidi Sprigg, C. plana Gleasner et Wade, C. radiata Sprigg, Edicaria flindersi Sprigg, Beltanella gilesi Sprigg, Lorenzinites rarus Gleassner et Wade, Mawasonites spriggi Glaessner et Wade, Medusinites astroides Sprigg, Rugoconites enigmaticus Glaessner et Wade, R. tenuirugosus Wade, Pterodinium nenoxa Keller, Charnoidiscus (Arborea) arboreus (Gleassner), C. longus (Gleasner et Wade), C. opposites Jenkins et Gehling, Glaessnerina grandis (Glessner et Wade), Phyllozoon hanseni Jenkins et Gehling, Dickinsonia costata Sprig, D. brachina Wade, D. elongata Glaessner et Wade, D. lissa Wade, D. tenuis Glaessner et Wade, Spriggina floundersi Gleassner, Marywadea ovata (Glaessner et Wade), Praecambridium sigillum Glaessner et Wade, Parvancorina minchami Glaessner, Tribrachidium heraldicum Glaessner. Мощность 500–900 м.

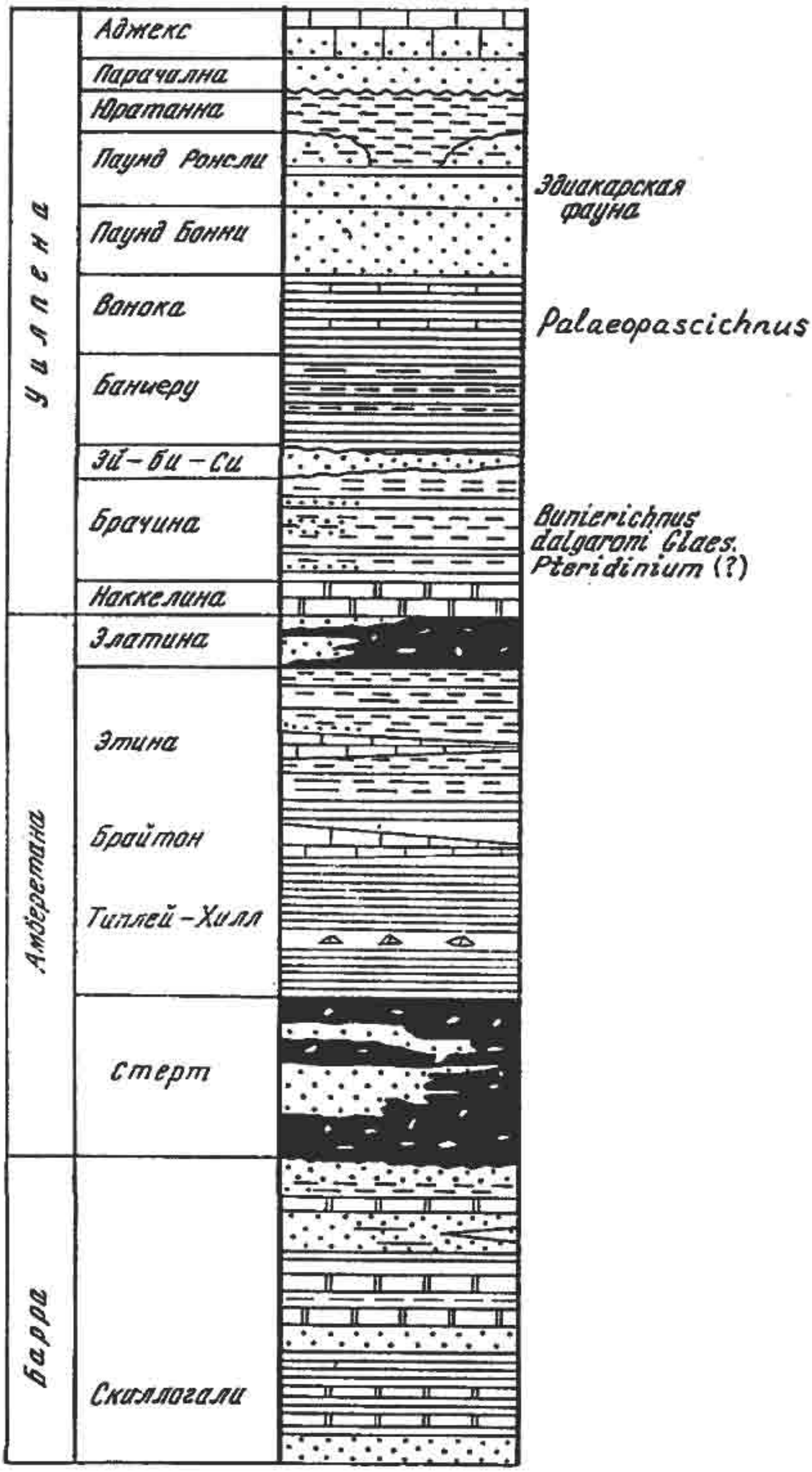



**Рис. 3.10. Разрез отложений верхнего докембрия в Южной Австралии, прогиб Аделаида (по Томпсону и Дейми)**

Кроме того, из кварцитов Ронсли описано восемь форм следов жизнедеятельности, среди которых можно назвать Neonereites, Palaeopascichnus, Planolites и др. Недавно на этом же стратиграфическом уровне обнаружено еще несколько новых видов, в том числе мешковидные организмы с лопостным строением, сравниваемые с морскими анемонами, дисковидные формы с пятилучевой симметрией, весьма напоминающие иглокожих, а также Armillifera parva Fedonkin.

На разных горизонтах подсерии Паунд несогласно залегают древнейшие слои кембрия – свита Юратана, наибольшая мощность которой 500 м. Она сложена в основном зелеными слюдистыми алевролитами и тонкозернистыми песчаниками.

В 50 м выше основания свиты один из прослоев песчаника (3 м) содержит вертикальные трубки Skolithos, а в верхней части свиты встречены Rusophycus, Didymaulichnus (?), Gurvolithus davidi Webby, Phycodes pedum Seilacher и некоторые другие. Остатков скелетной фауны в свите Юратана не обнаружено, однако встреченные в ней ископаемые следы схожи с формами из нижних пачек Маунт-Террибл (район Селик-Хилл, Южная Австралия, где обнаружены скелетные остатки, указывающие на ее возможный томмотский возраст). Свита Маунт-Террибл сложена в нижней части грубозернистыми аркозовыми песчаниками, переходящими выше в алевролиты и песчаники с многочисленными пластами более тонкозернистых разностей, переработанных илоедами («краксте́н»), с признаками мелководья и периодического наступления и отступления моря. Наличие Saarina и других сабеллидитид в верхней пачке свиты Маунт-Террибл позволяет коррелировать ее с лонтоваским горизонтом балтийского (томмотского) яруса нижнего кембрия.

На свите Юратана, а при ее отсутствии, прямо на толщах подсерии Паунд залегает свита Парачилна, в базальной части которой имеются песчаники с вертикальными норками Skolithos и U-образными норками Diplocraterion, которые проникают в песчаники кровли подсерии Паунд. Это указывает на неконсолидированное состояние последних в период накопления базальной пачки свиты Парачилна и относительную кратковременность формирования свиты Юратана. В 12 м выше основания Парачилна встречены ядра гастропод Bemella и чуть выше – следы Plagiogmus arcuatus Roedel. Первые археоциаты атдабанского облика Beltanocyathus wirrealpensis (Taylor) обнаружены в 22 м выше подошвы известняков Эйджекс, перекрывающих свиту Парачилна.

Детальный седиментологический и фациальный анализ показал, что изобилующая окаменелостями пачка кварцитов Ронсли подсерии Паунд накапливалась в морских мелководных условиях с относительно низкой гидродинамической активностью, близких к условиям полузамкнутых пересыхающих заливов. В этих условиях обитало относительно небольшое число видов, в основном те организмы, которые оставили указанные выше следы, а также Charniodiscus (Glaessnerina) longus, найденный в положении, указывающем на то, что он был захоронен на месте прикрепления. Подавляющее большинство эдиакарских организмов, известных по отпечаткам было принесено к месту захоронения из других зон моря.

По мнению Дж. Голинга, эдиакарская пачка с ее многочисленными окаменелостями накапливалась в условиях постепенного обмеления в проксималь-

ной части подводного конуса выноса при значительном влиянии штормов. На это указывают каналы, заполненные массивными несортированными песчаниками и глинистыми конгломератами, крупные знаки оползания осадка. Эти отложения латерально сменяются слоистыми алевролитами, а кверху переходят в толщи переслаивания песчаников и алевропелитов, содержащие отпечатки мягкотелых организмов. Животные, населявшие тонкозернистый субстрат ниже уровня воздействия штормовых волн, захоронялись потоками песка, образованными штормами.

В базальных песчаниках подсерии Брачина серии Уилпина (изотопный возраст 676 + 204 млн лет), которые обнажаются в ущелье Аллигаторов в национальном парке Маунт Ремакабл в южной части хребта Флиндерс, обнаружены вайеподобные отпечатки, весьма напоминающие Pteridinium. Наиболее крупный экземпляр достигает 30 см в длину и 6,5 см в ширину и демонстрирует около 30 «ветвей", отходящих с одной стороны от узкой медианной зоны. Птеридиниум известен из позднего докембрия Намибии, Юго-Восточного Беломорья России, сланцевого пояса Каролина на юго-востоке США и из эдиакарской пачки кварцитов Ронсли подсерии Паунд Южной Австралии. Новые находки обнаружены в отложениях турбидитной природы, скопившихся в мелководных условиях под воздействием штормов. Важность находки заключается в том, что отпечатки встречены в 3 тыс. м стратиграфически ниже продуктивной пачки кварцитов Ронсли подсерии Паунд, известных богатой ассоциацией докембрийских бесскелетных метазоа (Эдиакарская биота), и непосредственно выше границы серий Уилпина и Амбертана, отвечающей завершению позднепротерозойского оледенения.

Сравнительный анализ Эдиакарской и Беломорской биот (Федонкин, 1981б) показал их поразительное сходство, которое прежде всего выражается в богатстве и таксономическом разнообразии фауны. В состав обеих биот входят организмы, которые с большой долей вероятности можно отнести к пяти-шести типам, включая тип Mollusca, при условии, что верна интерпретация форм ископаемых следов, известных из кварцитов Паунд и валдайской серии на севере Русской платформы.

Можно отметить следующую особенность, общую для обеих биот: чем выше уровень организации того или иного типа, тем меньшим числом родов и видов он представлен. Близость сравниваемых биот подчеркивается сходством или идентичностью на родовом и видовом уровнях. В обеих ассоциациях фауны присутствуют Cyclomedusa plana, C. davidi, C. radiata, Ovatoscutum concentricum, Ediacaria flindersi, Eoporpita medusa, Dickinsonia costata, D. lissa, D. tenuis, Pteridinium nenoxa, Tribrachidium heraldicum, Pseudorhizostomites howchini, Parvancorina minchami, а также представители родов Chondroplon, Charniodiscus, Spriggina, Conomedusites. Таким образом, Эдиакарская и Беломорская биоты содержат 13 общих видов, а также идентичные формы ископаемых следов (Palaeopascichnus, Neonereites и Planolites), хотя ихноценозы валдайской серии более разнообразны. Последнее обстоятельство, вероятно, связано с тем, что на севере Русской платформы изучался более широкий спектр фаций, накопившихся в условиях, благоприятных для бентосных животных и фоссилизации их следов.

Находки древнейших бесскелетных метазоа в Австралии зарегистрированы также в северной части бассейна Оффисер в верхнедокембрийских или нижнекембрийских толщах Панкери, Панкери Хилз северо-запада Южной Австралии. Ревизия собранного там материала дает основание предполагать, что некоторые образцы имеют неорганическое происхождение, но округлые отпечатки, вероятно, представляют остатки медуз. В этом же местонахождении отмечаются следы жизнедеятельности, похожие на Gyrolithes polonicus Fedonkin, известные из низов томмотского яруса Восточной Польши и ровенского горизонта Подолии (Федонкин, 1981б).

М. А. Глесснер описал фрагментарный отпечаток листовидной формы из песчаников Арамбера бассейна Амадеус к востоку от Дип Уэлл Хоумстед и юго-востоку от Алис Спрингс в Центральной Австралии (Glaessner, 1969). Этот образец был отнесен к Charniodiscus. Дальнейшие исследования подтвердили происхождение этого экземпляра из нижней половины песчаников Арамбера, которые коррелируются с кварцитами Ронсли.

В песчаниках позднего докембрия и раннего кембрия Центральной Австралии широко распространена форма Arumberia Glaessner et Walter, которая предположительно относилась к типу Petalonamae (Glaessner, Wade, 1971). Эта форма отмечается и в верхнем докембрии Южной Австралии, в частности на двух уровнях в районе хребта Флиндерс Рейндж. Однако не исключено, что Arumberia являются образованиями неорганической природы, которые можно интерпретировать как результат воздействия турбулентных течений на поверхность осадка. Если это подтвердится, то эти структуры не имеют стратиграфического значения.

Наиболее интересным в Центральной Австралии является местонахождение медузодных организмов в свите Сентрал Маунт Стюарт в бассейне Джорджина, Северные Территории (Wade, 1969). Возраст этой свиты по общим геологическим данным оценивается как позднедокембрийский. Плитчатые песчаники и алевролиты Сентрал Маунт Стюарт залегают на кристаллическом фундаменте архейского возраста и перекрываются к северу от местонахождения окаменелостей свитой Грант Блаф, возраст которой определяется как раннекембрийский по находке Halcionella. Находки остатков бесскелетной фауны в этом районе представлены почти исключительно двумя видами медуз – Hallidaya brueri Wade и Skinnera brooksi Wade и другими медузовидными организмами.

## 3.5. Северная Америка

### Ньюфаундленд, Авалонская платформа

Наиболее полные разрезы докембрийских и кембрийских отложений на о. Ньюфаундленд расположены в восточной части острова на полуостровах Авалон и Бьюрин в пределах так называемой Авалонской платформы. Последняя отделена широким Мобильным поясом от Северо-Американской платформы, захватывающей западную часть острова. Авалонская платформа, или зона, расчленяется некоторыми авторами на три вытянутых пояса, имеющих субмеридиональное простирание. Два таких пояса выделяются в пределах п-ова Авалон, а третий охватывает п-ов Бьюрин на юге и Бонависта на севере.

Верхнедокембрийские отложения восточной части п-ова Авалон (рис. 3.11) представлены разрезом трех крупных серий: Консепшен, Сент Джонс и Сигнал Хилл. Наиболее древняя из них серия Консепшен с размывом залегает на вулканогенных и вулканогенно-обломочных толщах серии Харбор Мэйн. Серия Консепшен имеет вблизи основания толщу тиллитов, которые могут коррелироваться с варангерскими или лапландскими тиллитами Восточно-Европейской платформы, залегающими в основании венда (Соколов, 1984). В верхней части серии Консепшен имеется характерная толща окремненных алевролитов и темно-красных сланцев, известная под названием свиты Мистейкин Пойнт, в которой в изобилии встречаются отпечатки бесскелетной фауны. Среди отпечатков имеются формы, известные в докембрии Англии, Австралии, в венде Русской платформы и Сибири, однако основная часть ассоциации представлена организмами, пока не известными в других местонахождениях фауны эдиакарского типа. Таксономическое разнообразие фауны Мистейкин Пойнт невелико (около двадцати видов, напоминающих перистые, древовидные, веерoвидные и гребневидные колонии коралловых полипов и редкие медузовидные организмы), однако при знакомстве с ними поражают изобилие и большие размеры некоторых отпечатков, а также разнообразие форм сохранности.

Серия Консепшен мощностью от 3 до 5 км имеет следующие строение (снизу вверх).

Свита Мол Бэй (мощность до 1тыс. м) – зеленовато-серые окремненные вулканогенно-обломочные породы с линзами кремней.

Свита Гэскиерс (мощность до 300 м) состоит из многочисленных слоев тиллитоподобных пород, разделенных пачками отчетливо слоистых песчаников, турбидитоподобных аргиллитов и микститов. Верхи свиты определяются по пачке красноцветных глинистых алевролитов, микститов или агломератов.

Свита Друк (около 800 м) – зеленоватые окремненные вулканогенно-обломочные породы с линзами кремней, близкие по составу к отложениям свиты Мол Бэй.

Свита Брискал (до 1 тыс. м) – зеленоватые окремненные тонкослоистые песчаники.

Свита Мистэйкен Пойнт (около 400 м) – серые окремненные песчаники и алевролиты с прослоями темно-красных сланцев. Отпечатки бесскелетной фауны обычно сохраняются на кровле алевролитов и песчаников под тонкими слоями бордовых пепловых туфов, которые относительно быстро выветриваются, обнажая поверхности с окаменелостями

Серия Сент Джонс (мощность до 3 тыс. м) согласно залегает на серии Консепшен и имеет следующее строение (снизу вверх).

Свита Трэпэсси (около 200 м) – зеленоватые глинистые песчаники и сланцы.

Свита Фермез (около 1 800 м) – сланцы темно-серые до черного с крупными складками оползания. В верхней части формации встречаются проблематичные округлые отпечатки Aspidella, а также следы жизнедеятельности Palaeopascichnus delicatus Palij.

Свита Реньюз Хэд (около 800 м) – серые алевритистые песчаники с характерными знаками волновой интерференции и сланцы.

Серия Сигнал Хилл (максимальная мощность около 6 тыс. м) залегает согласно на свите Реньюз Хэд серии Сент Джонс и представлена следующими формациями (снизу вверх).

Свита Гиббет Хилл (около 1 300 м) – серые песчаники, алевролиты и туфы.

Свита Ферриленд Хэд и Квиди Вида (около 1 тыс. м) – красноцветные песчаники.

Свита Какэлд (до 1 тыс. м) – красноцветные конгломераты и песчаники.

Свита Блэк Хэд и Кейп Бэлэд (около 1 тыс. м) – красноцветные песчаники и алевролиты.

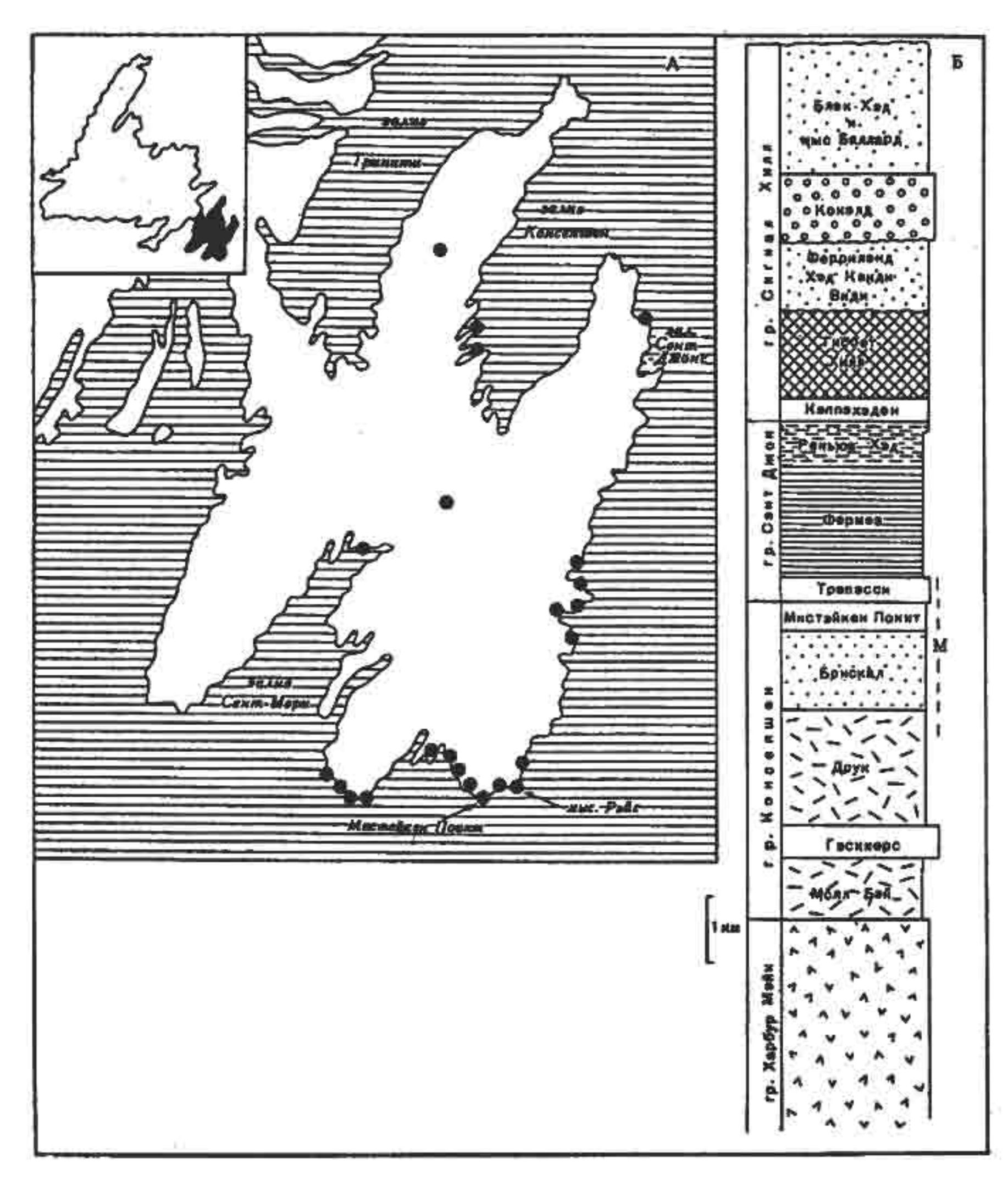



**Рис. 3.11. Разрез отложений верхнего докембрия юго-восточной части острова Ньюфаундленд (Б). Местонахождения докембрийской фауны (А). Стратиграфическое положение остатков метазоа (М). (По Гофману и др., Андерсону и др.)**

В западной половине п-ова Авалон описанный разрез надстраивается сверху согласно залегающей свитой Рэндом (в основном песчаники) и несогласно перекрывающей последнюю свитой Бонависта (карбонатные породы, сланцы). Обе свиты относятся к кембрию, поскольку в параллельном разрезе верхнего докембрия и кембрия п-ова Бюрин ниже свиты Рэндом (в четвертой пачке свиты Чапел Айленд) обнаружен комплекс скелетных проблематик томмотского яруса нижнего кембрия, а стратиграфически ниже установлены следы жизнедеятельности палеозойского типа (вторая пачка свиты Чапел Айленд). В свите Бонависта С. Бенгтсон и Т. Флетчер указывают атдабанский комплекс скелетной проблематики.

В разрезах докембрия п-ова Авалон наиболее древние из отпечатков бесскелетных метазоа встречаются приблизительно в 1 500 м стратиграфически выше тиллитов в верхней части свиты Друк. Диапазон их вертикального распространения в разрезе составляет около 2 тыс. м, охватывая свиты Брискэл, Мистейкэн Пойнт (наибольшее количество отпечатков) и нижнюю часть свиты Трэпэсси. Однако мы не учитываем пока находки проблематичных Aspidella в верхней части свиты Фермез. Эти окаменелости нуждаются в пристальном изучении, так как, по нашему мнению, среди них есть несомненные отпечатки бесскелетных, подобные Cyclomedusa davidi Sprigg. Кроме того, следы Palaeopascichnus, найденные в серии Сент Джонс вместе с Aspidella, широко распространены в валдайской серии венда Русской платформы на редкинском и котлинском уровнях (Федонкин, 1981а), а также в кварцитах Паунд в Южной Австралии вместе с отпечатками эдиакарской фауны (Gleassner, 1969). Эта форма, весьма характерная для венда, и многочисленные проблематичные отпечатки медузоидов могут указывать на то, что свита Фермез, а вероятно, и вся серия Сент Джонс относятся к венду. Если это предположение подтвердится, то диапазон стратиграфического распространения отпечатков бесскелетных в докембрии Авалона достигнет 4 тыс. м.

Уникальная сохранность авалонской фауны объясняется в значительной степени условиями существования докембрийских организмов, и прежде всего активной и повторяющейся вулканической деятельностью. В период накопления серии Консепшен в море были широко распространены острова вулканического происхождения. По мнению М. М. Андерсона, после спорадических эксплозивных извержений ветер разносил над морем вулканический пепел, который падал в воду и, опускаясь на дно, засорял органы питания животных, обитавших на илистом дне или вблизи него, и погребал их. Это предположение подтверждается тем, что поверхности напластования, изобилующие окаменелостями в серии Консепшен, в большинстве случаев покрыты тонким слоем вулканического туфа.

Отложения, в которых захоронялась эта фауна, характеризуются градационной слоистостью. Они накапливались в результате турбидитных потоков на пологом склоне в довольно глубоководных условиях. По мнению М. М. Андерсона, расположение окаменелостей под слоями туфов указывает, что животные не были перемещены в эти глубоководные условия, но обитали здесь. Таким образом, авалонская фауна рассматривается как относительно глубоководная. Лишь в некоторых случаях турбидитные потоки, несущие осадок над морским дном, сметали животных с их местообитаний в более глубокие зоны моря, за исключе-

нием тех зон, где скорость потоков уменьшалась до такой степени, что уже не оказывала сильного механического воздействия на животных. Это предположение основано на том, что окаменелости встречаются не только под прослоями туфов, но и ниже некоторых слоев алевропелитов, зернистость и градационная слоистость которых указывает на их турбидитную природу (дистальные турбидиты).

Выпадение пепла периодически убивало животных. Погребение под ним препятствовало возможному последующему переносу фауны, поэтому в серии Консепшен нередки поверхности напластования, чрезвычайно богатые окаменелостями. Присутствие их на многих уровнях свидетельствует о том, что морское дно и толща воды в этом районе довольно быстро колонизировались животными после катастроф.

Стратиграфический анализ и сравнение состава известных биот нижнембрийской фауны показывают, что Авалонская биота, возможно, является более древней, чем Эдиакарская и ее аналоги. Асинхронность Авалонской и Эдиакарской биот подчеркивается резким различием их таксономического состава: лишь одну общую форму можно указать для обеих биот – Cyclomedusa davidi. Тот факт, что Авалонская биота представлена исключительно кишечнополостными, также может свидетельствовать о ее относительной древности.

Остатки вендской фауны обнаружены и на территории материковой Канады, в частности, на северо-западе страны в центральной части гор Маккензи (рис. 3.12) Здесь в районе Секви Брук обнажаются неметаморфизованные докембрийские толщи большой мощности, которые перекрываются палеозойскими и мезозойскими отложениями. В разрезе докембрия выделяется одиннадцать «картируемых единиц» (стратиграфических подразделений в ранге свиты или более высоком ранге). Поздний докембрий представлен серией Рэпитэн, в верхней части которой залегает свита Кил – мощные толщи переслаивания кварцитов и сланцев с двумя пачками доломитов. Ниже доломитов отмечаются тиллиты (два горизонта). В доломитовой части свиты обнаружены остатки макрофлоры – Tawuia, Chuaria и др. По кровле верхних доломитов проходит граница свиты с перекрывающими толщами (снизу вверх).

Толща 10б – темно-серые сланцы с прослоями кварцитов в верхней части (125 м); толща 11 – серые песчанистые известняки (41 м); толща 12 подразделяется на две части: нижнюю – пестрые сланцы, переслаивающиеся с тонкозернистыми кварцитами (435 м), и верхнюю – слоистые кварциты с прослоями алевропелитов (682 м); свита Вампир (толща 13) – темные алевропелиты с подчиненными прослоями тонкослоистых кварцитов (273 м); свита Секви – карбонаты с подчиненными известковистыми алевропелитами, изобилующие остатками раковинной фауны, археоциат и трилобитов (зоны Fallotaspis, Nevadella и Bonnia-Olenellus).

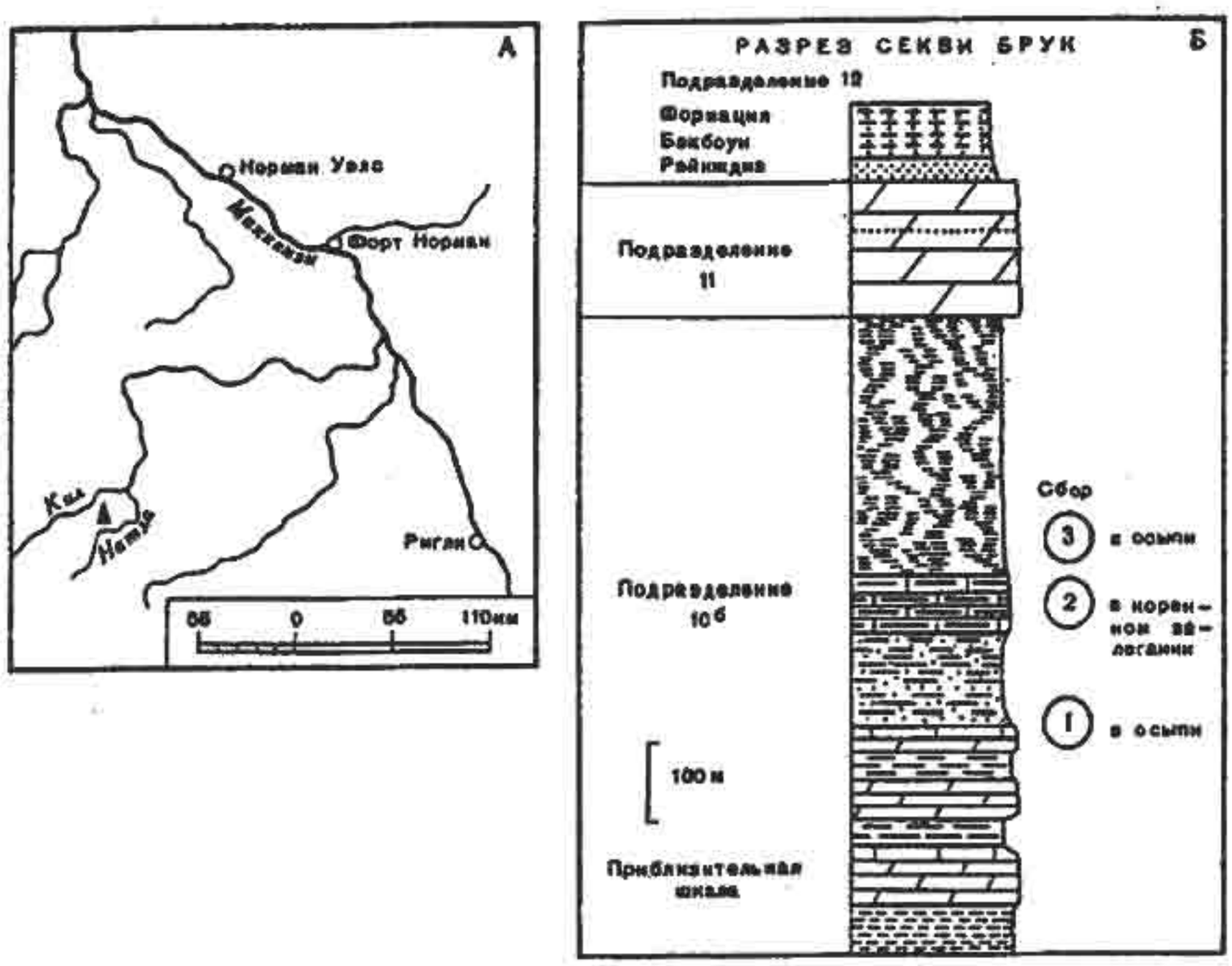



**Рис. 3.12. Географическое положение (А) местонахождения докембрийской фауны в горах Маккензи, Северо-Западные Территории, Канада. Б – разрез отложений верхнего докембрия в Секви Брук.**

Цифрами обозначены уровни с окаменелостями: 1 – Gordia sp. Torrowangea sp.; 2 – Sekwia excentrice Hofman, Gordia sp.; 3 – Inkrylovia sp., Suzmites (?) sp. (по Гофману)

Толща 10б известна также под названием свиты Шип Бэд, толщи 11 и 12 объединяются в свиту Бэкбоун Рейнджиз. На уровне около 400 м выше основания последней количество, размеры и разнообразие ископаемых следов возрастают, а в основании пачки 4 встречаются Gyrolithes polonicus, Treptichnus, Didymaulichnus, Phycodes и другие следы, характерные для терригенных отложений ровенского горизонта верхнего венда и нижнего кембрия. Из средней части доломитов картируемой толщи 11 выделены мелкие фосфатные окаменелости Anabarites trisulcatus, Hyolithellus sp., H. isiticus, Protohertzina anabarica и P. unguliformis. Наличие этих окаменелостей в пачке 11 допускает возможность корреляции ее с немакит-далдынским горизонтом или низами томмотского яруса России.

В докеморийской части разреза в районе Секви Брук обнаружены остатки мягкотелых организмов Inkrylovia sp., Sekwia excentrica Hofmann, которые известны из интервала приблизительно от 200 до 300 м ниже толщи 11. В 1981 г. Дж. Айткин (Калгари, Канада) продемонстрировал обнаруженный приблизительно на этом уровне фрагмент крупной формы Pteridinium. В разрезе Гоз Крик этого региона остатки, близкие к Sekwia, обнаружены в 26,5 м ниже картируемой пачки 11. Beltenelliformis brunsae – в 237,5 м, а Cyclornedusa davidi — в 400 м ниже упомянутой пачки.

Первые находки фауны эдиакарского типа обнаружены в докембрии Скалистых гор в Британской Колумбии в Канаде. В тонкослоистых глинистых

алевролитах в основании толщи доломитов со строматолитами, завершающей разрез серии Миетт (сланцы, алевролиты с редкими прослоями кварцевых песчаников мощностью более 1 тыс. м) надсерии Уиндермир встречено более двадцати отпечатков медузоидных форм Cyclormedusa davidi (?), Irridinitus sp. и Protodipleurosoma sp. Отпечатки сохранились на кровле алевролитов. На этом же уровне, как считают авторы, т. е. 330–350 м ниже кровли серии Миетт в 120 км к северо-западу, известны следы Didymaulichnus. Стратиграфически выше серия Миетт с размывом перекрывается терригенной свитой Мак-Нотон (мощность 3 тыс. м), а страгиграфически выше следует свита Мьюрал с трилобитами зоны Nevadella. Положение границы в районе кембрия не определено. Предполагается, что свита Мак-Нотон, относящаяся к серии Гог, имеет уже кембрийский возраст. Не исключено, что это предположение близко к истине, поскольку следы Didymaulichnus известны пока лишь из верхнего подразделения венда, в частности из ровенского горизонта Русской платформы и немакит-далдынского горизонта Сибири (Федонкин, 1985).

Еще два местонахождения докембрийских метазоа известны на востоке США. Одно из них расположено в 15 км к северу от Дарема (Северная Каролина), где в туффитах с возрастом 620 ± 20 млн лет (свинцово-урановая конкордия по циркону) обнаружены длинные червеобразные отпечатки длиной до 1 м и более и шириной 15–20 мм, описанные под названием Vermiforma antiqua Cloud. Они интерпретируются как остатки аннелид или представителей иного, вымершего типа. Не исключено, однако, что указанная форма является следом жизнедеятельности илоядного животного.

Другое местонахождение обнаружено относительно недавно в докембрии Аппалачей к юго-востоку США близ Пьедмонта (Стенли Каунти, Северная Каролина). Здесь в пределах сланцевого пояса Каролина в свите Макманус серии Албемарл обнаружены остатки Pteridinium nenoxa (рис. 3.13). В свете этих находок окаменелости, ранее описанные как среднекембрийские трилобиты Paradoxides carolinaensis из того же района, были ревизованы и отнесены к птеридинидам.

Поступают первые сообщения о находках докембрийских метазоа в Южной Америке. Из отложений серии Корумба в Мато Гросо Бразилии описана Corumbella werneri, представляющая собой хитиноидный перидерм колонии, базальный стебель которой имеет четыре склеросепты, а верхняя часть состоит из многочисленных тонких трубочек, расположенных бисериально. Перистая форма Corumbella напоминает Pennatularia или Charniidae, но эти группы не имеют хитоноидного перидерма. Поэтому для Corumbella предложен новый подкласс Corumbellata в составе класса Scyphozoa.

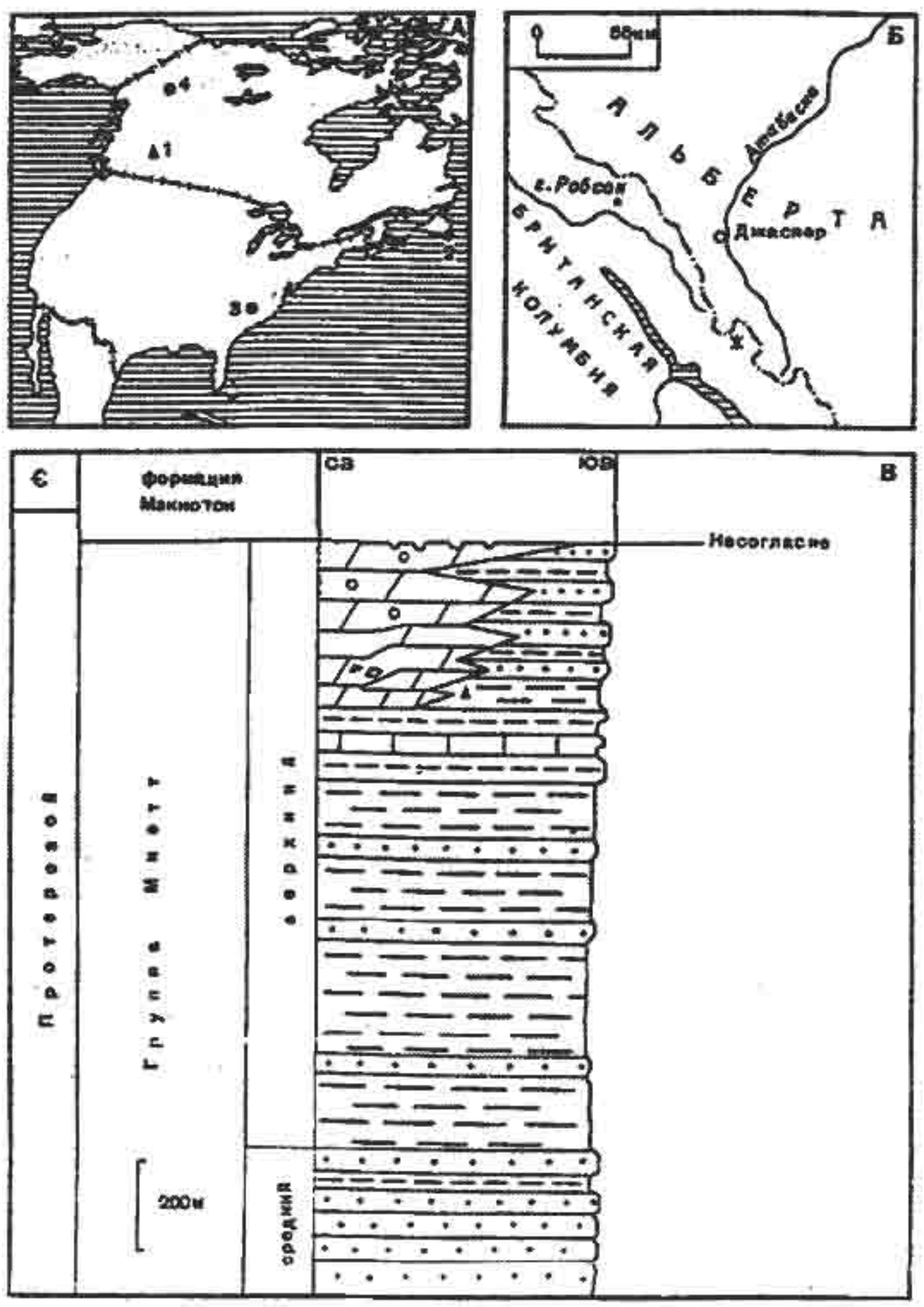



**Рис. 3.13. Географическое положение (А) местонахождений фауны эдиакарийского типа в Северной Америке.**

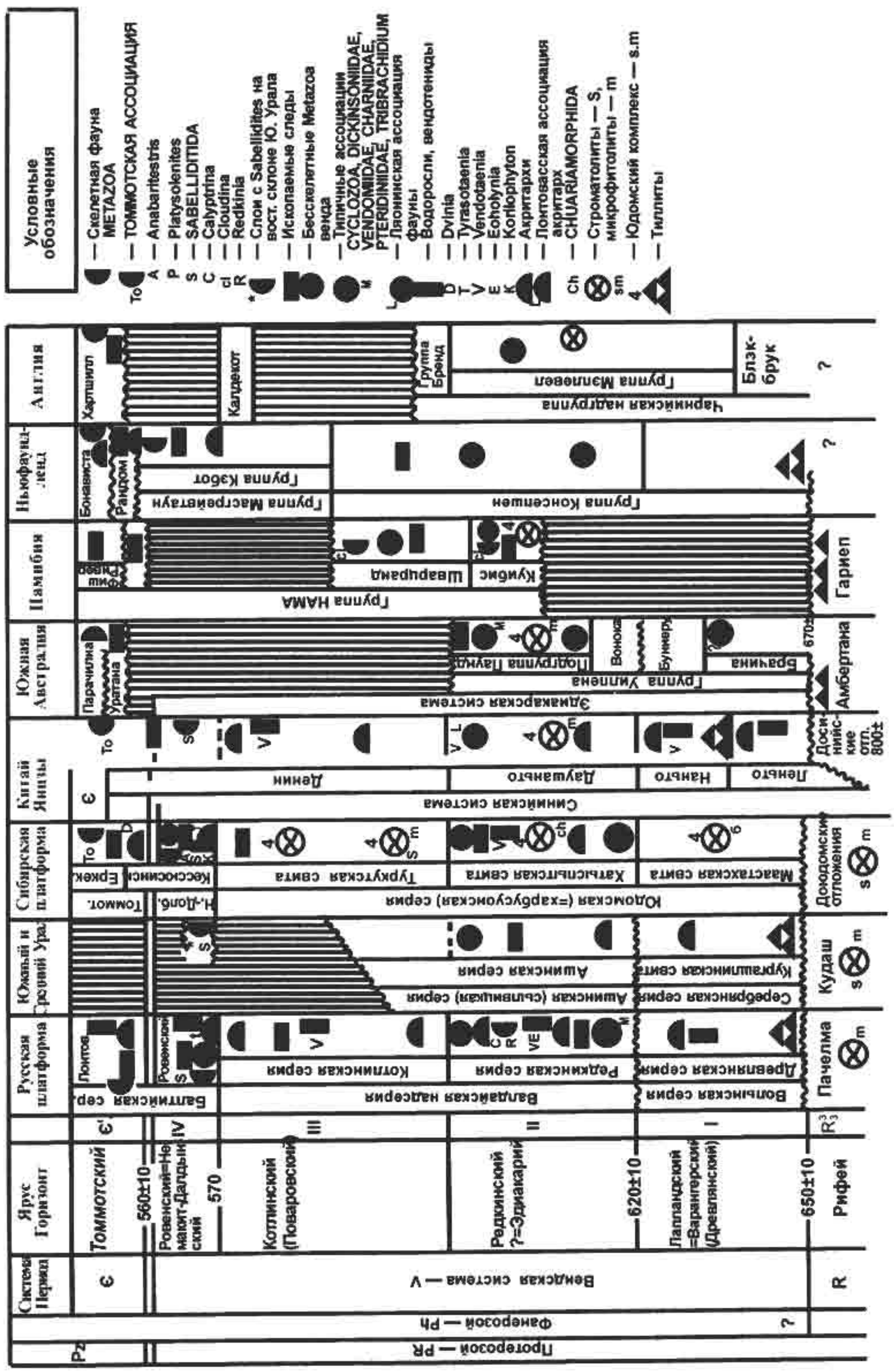
1 – район горы Фитцвильям, 2 – Ньюфаундленд, 3 – Северная Каролина, 4 – горы Макензи; Б – положение местонахождения в районе горы Фитцвильям близ границы между провинциями Британская Колумбия и Альберта в Канаде; В – стратиграфическое положение находок докембрийской фауны в серии Миетт (по Гофману и др.)

Первые находки, возможно, докембрийских медуз сделаны в северо-западной части Аргентины. Во флишеподобных отложениях свит Пунковискана и Санчо обнаружены многочисленные Beltanelliformis и Sekwia.

Итак, отложения вендской системы известны на всех континентах, но наиболее полно представлены на Восточно-Европейской и Сибирской платформах. Кроме того, они известны в Уральском, Кордильерском, Аппалачском и Аделаидском складчатых поясах и в Байкальской горной области Центрально-Азиатского пояса (табл. 2).

**Таблица 2.**

**Схема корреляции опорных разрезов вендских отложений мира**



# 4. ХАРАКТЕРИСТИКА ВЕНДСКОЙ ФАУНЫ

Вендская фауна представляет собой первую страницу палеонтологической летописи многоклеточных животных.

В настоящее время собран обильный палеонтологический материал из различных точек мира (Юго-Восточное Беломорье, Подольское Приднестровье, Южный Урал, Оленекское поднятие, Прибайкалье, Восточное Забайкалье, район Чарнвуд Форест – Англия, провинция Худбей – Китай, Намибия, Южная Австралия, Ньюфаундленд и т. д.). Ископаемые остатки обладают хорошей сохранностью, в морфологическом отношении очень разнообразны и характеризуются рядом следующих специфических свойств (рис. 4.1).

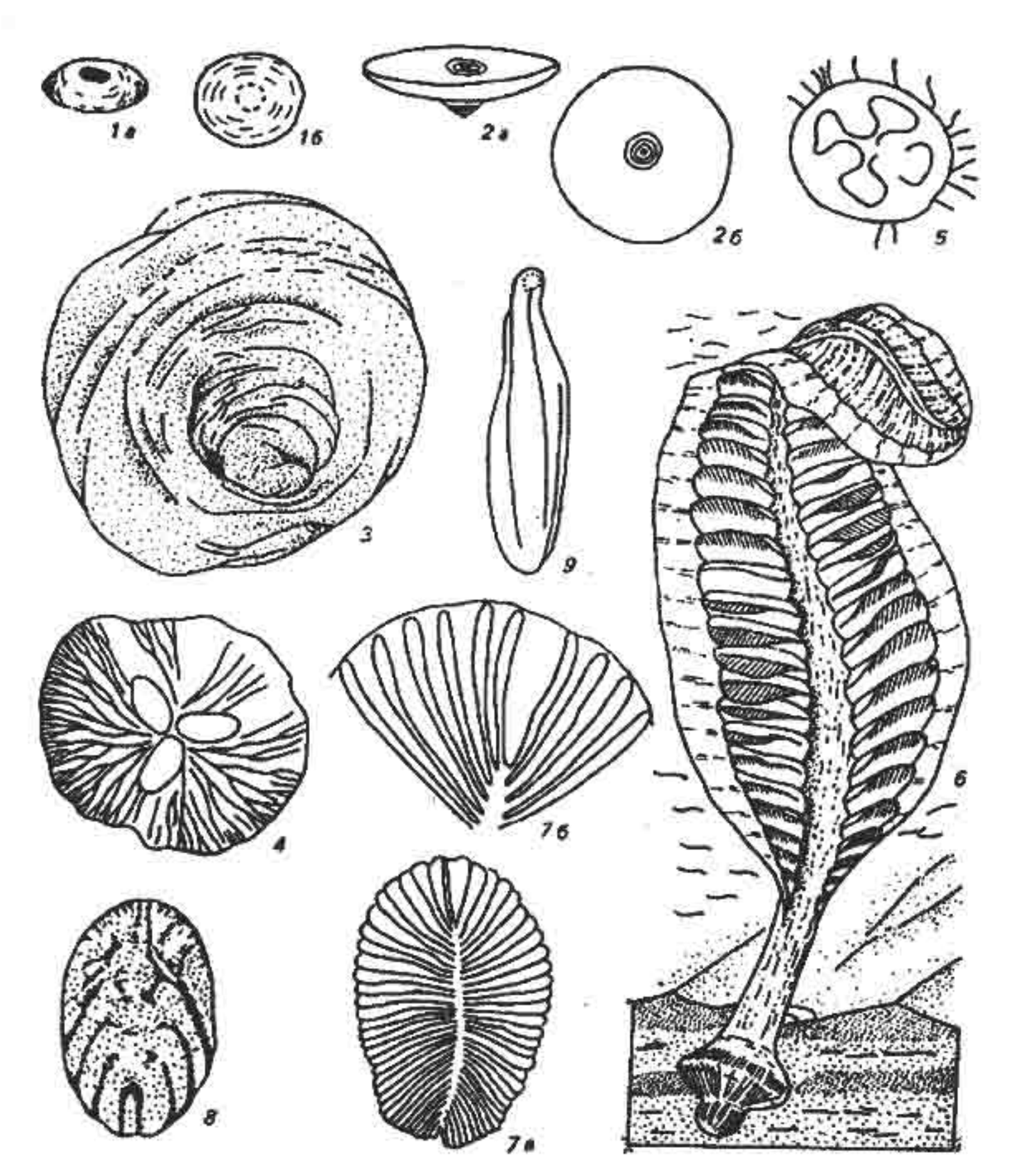



**Рис. 4.1. Некоторые типичные Metazoa эдиакарской биоты (Wade, 1972).**
1 – Nemiana simlex Palij: а) реконструкция, б) аборальная сторона; 2 – Cyclomedusa plana Glessner et Wade: а) реконструкция, б) аборальная сторона; 3 – Cyclomedusa davidi Sprigg; 4 – Albumares brunsae Fedonkin; 5 – Staurinidia crucicula Fedonkin; 6 – Charniodiscus opposites Jenkins et Gehling; 7 – Dickinsonia costata Sprigg: а) план строения, б) характер сочленения; 8 – Precambridium sp.; 9 – несегментированное животное Protechiurus

1. Фауна венда уникальна в том смысле, что в ней отсутствует биохимический механизм выделения минерального скелета. Первые тубулярные формы появляются лишь в конце венда и их стратиграфический уровень отчасти дискуссионный (немакит-далдынданский горизонт Сибири; возможно, и чуть раньше – серия Нама в Намибии). Но имеются данные (Соколов, 1977), что некоторые вендские организмы могли выделять относительно плотные склеропротеиновые образования (например, Redkinia spinosa Sok.).

2. Бесскелетность организмов, что является для палеозоологов довольно редким явлением, позволяет изучать отпечатки мягких тканей и органов. Например, у вендских медуз нередко сохраняются в отпечатках тончайшие каналы гастроваскулярной системы, гонады и щупальцы.

3. Одной из характерных черт вендской фауны является гигантизм, который удивителен в том отношении, что последующая скелетная фауна раннекембрийских многоклеточных представлена мелкими формами. Причем, гигантизм проявляется у наиболее примитивных форм кишечнополостных (петалонамы, листовидные плоские черви, колониальные полипы). Некоторые медузоидные достигают метра в диаметре (Русская платформа, Южная Австралия, Ньюфаундленд), а в длину – до 1,2 м (Charniodiscus, Австралия). Но наряду с крупными формами отмечаются и чрезвычайно мелкие: 5–10 мм в длину.

4. Гигантизм свойственен тем группам вендской фауны, чьих прямых предков мы не отмечаем в фанерозое. М. А. Федонкин (1985б) объясняет это наличием в вендских эпиконтинентальных морях гигантских масс фитопланктона, который составлял основу питания, и обилием бактерий и простейших, стоящих также в начале многих пищевых цепей. Б. С. Соколов (1977) связывает рассматриваемое явление с экогенетическим или филогенетическим замыканием эволюции этих групп метазоа, так как вендские гиганты не оставили потомков.

5. Фауна вендского периода обладает высокой морфологической дифференциацией, которая характеризует таксоны высокого ранга. Видовое разнообразие весьма скудно. Лишь в наиболее низкоорганизованных группах отмечается более значительное видовое разнообразие.

6. Надежных данных о диверсификации таксонов высокого порядка в венде пока нет: все типы и классы появляются внезапно. Допускается быстрое формирование всех главнейших типов симметрии и архитектоники беспозвоночных в очень короткий геологический период. Это предположение косвенно подтверждается следующими данными: из 90 % классов морских многоклеточных животных 2/3 появились в венд-кембрийское время, а от пермского периода до наших дней появилось лишь 5 % классов этих животных.

7. Несмотря на хорошую сохранность окаменелостей, исследователи сталкиваются с большими затруднениями в области классификации и систематики. Для решения этой проблемы М.А.Федонкин (1983а,б,в, 1984, 1985б, 1987) пытается использовать метод сравнительной анатомии – сравнительный анализ проморфологии. Автор обосновывает данный подход к решению вышеуказанной проблемы следующими моментами: а) для низших форм метазоа признаки симметрии варьируют в широких пределах и позволяют различать таксоны невысокого ранга; б) набор морфологических признаков, по которым можно было бы судить о систематическом положении формы, очень ограничен; в) среди докембрийских метазоа очень много форм, которые не находят себе места в систе-

ме современных многоклеточных животных, попытки сравнить бесскелетных с современными группами беспозвоночных и даже с ископаемыми организмами фанерозоя почти всегда противоречивы; М. А. Федонкин высказывает мысль о том, что вендская фауна – не предковая для фанерозойской, но в то же время вендские организмы являются потомками пока не известных сейчас более древних докембрийских многоклеточных.

## 4.1. Краткая систематика многоклеточных организмов венда

Систематическое положение вендской фауны беспозвоночных вызывает большие затруднения, как об этом уже было сказано выше. Большинство органических форм, появившихся в то время, существовали весьма недолго и их потомков мы не находим в фанерозое. Вендские ископаемые не находят себе места в системе современных многоклеточных животных. Среди всего разнообразия вендской фауны М. А. Федонкин выделяет разделы: Радиалия, Билатерия, Колониальные формы и Петалонамы.

Радиалии представлены типом кишечнополостных, куда включены классы: Cyclozoa, Inordozoa, Trilobozoa, Scyphozoa.

Раздел Билатерия содержит следующие группы: Несегментированные формы, Проартикуляты, Полимерные и Олигомерные формы.

Что касается Колониальных форм и Петалонам, то эти группы представляют собой разнообразные скопления организмов неясного систематического положения, но с чрезвычайно выразительной морфологией.

По имеющимся литературным сведениям, к 1985 г. в мире было известно из вендской фауны 60 родов и 21 вид кишечнополостных, но лишь 16 родов и 21 вид животных, являющихся представителями других типов. Таким образом, органический мир венда был чрезвычайно богат, в основном, представителями кишечнополостных, которые резко сокращаются к фанерозою.

Ниже мы приводим краткое описание наиболее ярких форм из различных классов вендских метазоа. Но не будем заострять внимание на теоретических отступлениях, которые касаются интерпретации этих животных и сравнения их с фанерозойскими и современными представителями, так как решение этих вопросов неоднозначно и подчас довольно спорно. А мы не ставим перед собой задачи по теоретическим разработкам систематики.

### 4.1.1. Раздел RADIALIA

#### Тип COELENTERATA

**Класс Cyclozoa**

Этот класс в ископаемом состоянии представлен наиболее многочисленными и разнообразными формами, которые обладают простым строением тела.

Самыми примитивными и типичными организмами являются две седентарные формы: Nemiana simplex Paliy и Beltanelliformis brunsae Menner (рис. 4.2, 4.3).

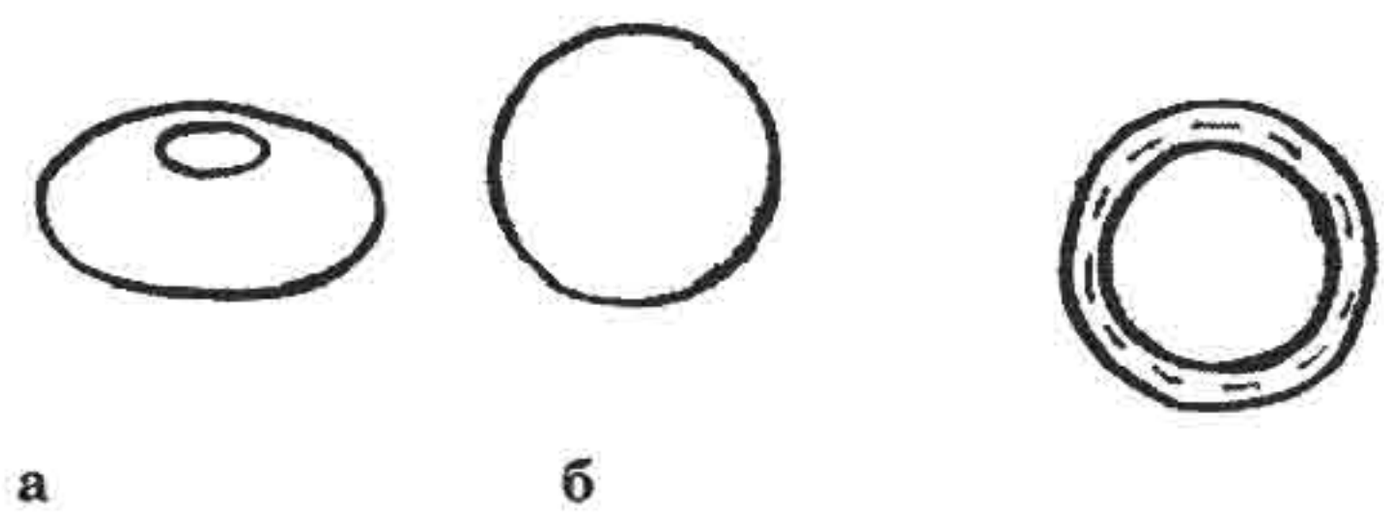



**Рис. 4.2. Neminiana simplex Paliy:**
а) реконструкция; б) аборальная часть

**Рис. 4.3. Beltanelliformis:**
аборальная сторона x1

По плану строения немианы и белтанеллиформис, вероятно, близки к гипотетическому гаструлообразному многоклеточному животному, которое нередко помещают в основании филогенетического древа метазоа. М. А. Федонкин (1978) допускает мысль, что эти наипримитивнейшие формы «могут представлять прямых потомков тех древнейших первых многоклеточных, с которых началась эволюция эуметазоа».

Среди вендских кишечнополостных преобладают формы с концентрической дифференциацией тела, которые содержат три группы.

**1-я группа. Олигоциклические формы**

«Oligos» переводится как немногочисленный, «meros» – часть. Для них характерна относительно правильная концентричность широких кольцевых зон, наблюдаемых на аборальной стороне зонтика.

Наиболее ярким представителем этой группы являются цикломедузы с видами рода Cyclomedusa Sprigg, хотя их систематика далека от совершенства. Цикломедузы имеют дисковидную, конусовидную или медузоидную форму.

Аборальная сторона несет несколько или множество концентрических морщинок, возникших из-за смятия мягкой ткани. Многие из цикломедуз имеют радиальную структуру, но не резко выраженную.

Низкоконическая форма центральной части или тела в целом, концентрические морщинки указывают на то, что организм был прикреплен к субстрату вершиной конуса. Возможно, что вершина была плотной за счет выделения хитина в точке прикрепления.

Cyclomedusa radiata Sprigg и C. davidi Sprigg (рис. 4.7) имели на аборальной стороне тонкие прямые радиальные бороздки, под которыми подразумеваются гастродермальные каналы. У C. david бороздки частые и многообразные и не доходят до прикрепительного органа (бугорка), а начинаются от второй от центра кольцевой борозды и могут пересекать весь зонтик до края.

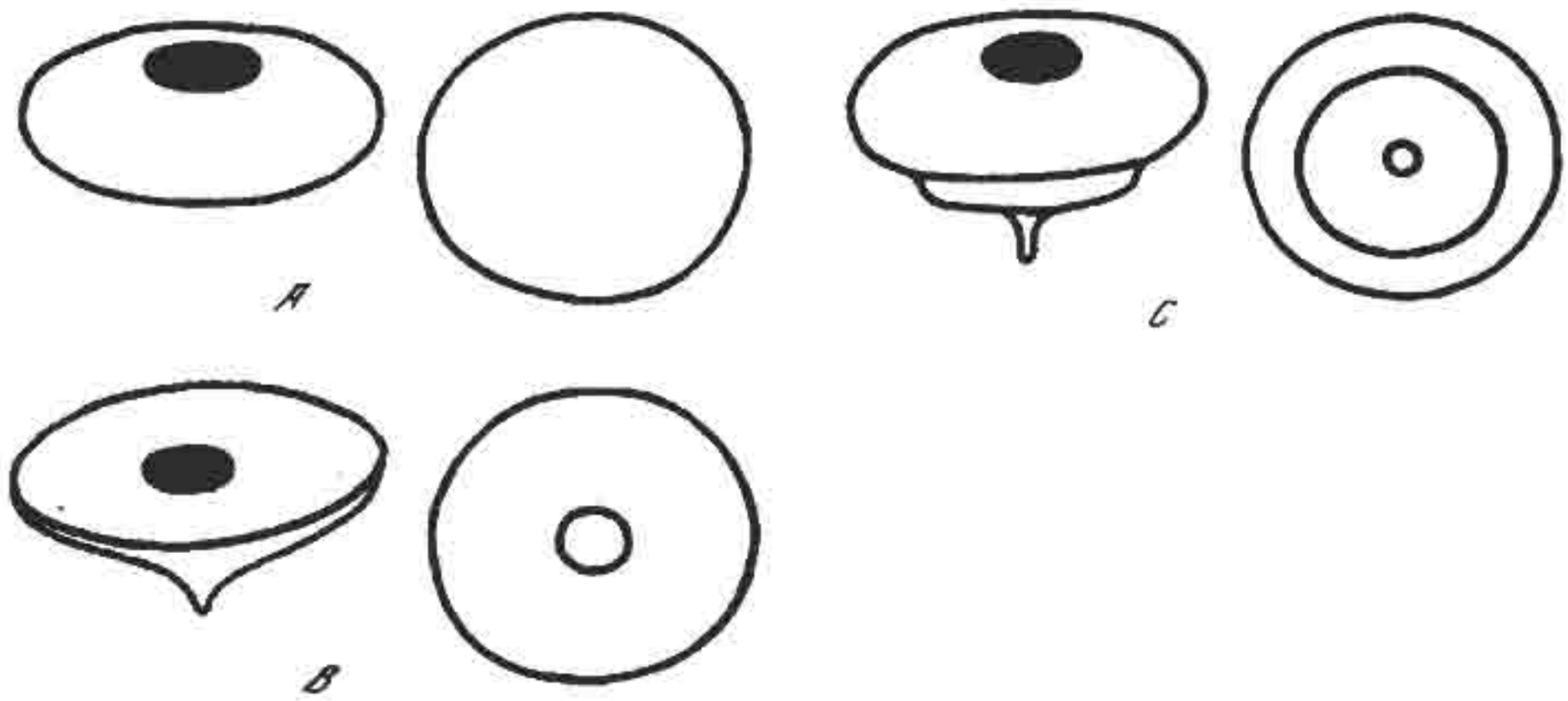



**Рис. 4.4. Наиболее примитивные формы кишечнополостных класса Cyclozoa.**
A – Nemiana simplex Paliy. B – Tirasiana disciformis Paliy. C – Paliella patelliformis Fedon.
Слева – реконструкция, справа – аборальная сторона

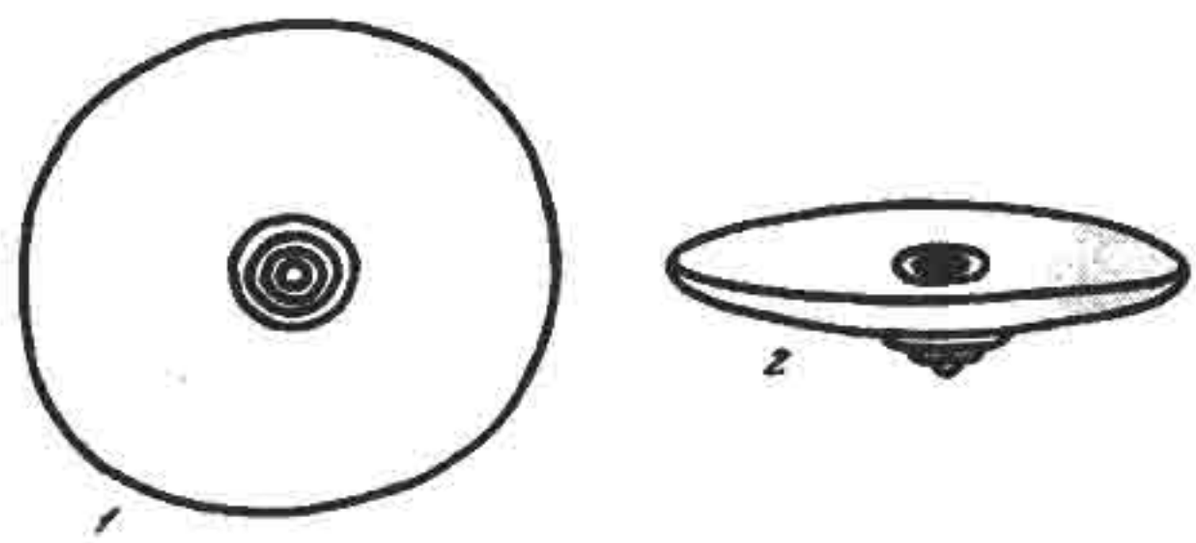



**Рис. 4.5. Cyclomedusa plana Glassner et Wade.**
1 – аборальная сторона. 2 – реконструкция

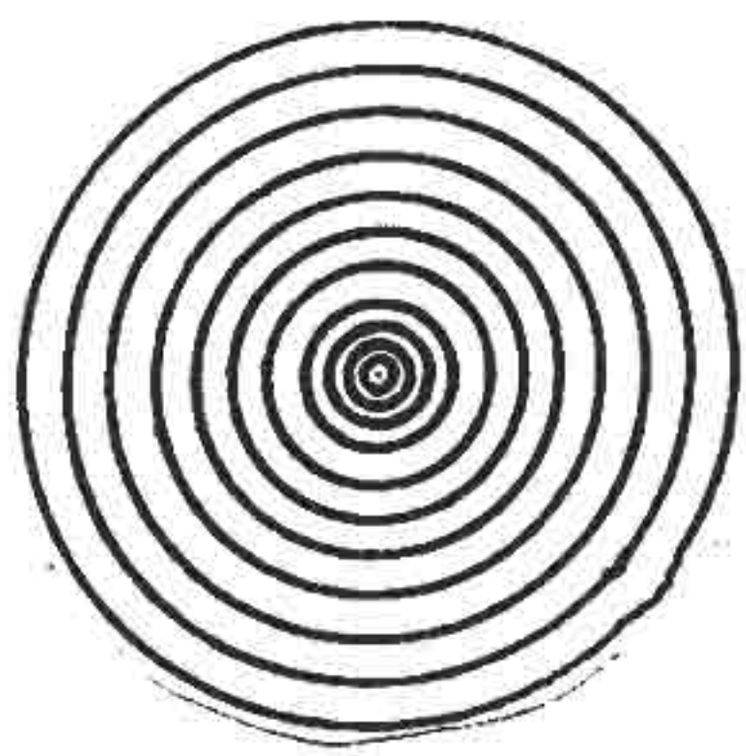


**Рис. 4.6. Killingia concentrica Glassner**

**Рис. 4.7. Cyclomedusa davidi Sprigg.**
Аборальная сторона; нерегулярная концентрическая морщинистость может свидетельствовать о конической форме центральной части зонтика медузоида, который вел сидячий образ жизни

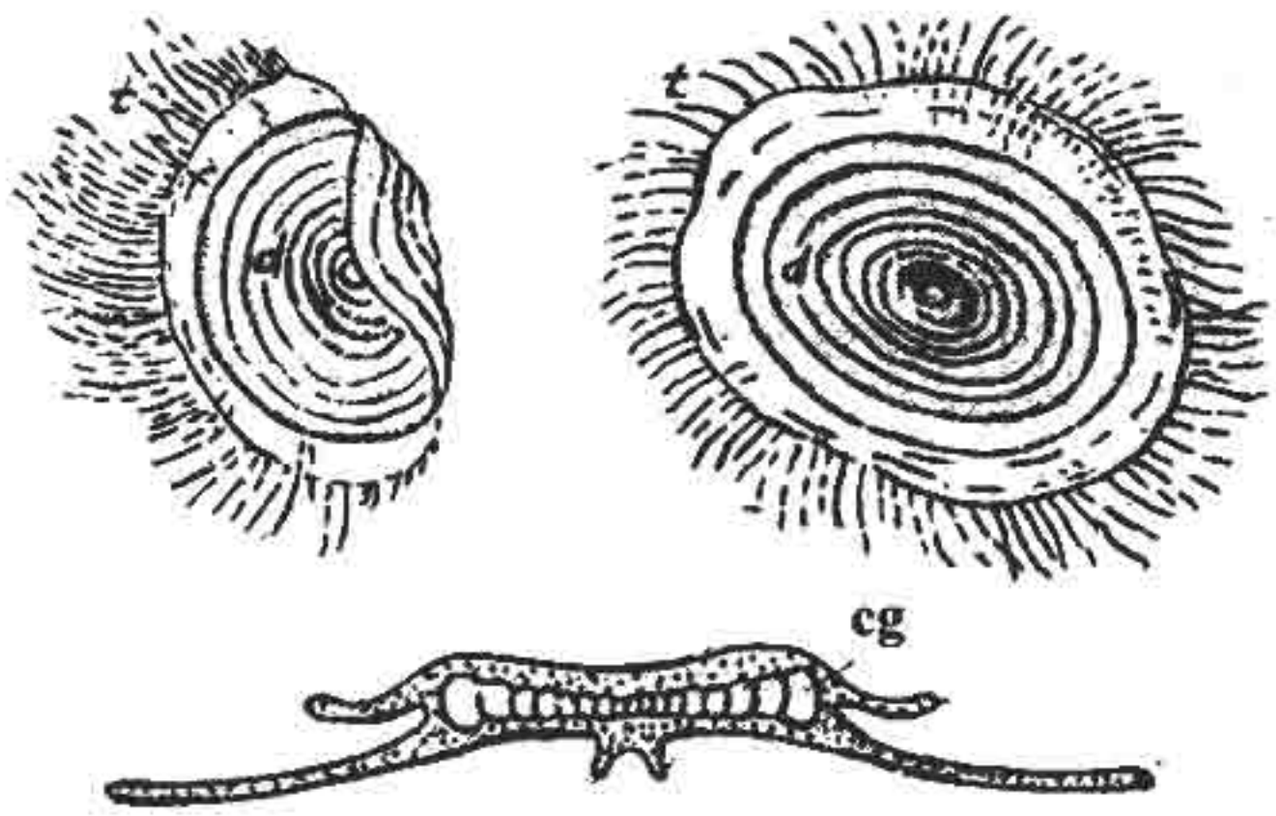



**Рис. 4.8. Реконструкция Spriggina wallea Sun.**
А – рисунок с голотипа, демонстрирующего смятое дисковидное тело с концентрическими бороздками и кольцами на обеих сторонах диска. Б – рисунок с паратипа, демонстрирующего оральную сторону диска с кратеровидным центральным гастрозооидом. В – поперечное сечение через центр тела, реконструкция: d – диск, состоящий из кольцевых камер, f – маргинальный выступ, t – маргинальные щупальцы, cg – центральный гастрозооид (Sun, 1986).

У Cyclomedusa plana в центре имеется несколько зон, поверхность зонтика гладкая.

М. А. Федонкин (1987) допускает, что цикломедузы представляют форму гидроидных, которые могли иметь общего предка с хондрофорами, на что указывают следующие признаки: «1) низкоконическое тело цикломедуз делается тонким к внешнему краю, который скорее является продолжением края дисковидного ценосарка, а не отдельной краевой каймы, как у медуз; 2) внутренние радиальные структуры напоминают радиальные гастродермальные каналы молодых Porpita по форме и положению; 3) вероятность того, что цикломедузы прикреплялись вершиной конуса, позволяет допускать секрецию хитина в том месте, где в развитии современных хондрофоров появляется зачаток пневматофора (Wade, 1972а)».

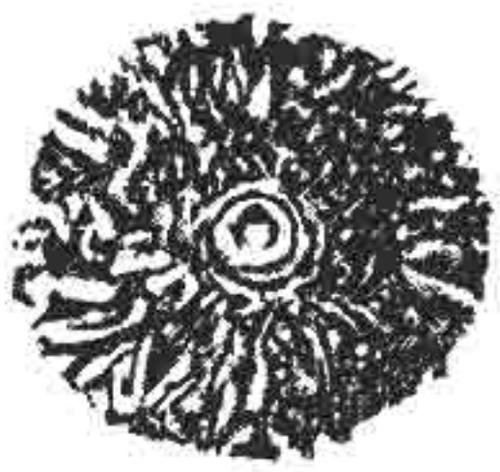
Цикломедузы являются едва ли не самыми широко распространенными формами венда.

**2-я группа. Полициклические формы**

Этим представителям свойственно большое количество узких регулярных конценторических зон. Подобная морфология сочетается с билатеральной симметрией.

Типичным представителем является Eoporpita medusa Wade (Wade, 1972а,б; Федонкин, 1981а; 1985а,б). Она изображена на (рис. 4.9). Это довольно крупные плейстонные (плавающие) формы одиночных полипов круглых или эллиптических очертаний. На оральной стороне относительно плоского тела отмечаются две группы дубинковидных щупалец или «полипов».

Во внешней зоне несколькими концентрическими сериями располагаются «полипоиды», имеющие почти постоянную длину, которые интерпретируются как дактилозооиды.



А Б

**Рис. 4.9. Eoporpita medusa Wade.**

Реконструкция. А – оральная сторона. Б – сечение через центр диска вдоль оси (Wade, 1972)

Внутренние концентрические зоны при движении к центру уменьшаются, где они окружают крупный одиночный центральный конус. Аборальная сторона гладкая, но с тончайшей радиальной штриховкой с небольшим и низким бугорком в центре.

Близкой по плану строения к вышеописанной форме исследователи указывают Kaisalia mensae Fedon. (Федонкин, 1984; 1985б). Большой плоский диск делится на три концентрические зоны. В средней и внешней зонах видны многочисленные регулярные плоские кольца, разделенные узкими бороздками. В средней зоне крупного экземпляра (до 16 см в диаметре) наблюдается семь колец приблизительно равной величины. Внешняя зона состоит из шести колец, причем их ширина к периферии постепенно уменьшается.

Особое место среди полициклических форм занимает Ovatoscutum concentricum Glass. et Wade и Chondroplon bilobatum Wade (Glassner,Wade, 1966; Wade, 1971), которые относятся к семейству Chondroplidae.

Особенностью этих организмов является сочетание концентрической формы и билатеральной симметрии, причем у первой признаки концентрического строения сохраняются в большей степени.

Оватоскутум (рис. 4.10, А) имел щитовидный или овальный диск с очень слабо намечающейся осью билатеральной симметрии. В центре находилась маленькая овальная камера, ориентированная вдоль оси и концентрически окруженная узкими длинными камерами. С одной стороны оси эти камеры имеют максимальную ширину, с другой – они не смыкаются, оставляя подобие треугольного выреза. Вырез ориентирован вдоль оси вершиной к середине, но не достигает центра.

Хондроплон (рис. 4.10, Б, В) отличается более крупными размерами (наиболее крупный экземпляр имеет длину около 19 см и ширину около 24 см), двухлопастным строением при округлых очертаниях (Wade, 1971). Ось тела – вентральная борозда – выражена довольно четко. Начальная камера большая и вытянута вдоль оси. Ранние камеры, облекающие начальную, кольцевидные. Более поздние не смыкаются на проксимальном конце оси, где они имеют максимальную ширину и образуют подобие выреза. Внешние концы камер образуют фестончатый край пневматофора.

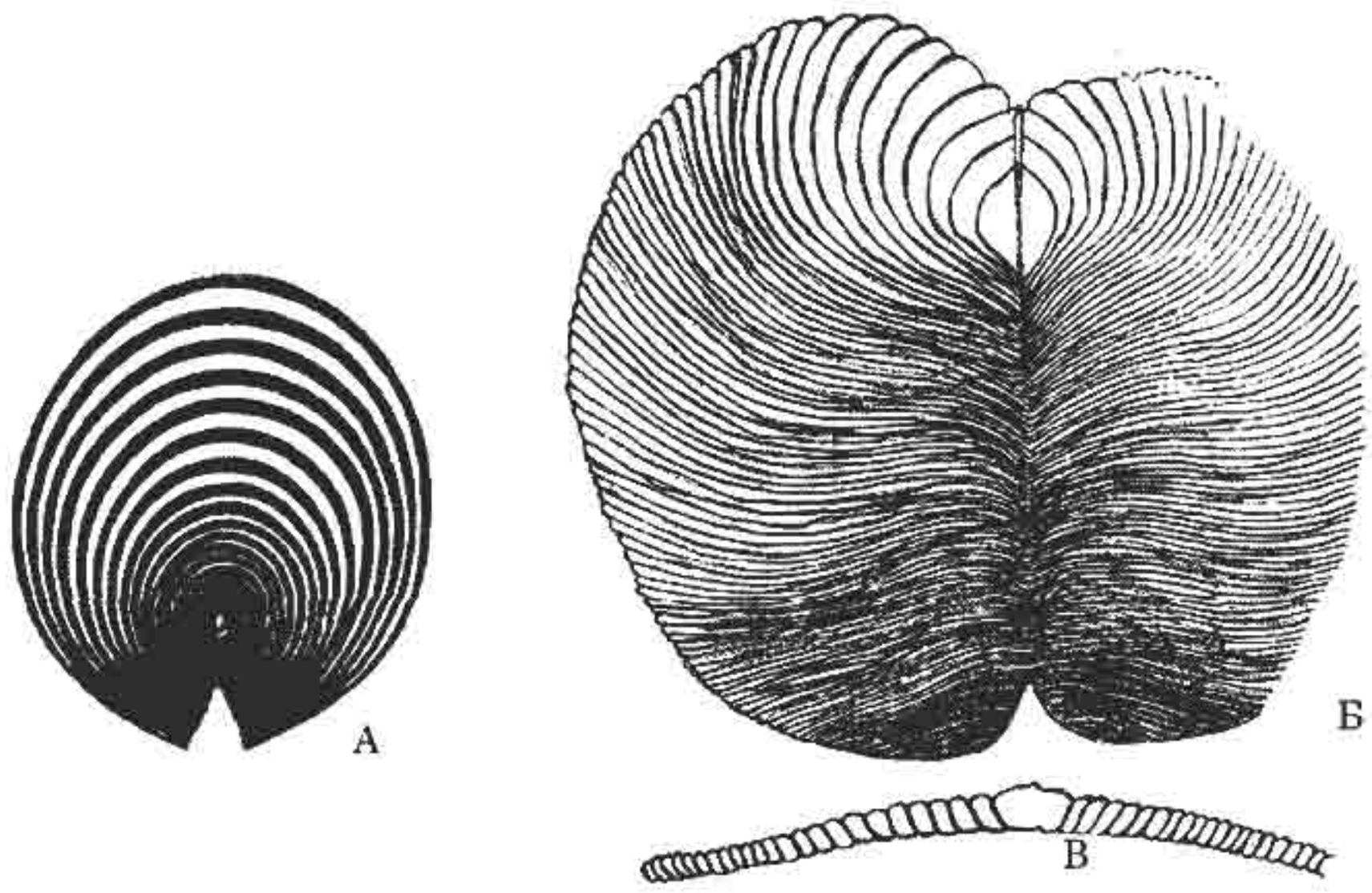



**Рис. 4.10. Формы, в плане которых сочетаются концентрическая организация с билатеральной симметрией.**

А – Ovatoscutum concentricum Glassner. Б – Chondroplon bilobatum Wade. А, Б – реконструкция верхней (по М.Уэйд, «дорсальной») стороны. В – поперечное сечение пневматофора (Wade, 1971).

М. М. Глесснер по большому сходству пневматофоров вышеописанных форм с пневматофорами ныне живущих Porpitidae относит эти вендские формы к классу Hydrozoa (Glassner, 1971). Два рода ныне живущих хондрофор Porpita и Velella выглядят как реликты древней и разнообразной группы гидрозоа, которая, по мнению М. М. Глесснера, более 600 млн лет назад открыла поверхность океана как нишу, богатую пищевыми ресурсами, и адаптировалась в ней. Разнообразие этой группы к концу палеозоя уменьшилось из-за усилившейся конкуренции.

М. А.Федонкин пишет: «если М. Глесснер и М. Уэйд близки к истине в интерпретации полициклических форм вендских радиалий, то хондрофоры окажутся, пожалуй, единственной группой вендских метазоа, которые имеют прямых потомков в современном животном мире».

У ряда полициклических форм отмечается правильная концентрическая организация, которая отражает прежде всего характер роста. Концентрические кольца являются стадиями роста. По мере взросления морфология организма меняется за счет прибавления новых кольцевых зон, что среди вендских кишечнополостных было широко распространено. В качестве прогрессивных черт можно назвать разделение дисковидного полициклического тела на центральную и периферическую зоны, которые, возможно, и отражают функциональную дифференциацию. Отличительным признаком таких форм от других циклозоа является стабильное количество концентрических зон, обычно небольшое и остающееся неизменным в течение всей жизни. Это существенное отличие может свидетельствовать о дифференцированном строении тела и возможной специа-

лизации отдельных его частей, т. е. в целом – о более высокой организации, чем у олиго- и полициклических форм.

Характерным представителем этой группы является самая крупная вендская медузоидная форма Ediacaria flindersi Sprigg, эксгумелла которой выглядит в виде диска, окруженного плоским гладким и широким кольцом (рис. 4.11). Диск обычно над внешним кольцом приподнят и в центре его сохраняется небольшой бугорок.

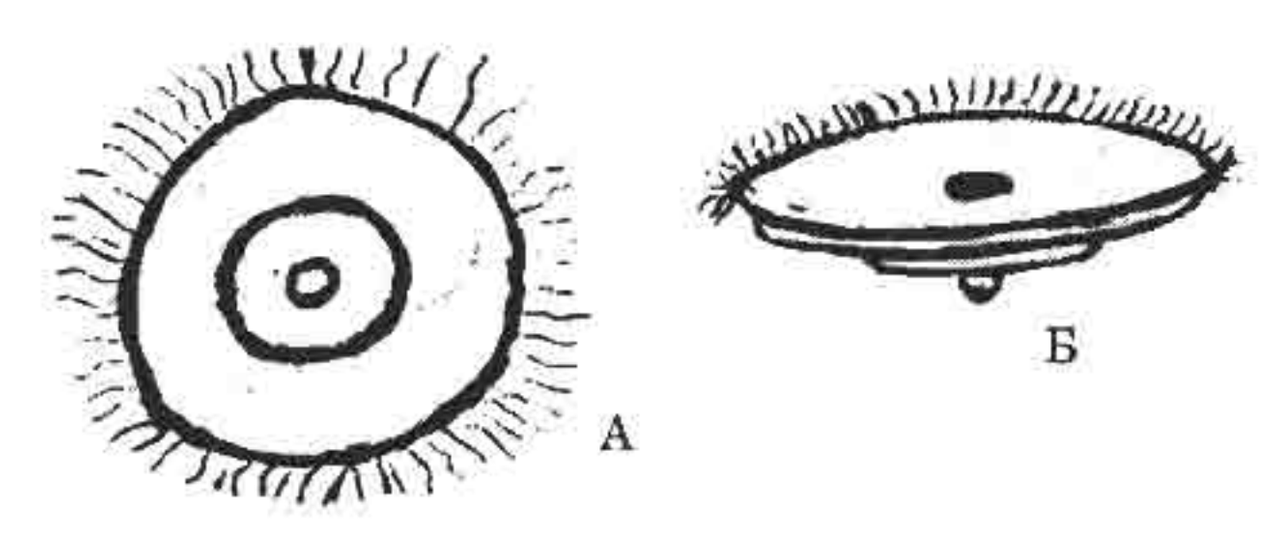



**Рис. 4.11. Ediacaria flindersi Sprigg.**
А – вид с аборальной стороны. Б – реконструкция

Радиус центрального диска составляет от 1/3 до 3/4 общего радиуса. Глубокая кольцевая борозда, а иногда уступ отделяют диск от кольцевой зоны. Имеется небольшое круглое ротовое отверстие, которое сохраняется редко, по краям – тонкие, частые и длинные краевые щупальцы. Диаметр зонтика иногда достигает полуметра и более, но и мелкие формы встречаются очень часто. Эдиакарии можно интерпретировать как плоские ступенчато-конические формы, прикреплявшиеся к субстрату своей вершиной.

У форм с постоянным количеством концентрических зон иногда наблюдаются тонкие радиальные борозды, приуроченные, в основном, к зоне внешнего кольца (Ediacaria flindersi Sprigg, Medusinites asteroides Glass. et Wade, иногда и у Patiella patelliformis Fedonkin). Вероятно, эти радиальные борозды являлись поверхностными структурами, а не каналами гастроваскулярной системы (рис. 4.12).

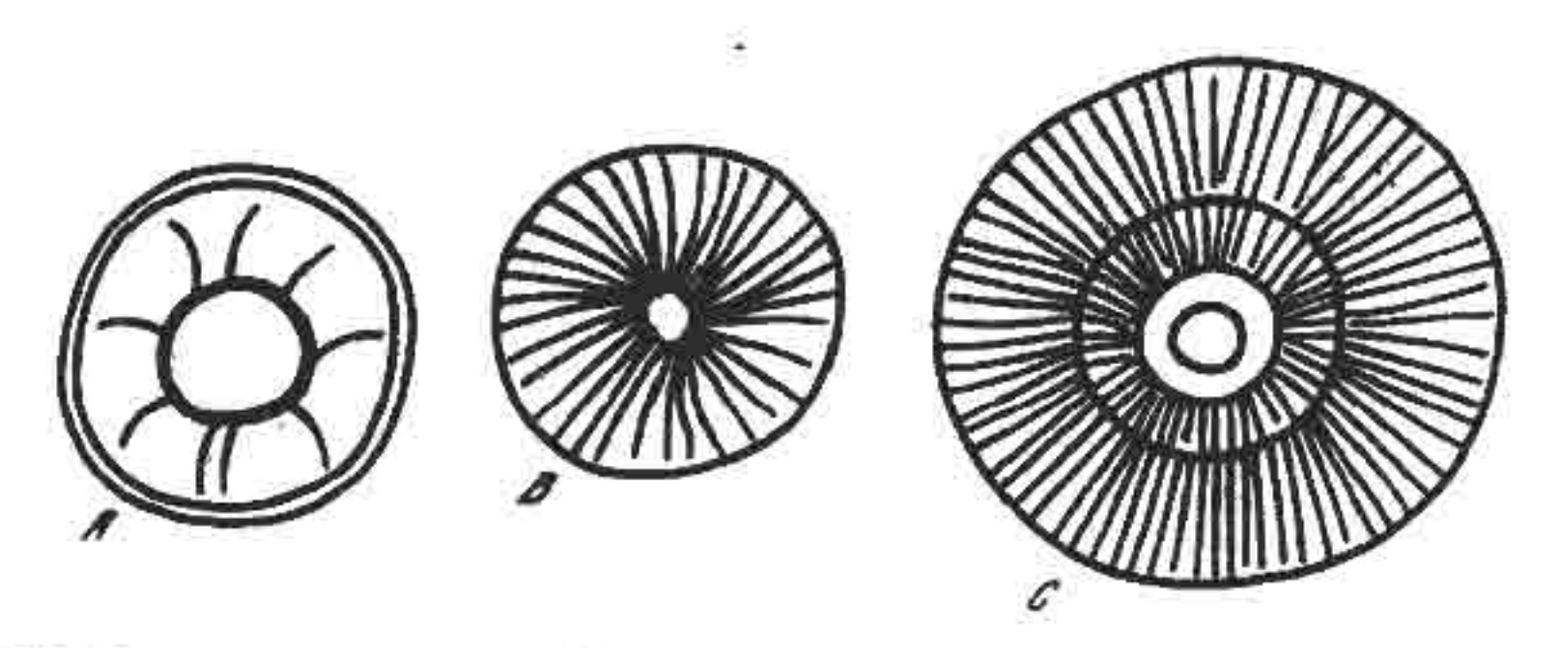



**Рис. 4.12. Схематическое изображение вендских медузоидных организмов, сочетающих в своем строении концентрическую организацию и вращательную симметрию неопределенного порядка.**
А – Medusinites asteroides Sprigg. Б – Irridinites multiradiatus Fedonkin.
С – Cyclomedusa radiata Sprigg

Завершая характеристику вендских Cyclozoa, необходимо отметить, что эти в основной своей массе формы с монотаксонной гетерополярной симметрией бесконечно большого порядка – наиболее примитивные и процветавшие организмы среди вендских кишечнополостных и метазоа. Это крайне примитивный и архаичный класс, объединенный общностью происхождения.

В составе класса Cyclozoa сейчас выделяют три основные группы, которые можно будет отнести, вероятно, к подклассам.

1. Олигоцентрические кишечнополостные с нерегулярной концентричностью строения или не имеющие видимых концентрических элементов. Этот план строения наиболее примитивный и, возможно, наиболее древний.

2. Полициклические кишечнополостные, у которых отмечается правильная и частая концентрическая зональность, отражающая характер их роста. В этой группе имеются формы, где на фоне концентрической организации возникает билатеральная симметрия. Среди организмов этой группы встречаются формы, близкие к ныне живущим хондроформам, но, вероятно, не относящиеся к отряду Hydrozoa.

3. Циклозоа с небольшим числом концентрических зон, которое остается постоянным на протяжении всей жизни особи. Вероятно, присутствует функциональная дифференциация концентрических зон, что в целом может указывать на более высокую организацию этих организмов по сравнению с другими группами.

В каждой из трех групп отмечаются комбинации типов симметрии и различных планов строения.

Основная часть циклозоа представлена седентарными формами, в меньшей степени – плейстонными, и лишь небольшое число могло составлять планктон.

**Класс Inordazoa**

Основанием для выделения класса Inordazoa явилась неопределенность радиальной симметрии вследствие произвольного заложения однотипных антимер, количество которых увеличивается по мере роста особи и таким образом увеличивается порядок радиальной симметрии в индивидуальном развитии.

Наиболее простым планом строения обладает Lorenzinites rarus Glassner et Wade и Hiemalora stellaris Fedonkin. Lorenzinites найден в единственном экземпляре в кварцитах Паун Южной Австралии и представлял собой небольшие низкие полипы с венчиком простых щупалец. Статус этой формы в настоящее время не вполне ясен (Glassner, 1979b).

Что касается Hiemalora stellaris, то она представлена массовым материалом в разрезах Русской платформы (Федонкин, 1980а; 1983а) и Оленекского поднятия (Sokolov, Fedonkin, 1984; Федонкин, 1985б).

Исследователи имели возможность проследить этот организм от ранней стадии его развития (полипоидной формы) до половозрелой стадии (медузоидной формы), которая обитала в пелагиали и расселялась по акватории. Полипы имели рельефно выступающие диски с толстыми щупальцами, медузы характеризуются более крупными размерами с тонкими щупальцами. В центральной части оральной стороны зонтика располагался небольшой круглый рот, который сохраняется редко.

У Hiemalora (рис. 4.13) была обширная гастральная полость и чашевидных полипов и у дисковидных медуз, которая, вероятно, продолжалась в щупальцы. На поверхности диска иногда видны многочисленные беспорядочно расположенные бугорки. Предполагается, что это примитивные репродуктивные органы, хотя у современных кишечнополостных их расположение строго упорядочено.

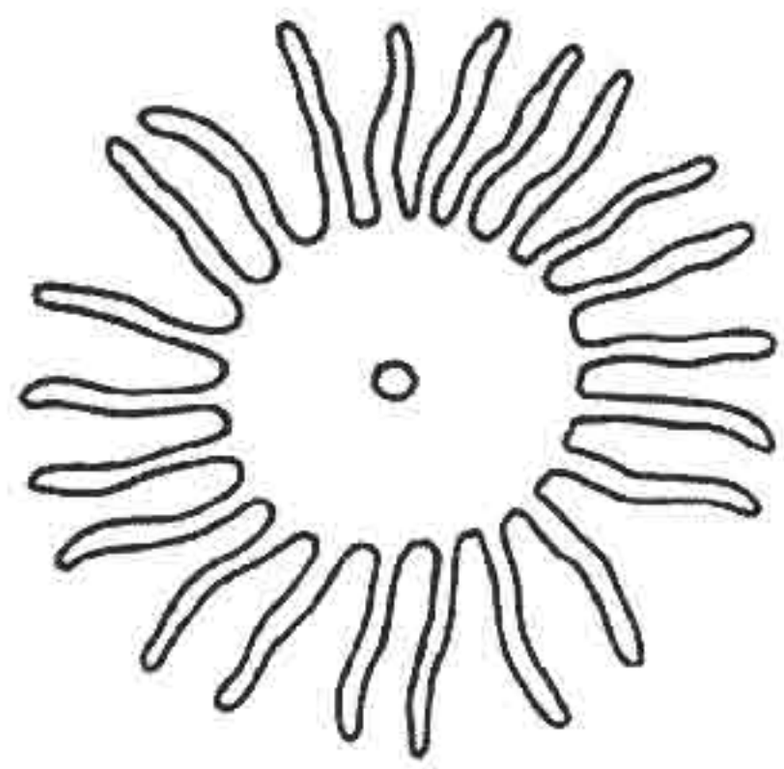


**Рис. 4.13. Схематическое изображение медузы Hiemalora stellaris Fedonkin (симметрия неопределенного порядка)**

К этому классу относятся Elassenia asseevae Fedonkin, у которой имелся округлой структуры центральный диск, вероятно, представляющий собой гастральную полость. Близкой по плану строения является Evmiaksia aksionovi Fedonkin (рис. 4.14), имеющая обширное гладкое внешнее кольцо с расположенными по кругу овальными образованиями в центральной части, длинные оси которых ориентированы радиально. Под этими образованиями подразумеваются гонады, расположенные по краю гастральной полости. Их количество непостоянно и увеличивается по мере роста организма вне зависимости от какого-то порядка симметрии (Федонкин, 1985б).

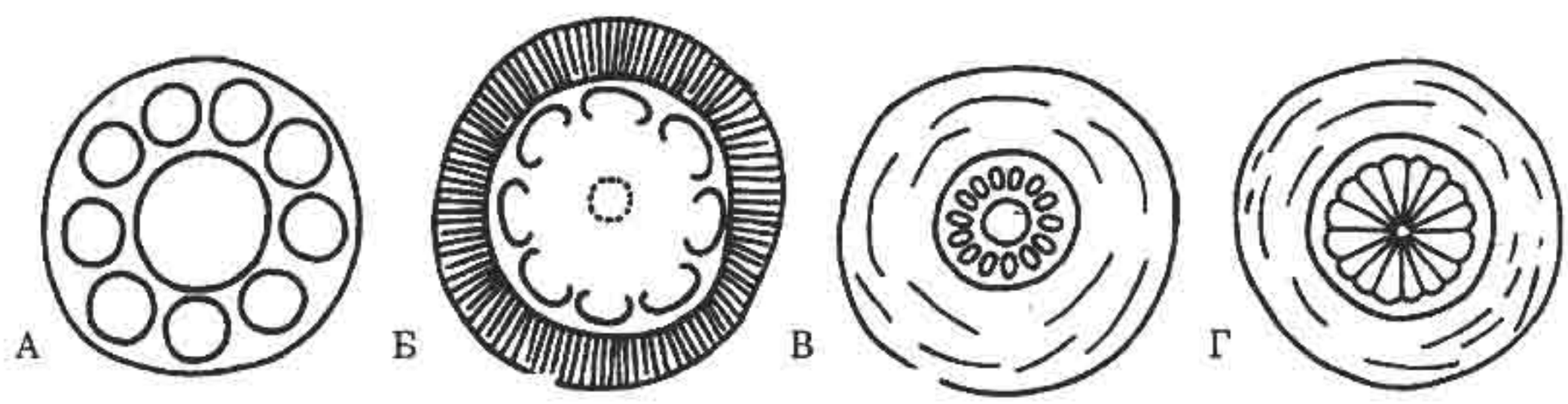



**Рис. 4.14. План строения вендских медуз с характерной симметрией неопределенного порядка.**
А – Elassenia assevae Fedonkin. Б – Armilifeza parva Fedonkin.
В – Evmiaksia aksionovi Fedonkin. Г – Bonata septata Fedonkin

У низкоконической медузы Kugoconites Glassner et Wade имеется множество радиальных каналов, отходящих от углов небольшого полигонального центра в области желудка и дихотомически ветвящихся. Многочисленные тончайшие щупальцы начинаются не у края зонтика, а чуть ближе к центру.

У такой формы, как Bonata septata Fedonkin, отмечается неупорядоченность радиальных структур. Эти медузоидные имели округлую форму тела, которое состояло из двух концентрических зон. Внешняя кольцевая зона относительно плоская, широкая с редкими концентрическими морщинками, внутренняя – более выпуклая, состояла из радиально расходящихся клиновидных лопастей (возможно, это гонады), количество которых по мере роста особи увеличивалось. В отпечатках, найденных на Зимнем берегу Белого моря, наблюдалось от 11 до 19 лопастей.

Кроме медуз с радиальной симметрией неопределенного порядка, среди представителей класса Inordozoa встречаются формы с комбинацией радиальной и концентрической организации (Mawsonites Glassner et Wade, 1966).

В заключение характеристики класса Inordozoa можно сделать выводы:

1. Главной особенностью этого класса является увеличение порядка вращательной симметрии по мере роста особи без соблюдения кратности какому-либо числу или какой-либо последовательности в процессе их заложения. Эта особенность является крайне архаичной, но ее можно рассматривать как необходимый этап в эволюционном развитии кишечнополостных на пути к радиально-лучистой организации определенного порядка, что так характерно для книдарий фанерозоя.

2. Класс Inodozoa в целом представляет значительно более высокую организацию в сравнении с классом Cyclozoa.

3. У представителей класса Inordozoa имеется хорошо оформленная система щупалец, разнообразная, порой сложная, система радиальных каналов гастроваскулярной системы, которая несколько раз ветвится по направлению к периферии, а иногда образует подобие сетки.

4. У большинства представителей данного класса обнаружены вполне сформировавшиеся системы репродуктивных органов.

5. Комбинация типов симметрии, характерных для Cyclozoa и Inordozoa могут указывать на их филогенетическую связь.

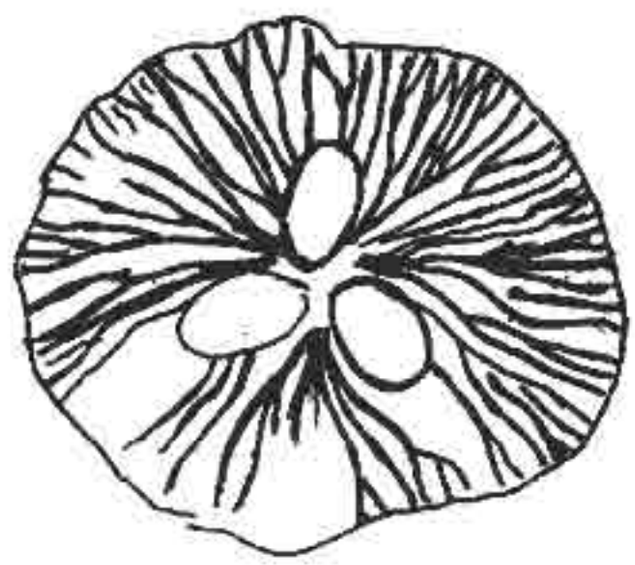
**Класс Trilobozoa**

К классу Trilobozoa относятся организмы с необычайно редким типом вращательной симметрии третьего порядка, т. е. обладающие трехлучевой радиальной симметрией.

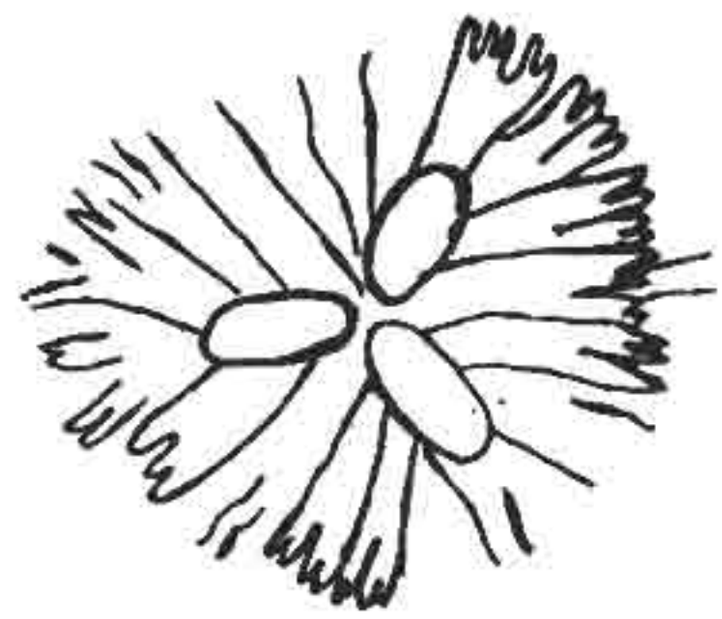
Этот порядок симметрии встречается у современных кишечнополостных чрезвычайно редко, а у других метазоа – как вторичное явление. Но в венде такой тип симметрии был распространен довольно широко.

Наиболее яркая трехлучевая симметрия наблюдается в строении Albumares brunsae Fedonkin (Федонкин, 1981а). Эта форма изображена на рис. 4.15, А.

Это были мелкие медузы с трехлопастным строением тела. В каждой из лопастей из центральной части зонтика идут по три канала гастроваскулярной системы. Эти каналы четырежды дихотомируются на пути к краям зонтика, который несет более 100 тонких и коротких щупалец. От центра отходят три относительно коротких валика (возможно, гонады), которые располагаются между лопастями и сужаются радиально. Морфология альбумарес сближает ее прежде всего со сцифоидными медузами, но среди последних нет форм с трехлучевой симметрией.



А



Б

**Рис. 4.15. План строения вендских медуз с трехлучевой симметрией (рисунки с фотографий).**
А – Albumares brunsae Fedonkin. Б – Anfesta stankovskii Fedonkin

Близкой к альбумарес являлась форма Anfesta stankovskii Fedonkin (рис. 4.15, Б), у которой дисковидный зонтик разделен тремя валиками, возможно, соответствующим гонадам. Последние имеют сосковидную форму и расходятся радиально от центра. Их концы не доходят до краевой части зонтика, состоящего из восемнадцати узких лопастей, дистальные концы которых рассечены на две лопасти второго порядка. Каждая лопасть второго порядка, в свою очередь, рассечена небольшой радиальной бороздкой на узкие плавно заостренные маргинальные лопасти, несущие тончайшие щупальца.

Из разрезов Центральной Австралии М. Уэйдом была описана медуза Skinnera brooksi Wade (Wade, 1969), которая также обладает трехлучевой симметрией, но ее внутреннее строение несколько отличается от вышеописанных форм.

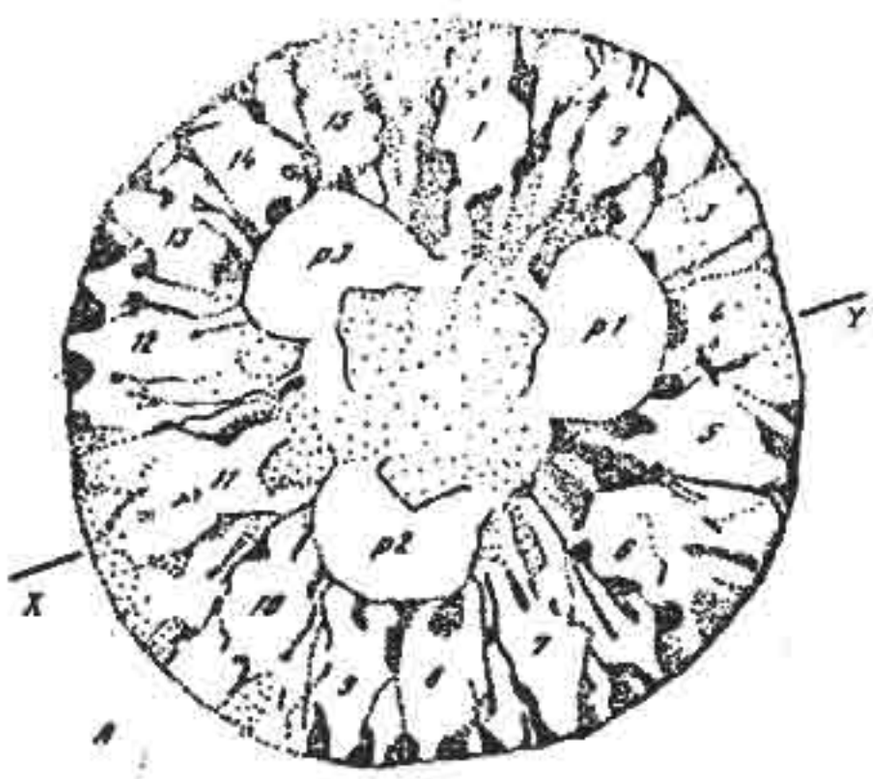



**Рис. 4.16. Трехлучевая форма Skinnera brooksi Wade:**
p1-p3 – структуры, первоначально интерпретируемые как гастральные камеры, но, возможно, отвечающие репродуктивным органам; 1–15 – вторичные карманы (Wade, 1969)

У Skinnera (рис. 4.16) в центре зонтика имеется относительно гладкий участок, который может интерпретироваться как желудок, вокруг которого симметрично располагаются три крупные полукруглые структуры, выпуклой стороной обращенные к периферии. М. Уэд считал их гастральными камерами. По периферии зонтика располагались пятнадцать вторичных карманов, каждый из которых был соединен с желудком двумя каналами.

По мнению М. Уэйда, строение Skinnera по своей сложности отвечало уровню организации сцифоидных медуз.

Чрезвычайно своеобразной была форма Tribrachidium heraldicum Glassner (Glassner, Wade, 1966; Федонкин, 1981а), которая сохраняется в негативном гипорельефе и в позитивном эпирельефе. В первом случае, это – вогнутый отпечаток с крутонаклонным ограничением, на поверхности которого видны три выступающие руки, радиально расходящиеся от центра под равными углами (рис. 4.17).

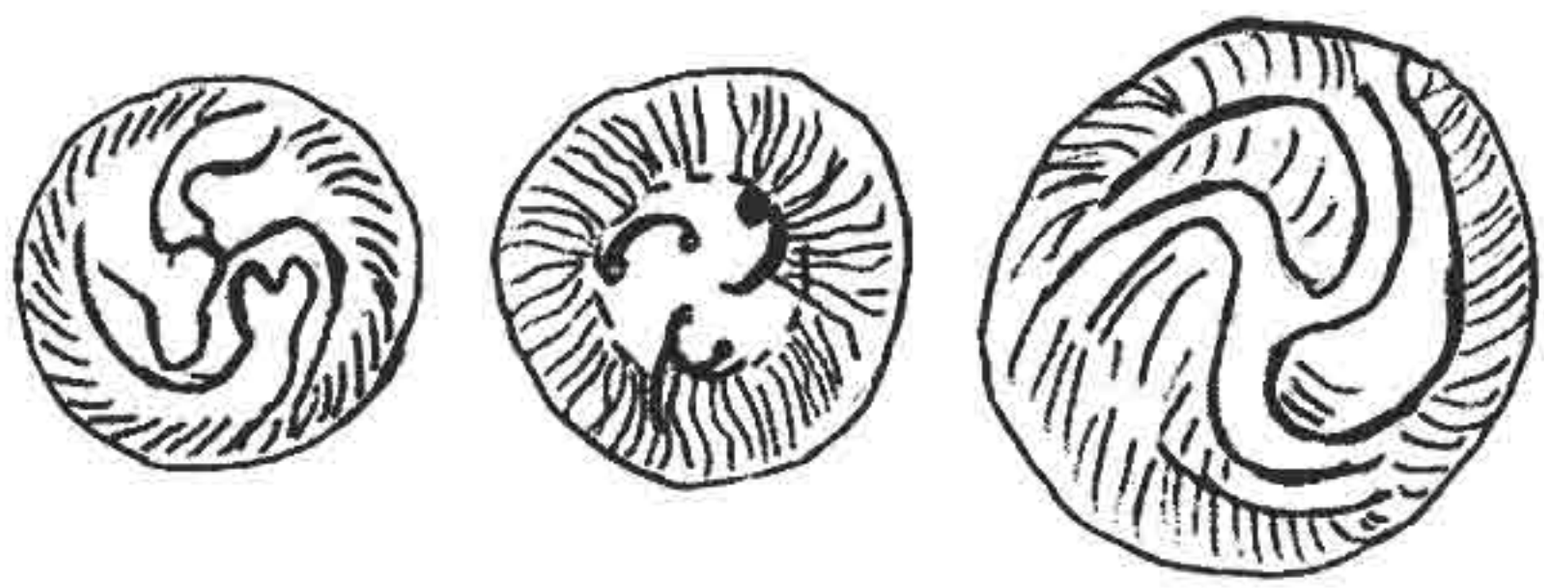


**Рис. 4.17. Различные типы строения Tribrachidium heraldicum Glassner, демонстрирующие план строения распределительной системы и оральную сторону этого организма**

Они круто искривляются, к периферии диска утончаются и соединяются с ним. В центре видна Y – образная борозда, которая, по мнению М. Глесснера, соответствовала рту.

На внешней стороне дистальной части рук отмечались короткие частые щупальца, которые занимали семь десятых длины каждой руки. В промежутках между руками сохранялись тонкие длинные прямые или искривленные бороздки (рис. 4.18).

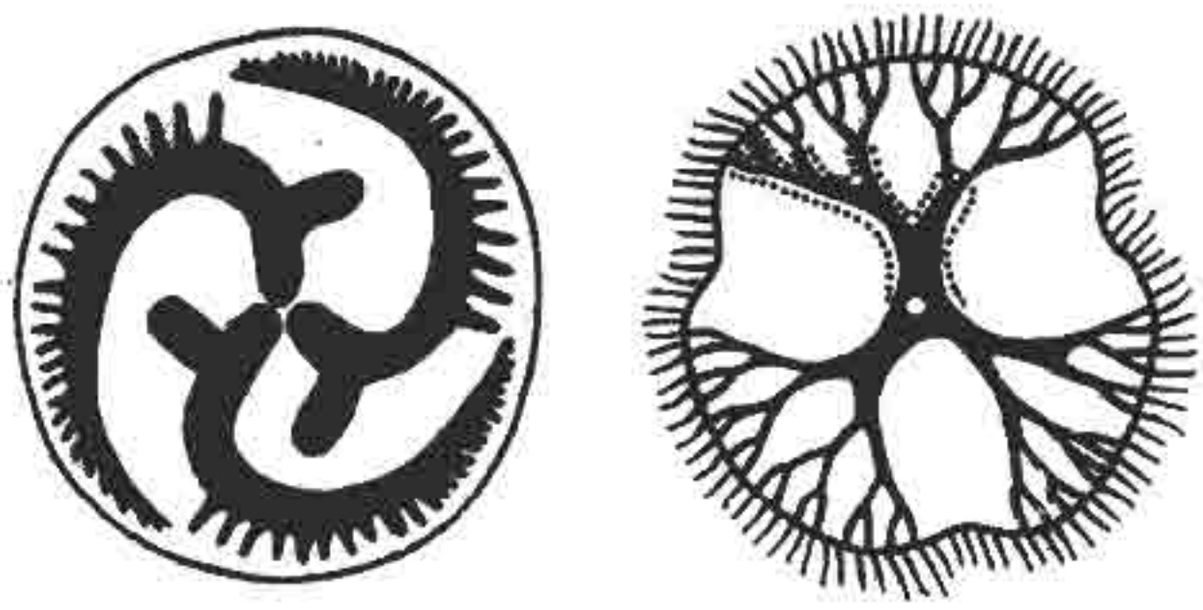


**Рис. 4.18. Сравнение строения рук трибрахидиум с гастроваскулярной системой гипотетической медузы (точками обведен участок, из которого выводятся руки трибрахидиума).**

Позитивные гипорельефы встречаются редко и представлены слегка выпуклыми слепками на кровле алевритистых прослоев.

В средней части диска расположены три дуговидных углубления, ориентированные своими узкими окончаниями к центру. Внешние концы углублений более широкие и глубокие за счет округлых терминальных расширений. Края диска ровные, а его поверхность покрыта тончайшими радиальными бороздками. Предполагается, что дуговидные углубления могли соответствовать ротовым щелям, а микрорельеф способствовал транспортировке питательных частиц со всей поверхности зонтика при помощи мерцательного эпителия. Трибрахидиум вел, вероятно, сидячий образ жизни, пассивно улавливая из воды органический детрит.

Кратко охарактеризованная форма рассматривается М. А. Федонкиным как высокоспециализированный организм целентератного уровня, не имеющий родственных форм среди известных кишечнополостных фанерозоя.

**Класс Scyphozoa**

Этот класс представлен вендскими кишечнополостными с четырехлучевой симметрией тела, представители которых встречаются довольно редко. С позднего палеозоя и до настоящего времени этот тип симметрии является господствующим среди целентерат.

Для примера можно остановиться на форме, обладающей радиальной четырехлучевой симметрией с более простой морфологией тела. Это были мелкие с выпуклым зонтиком медузки, которые в диаметре редко превышали 10 мм (рис. 4.19, А). Они обладали небольшим желудком, от которого отходили четыре прямых канала гастроваскулярной системы. По краю зонтика располагались щупальцы.

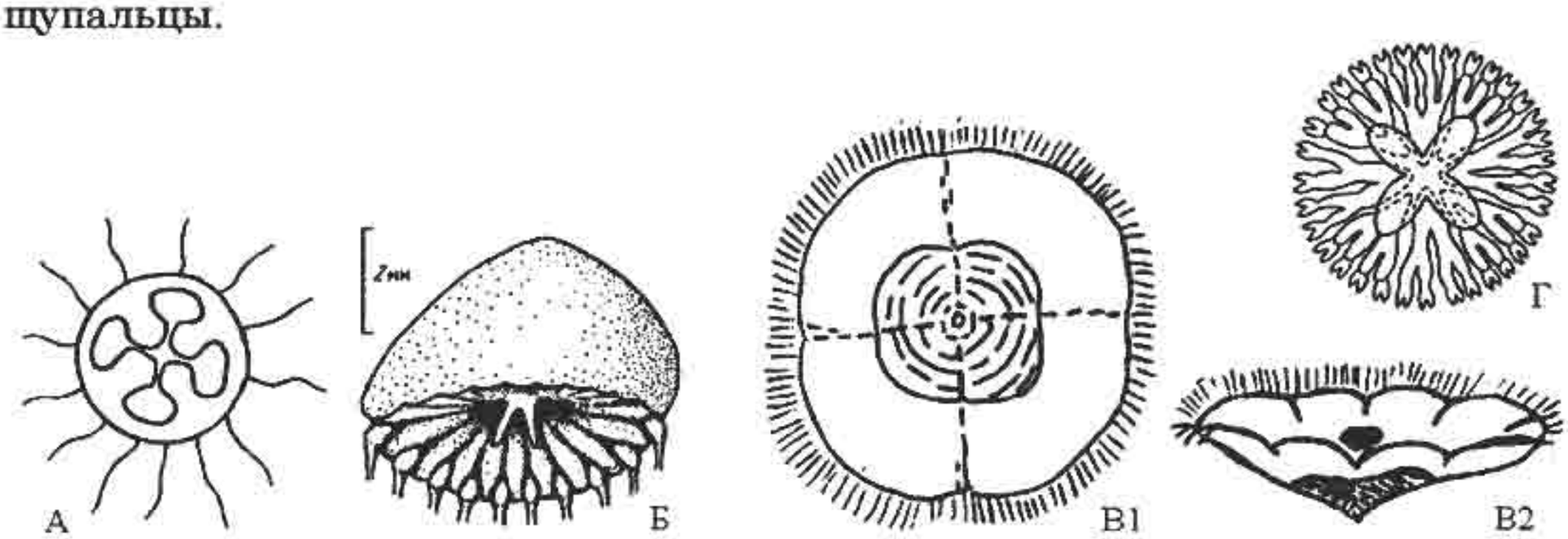



**Рис. 4.19. Представители класса Scyphozoa с четырехлучевой симметрией тела.**
А – Staurinidia crucicula Fedonkin; Б – Persimedusites chahgasensis Hahn et Pflug; В – Conomedusites lobatus Glassner et Wade: В1 – аборальная сторона, В2 – реконструкция; Г – Ichnusina coccozzi Debrenne et Naud

Особое место среди сцифозоа занимает Conomedusites lobatus Glassner et Wade (рис. 4.19, В), известная из докембрия Южной Австралии, Юго-Восточного Беломорья и Подолии.

В настоящее время обнаружено более двух десятков образцов. Это небольшие выпуклые или плоскоконические слепки, состоящие из четырех равных лопастей, ограниченных четырьмя резко выраженными радиальными бороздками, котрорые углубляются к периферии, где и разделяют соседние лопасти. Обширная внутренняя зона имеет плоскоконическую форму с острой вершиной и ограничена дуговидными бороздками, которые, по-видимому, соответствуют теке. Иногда наблюдаются тонкие маргинальные щупальцы.

Можно остановиться еще на двух медузоидных формах из докембрия Ирана и Италии.

Из формации Эсфорди позднего докембрия в Центральном Иране описано несколько слепков мелких медуз Persimedusites chahgazensis Hahn et Pflug.

У этих особей оральный участок слегка приподнят и занят четырьмя ротовыми щупальцами (рис. 4.19, Б). Внизу отмечаются 20 радиальных лопастей, отделенных друг от друга глубокими бороздами, которые начинаются в оральной части и продолжаются к периферии зонтика. Между дистальными частями лопастей появляются еще лопасти, несущие на внешних концах щупальцы. Последние имеют округлые и раздутые основания.

На юго-востоке острова Сардиния (Debrenne, Naud, 1981) в черных сланцах серии Сан-Вито встречены медузы, которые характеризуются четырехлучевой и восьмилучевой симметрией – Ichnusina cocozzi Debrenne et Naud (рис. 4.19, Г).

У этих форм четыре эллиптических валика, радиально отходящие от центра, соответствуют оральным рукам, а возможно, и гонадам. Восемь лопастей при движении к периферии дважды дихотомируются.

Среди вендских медуз встречена форма Pomoria corolliformis Fedonkin с шестилучевой радиальной симметрией.

Завершая характеристику вендских кишечнополостных, следует отметить, что изучение их проморфологии открывает большие возможности познания наиболее ранних этапов развития основных филогенетических стволов этого типа животных.

### 4.1.2. Раздел BILATERIA

Животные, относящиеся к этому разделу, обладают, как правило, хорошо выраженной двусторонней симметрией тела. Но многие вендские билатерии являются монотипическими и в ряде случаев представлены небольшим количеством экземпляров. Необходимо отметить, что эта группа в современном животном мире по численности и разнообразию преобладает над радиалиями. Но палеонтологический материал показывает резкое преобладание в вендское время радиалий над билатералиями.

Билатералии в своем составе содержат довольно разнообразные группы: несегментированные формы, проартикулята, полимерные формы, олигомерные формы.

**Несегментированные формы**

В верхней части разреза на Зимнем берегу Беломорья (Зимние горы) было обнаружено три экземпляра очень просто устроенной формы – Platypholinia pholiata Fedonkin. Она сохраняется в виде совершенно плоских листовидных отпечатков длиной до 70 мм, в ширину 30–35 мм. К одному концу тело сужается и в его терминальной части наблюдается небольшое раздвоение, от которого внутрь тела отходит узкий длинный валик и субпараллельные бороздки по обе его стороны. Эти структуры начинаются от узкого конца, доходят примерно до середины тела и исчезают. Более широкий конец тела плавно закругляется. Поверхность отпечатков гладкая, очертания их ровные. Эта форма представляет собой весьма примитивный организм, во многих отношениях загадочная, так как неясно, самостоятельный ли это организм или фрагментарный.

Из Зимнегорского местонахождения известен один экземпляр билатерально-симметричного животного хорошей сохранности – Vladimissa missarzhevskii Fedonkin, – который можно диагностировать как самостоятельный организм. У него имелось листовидное плоское тело значительной толщины, заостренное с переднего и заднего края. Длина формы около 45 мм, ширина 32 мм. В средней части тела двумя продольными рядами располагаются четыре пары округлых бугорков. Фиксируется косая краевая насечка, относительно крупная в передней части тела, которая становится еще более крупной в середине и постепенно уменьшается в размерах при приближении к заднему острому концу. По мне-

нию М. А. Федонкина, вышеуказанная морфология может свидетельствовать о наличии у Vladimissa зачаточной метамерии.

В кварцитах Куибис группы Нама в Намибии М. А. Глесснером был описан червеобразный организм Protechiurus edmondsi. Длина сигарообразного тела достигает 74 мм, а максимальная ширина 19 мм. Узкая передняя часть тела с небольшим лопатообразным расширением на конце интерпретируется как хоботок. Небольшое сужение отделяет хоботок от туловища, которое слегка расширяется сзади и достигает наибольшей ширины чуть позади средней точки тела. Задний конец тела широкий округлый. На слепке сохранились явно выраженные продольные валики, возможно, отвечающие восьми продольным мускульным тяжам. Это позволяет их сравнивать с охиуроидеями, которые связываются с аннелидами.

Первые находки эхиуроидей были сделаны в пенсильванских отложениях Северо-Восточного Иллинойса в США, но история развития этой группы еще неясна. Докембрийские находки Protechiurus пока не дают возможности выяснить происхождение и эволюцию эхиурид, но она важна потому, что может указывать на длительную эволюцию консервативной группы морских донных, роющихся в грунте червей с несегментированными целомом (Glassner, 1979a).

**Проартикулята (Proarticulata)**

Подавляющее большинство вендских Bilateralia являются сегментированными организмами. В отличие от ныне живущих и известных с фанерозоя животных, многим вендским формам характерно не супротивное, а чередующееся расположение метамер.

**Полимерные формы**

Наибольшим распространением среди вендских сегментированных метазоа пользуются представители семейства Dickinsoniidae, объединяющее два рода: Dickinsonia Sprigg (пять видов) и монотипический род Paleoplatoda Fedonkin.

Род Dickinsonia Sprigg детально изучен на массовом материале из кварцитов Паунд в Южной Австралии (около 400 экземпляров), среди представителей которого встречаются гигантские формы, достигающие метра в длину. В настоящее время выделяются следующие виды: D. costata Sprigg, D. elondata Glassner et Wade, D. tenuis Glassner et Wade, D. lissa Wade и D. brachina Wade. В венде Русской платформы были найдены четыре вида: D. costata, D. tenuis, D. elondata и D. lissa (Федонкин, 1978; 1981 а; 1983 б).

Это семейство, вероятно, представляет совершенно особую ветвь в эволюции метазоа. Для него характерны следующие черты проморфологии: 1) плоское и тонкое тело; 2) билатеральная симметрия; 3) большое количество однотипных сегментов или полимерная гомономия метамерии; 4) чередующееся расположение метамер; 5) зона роста сзади.

Из пяти видов дикинсонии наиболее часто в разрезах встречается D. costata (рис. 4.20), поэтому морфология ее наиболее полно изучена.

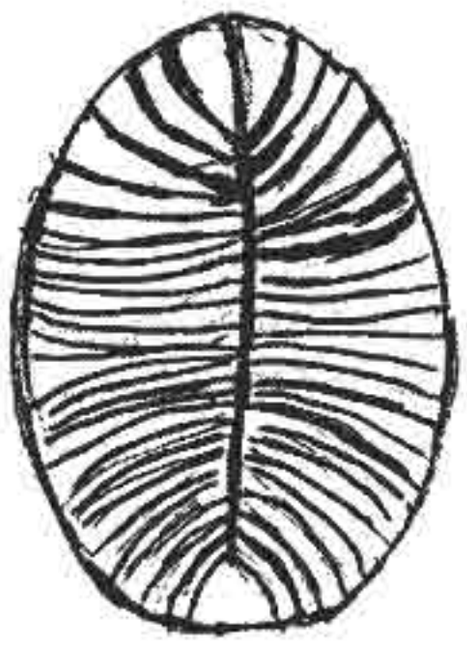


**Рис. 4.20. Dickinsonia costata Sprigg.**
Латексный слепок с оригинала. Общий вид, х 1. Южная Австралия, венд, кварциты Ронсли

Очертания ее тела варьируют от удлиненно-овальной до почти округлой, при которой ширина превышает длину. Передний конец плавно закруглен, реже имеет небольшую выемку, задний конец почти всегда имеет небольшой вырез. Сегментация хорошо выражена на дорзальной и вентральной стороне, но на последней она более рельефная, так как сегменты разделены более глубокими бороздками. Размер сегментов уменьшается к задней части. Длина сегментов увеличивается дистально и является наименьшей в осевой части тела и наибольшей у его внешнего края. Передние сегменты изогнуты вокруг клиновидного или V-образного гладкого участка, который подразумевается как простомиум. Другие сегменты по мере удаления от переднего края становятся менее искривленными. При приближении к заднему концу тела сегменты прогрессивно увеличивают изгиб в том же направлении и уменьшаются в размерах. Сегменты последней пары в одном из образцов кажутся более широкими и короткими, чем сегменты предпоследней пары и, по мнению М. Уэйда, могут соответствовать анальным лопастям.

Определение систематического положения дикинсоний, как и большинства других докембрийских многоклеточных, неоднозначно. В последние годы все более широко распространяется мнение о крайней примитивности этого семейства. Некоторые исследователи относят ее к аннелидам (Glassner, Wade, 1966). Возможно, вслед за Х.Харрингтоном и Р.Муром следует выделить эту группу в особый класс Dipleurozoa, но не в типе Coelenterata. Особенности проморфологии указывают на то, что Dickinsoniidae не являются настоящим Articulata, но и среди Plathelminthes пока не находится аналогов.

### Сабеллитиды

Одной из групп, характерной для переходной зоны от докембрия к кембрию, которые пережили этот важнейший рубеж в истории Земли, являются представители отряда Sabelliditida Sokol (Соколов, 1965а; 1967). В ископаемом состоянии сабеллитиды сохраняются в виде трубчатых оболочек или их отпечатков. Эти одиночные трубки, состоящие из хитиновидного вещества, обычно тонкие, длинные и эластичные. Стенки трубок могут быть тонкими и толстыми, нередко с волокнистой структурой. Внутренняя поверхность стенок гладкая, наружная морщинистая или гладкая (особенно в конечных участках трубок). Сегментация аннелидного типа. У некоторых представителей трубки построены по типу плотно вложенных друг в друга воронок с правильными кольцевыми отторочками, что придает им отчетливую членистость. Окраска от блестяще-черной и темно-бурой до прозрачно-желтой и, вероятно, бесцветной.

Переходные слои между докембрием и кембрием наиболее богаты остатками сабеллидитид, они обычно приурочены к осадкам мелководного спокойного шельфа или к областям эпиплатформенных морей. По мнению Б. С. Соколова, сабеллидитиды были вытеснены в более глубоководные зоны океана, где они, эволюционируя, дают таких потомков, как современные погонофоры.

Однако в результате детального изучения ультраструктуры скелета сабеллитид и современных погонофор, данные о строении скелета обеих групп не дают основания для однозначного решения вопроса о их родстве.

**Олигомерные формы**

В данную группу включаются большое количество разнообразных по морфологии вендских Bilateria, обладающих наличием плоскости скользящего отражения небольшим количеством метамер.

Наиболее своеобразной группой является семейство Vendomiidae Keller (Келлер, Федонкин, 1976), хотя его объем нуждается в некоторой ревизии. Эта группа включает в себя пять монотипических родов: Praecambridium Glassner et Wade, Vendia Keller, Vendomia Keller, Pseudovendia Boynton et Ford, Onega Fedonkin.

Интересной формой является Praecambridium, которая в настоящее время представлена 13 экземплярами. Ее тело имеет форму овального диска, несущего осевую переднюю лопасть и последующие за ней небольшие латеральные лопасти (от трех до пяти пар). Лопасти к внешним краям диска заостряются и изгибаются к заднему концу тела. Все лопасти выглядят слитными в осевой части тела чуть позади ее средней точки. Передний конец тела несколько расширен, и здесь иногда можно наблюдать пару небольших боковых валиков, отходящих от передней осевой лопасти, которая спереди округлая и несколько суживается сзади в виде каплевидной формы (рис. 4.21).

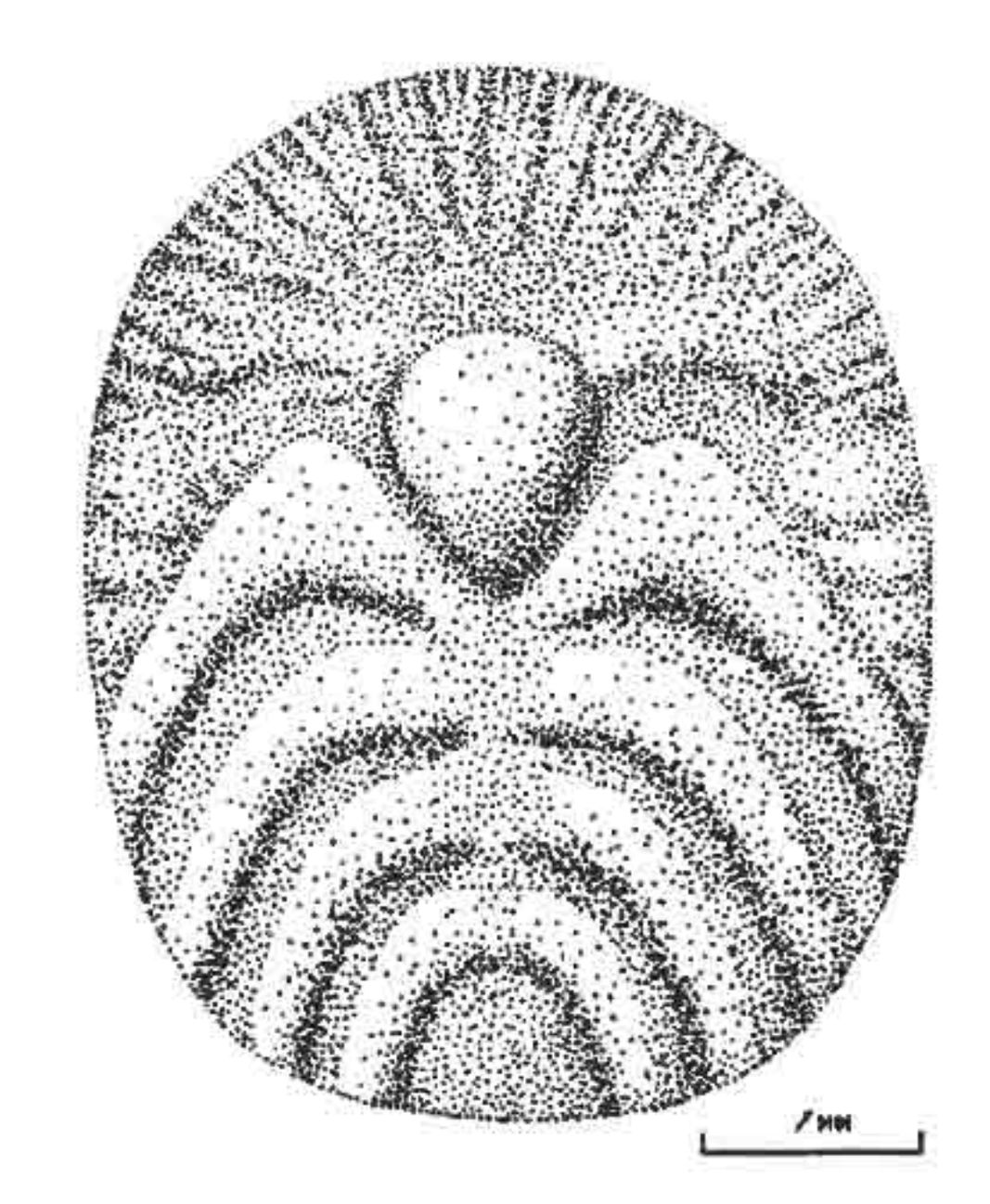



**Рис. 4.21. Praecambridium sigillum Glassner et Wade, реконструкция дорсальной стороны (Glassner, Wade, 1971)**

Интерпретация этой формы вызывает большие трудности. По мнению некоторых авторов, шансы отнесения Praecambridium к Trilibitomorpha или Chelicerata приблизительно равны (Glassner, Wade, 1971).

Другая вендская форма Vendia sokolovi Keller весьма близка к Praecambridium и имеет отчетливо чередующиеся сегменты (или плоскости симметрии скользящего отражения). Вендия описана из керна скважины Яренск (глубина 1 552 м, валдайская серия венда). Это плоский отпечаток яйцевидной формы (голотип длиной 14 мм, шириной до 8 мм). Тело было плоским и нерасчлененным. Передняя часть (цефалическая) месяцевидная или подковообразная. Медианный валик, отходящий от осевой лопасти, хорошо выражен и имеет скорее зигзагообразную, чем прямую форму. От нее по обе стороны в чередующемся порядке располагаются полусегменты или боковые выросты по пять с каждой стороны, направленные в стороны и назад (рис. 4.22, В).

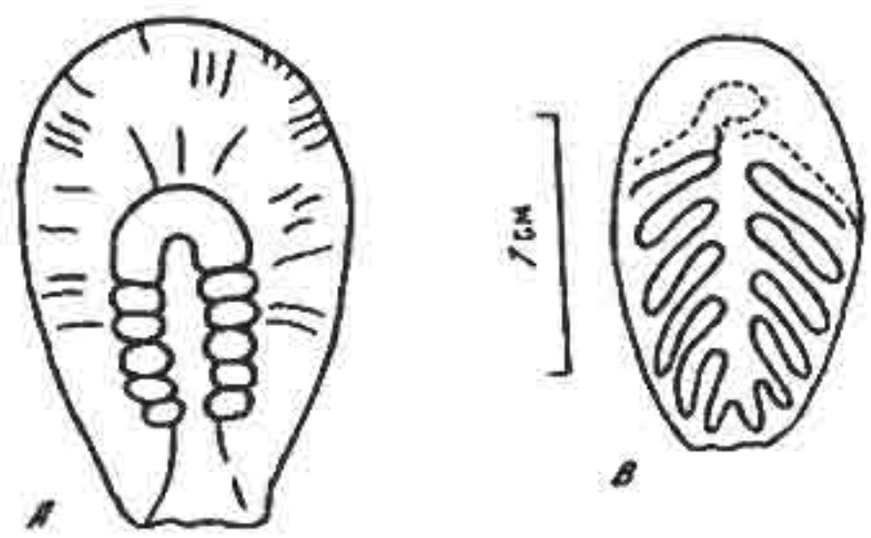



**Рис. 4.22. Представители семейства Vendomiidae**

А – Onega stepanovi Fedonkin, план строения, В – Vendia sokolovi Keller, план строения

Интерпретация вендии также неоднозначна. Большинство исследователей считают вендию представителем членистоногих, в частности, трилобитоморфным организмом (Соколов, 1965б; Келлер, 1969; Glassner, Wade, 1971; Glassner, 1979в).

В валдайской серии Летнего берега Белого моря был найден еще один аналогичный вид – Onega stepanovi Fedonkin (5 экземпляров), который своим обликом напоминает в большой степени личинку членистоногих и онихофор.

Onegia характеризуется плоским овальным телом размером от 4 до 6 мм, в центральной части которого располагается рельефно выступающая сегментированная зона в виде месяцевидной дугообразной головной части и следующих за ней пяти пар парных лопастей, разделенных глубокими осевыми желобками (рис. 4.22, А).

Чрезвычайно близкой по морфологии к членистоногим, в частности, к трилобитам, является Vendomia menneri Keller (Келлер, Федонкин, 1976). Небольшое, до 4мм, каплевидное тело животного имеет широкую полукруглую голову с двумя вмятинами, возможно, отвечающим глазам. От медиального валика, напоминающего рахис трилобитов, отходят шесть пар сегментов, которые уменьшаются к задней части тела.

Близкими к вендским членистоногим также являются Parvancorina minchami Glassner, которые были описаны М. А. Глесснером в количестве 6 экземпляров. Эти формы сохраняются в виде небольшого щитовидного отпечатка, в пределах которого выделяется якоревидный валик. От передних латеральных

дуг (антеролатеральные валики) косо отходят изогнутые относительно крупные и длинные структуры, которые рассматриваются как придатки от медианного валика, отходят и многочисленные более тонкие структуры – нерасчлененнные придатки (рис. 4.23).

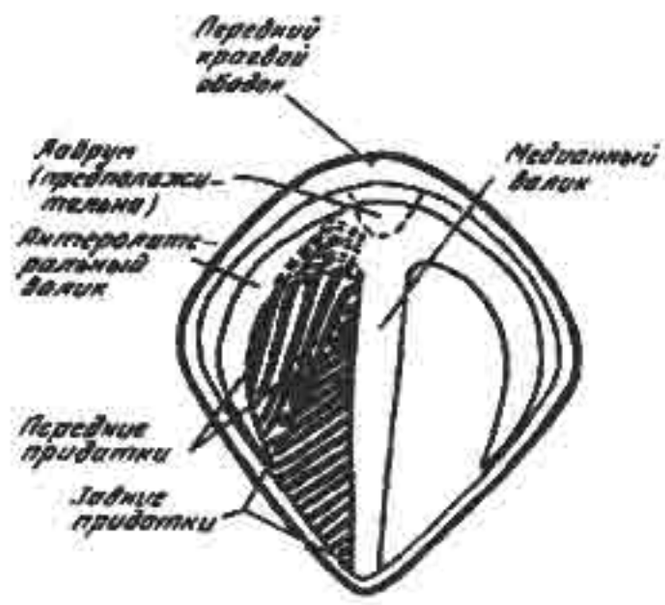



**Рис. 4.23. Реконструкция Parvancorina minchami Glassner**

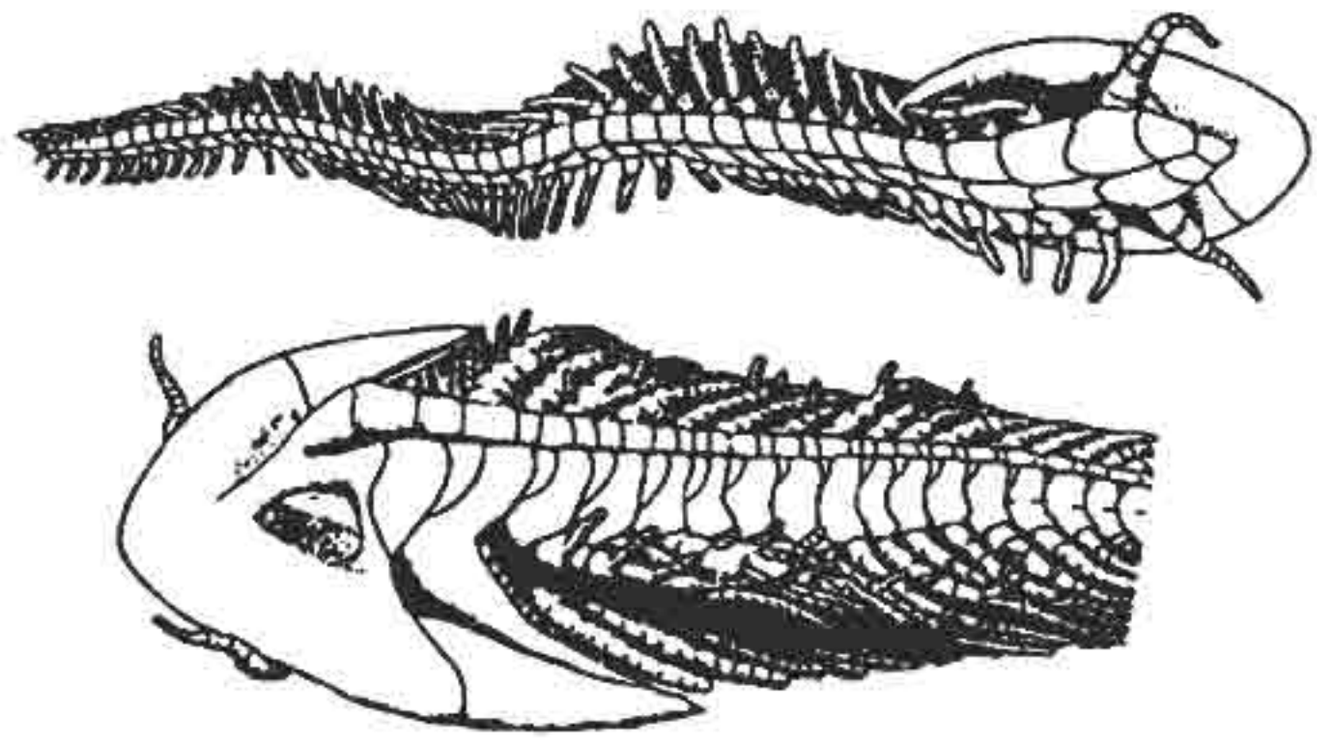


**Рис. 4.24. Реконструкция Spriggina floundersi Glassner**

Точное систематическое пложение Parvancorina еще не определено, но полученные данные заставляют помещать два семейства этих организмов, близких к членистоногим (Vendomiidae Keller и Parvancorina Glassner), вблизи точки расхождения предков Trilobitomorpha, Crustacea и Chelicerata, но не среди прямых предков какой-либо из этих ветвей (Glassner, 1979).

Большой интерес вызывают представители семейства Sprigginidae Glassner (S. floundersi Glassner, S. borealis Fedonkin и Marywadea ovata Glassner), которые довольно часто встречаются в кварцитах Паунд Южной Австралии, а на нашей территории в венде редки.

Тело Spriggina отчетливо сегментировано и не имеет слившихся сегментов. Дорсальная поверхность покрыта одним рядом кутикулярных перекрывающихся пластин. Вентральная сторона несла парные сегментарные пластины. Третий и последующие сегменты имели дорсальные и вентральные пары кольчатых латеральных придатков. Первый подковообразный сегмент имел парные дорсальные депрессии, возможно, глаза. Springginiidae обнаруживает некоторое сходство с ныне живущими пелагическими кольчатыми червями, но подковообразная форма головы напоминает некоторых трилобитоморфа.

В заключение чрезвычайно краткого описания наиболее характерных отдельных форм вендских Bilateralia можно сделать следующие выводы.

1. Если допустить, что палеонтологическая летопись вендских метазоа адекватно отражает соотношение основных групп животного царства, то обращает на себя внимание то, что билатерально-симметричные организмы составляли значительно меньшее количество особей по отношению к радиально-симметричным животным.

2. Среди вендских билатералей отмечается большое разнообразие планов строения, что отражает широкий диапазон типов организации и степени продвинутости отдельных ее ветвей.

3. Подавляющее большинство животных представлено уплощенными формами. Преобладают различно сегментированные полимерные и олигомерные формы.

4. Характерно наличие плоскости симметрии скользящего отражения, что, по-видимому, можно рассматривать как фундаментальный признак, отражающий необходимый этап в процессе эволюционного становления метамерии в различных ветвях метазоа.

5. Ряд групп вендских билатерий весьма трудно, а чаще и невозможно классифицировать в рамках современной системы метазоа. Несмотря на это, выделяются линии, которые могли найти свое продолжение в фанерозое. Это относится к некоторым членистоногим, редким аннелидоморфам и к сабеллитидам.

### 4.1.3. Раздел КОЛОНИАЛЬНЫЕ ФОРМЫ. ПЕТАЛОНАМЫ

Среди вендских метазоа встречается значительное количество колониальных форм, хотя они в целом не столь разнообразны, как в фанерозое.

Преобладают перистые формы, напоминающие современных альционарий и поннатулярий (Anthozoa). Колонии не всегда сохраняются целиком. Часто на подошве прослоев остаются слепки их базальных частей или структуры, которые описываются под названием Pseudorhizostomites howchini Sprigg (рис. 4.25).

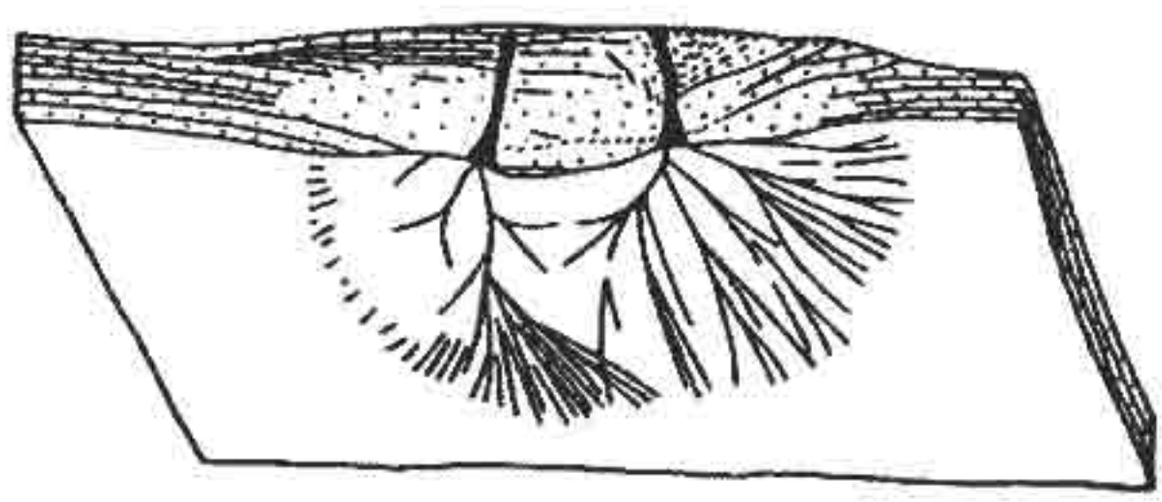


**Рис. 4.25. Характер сохранности Pseudorhizostomites howchini Sprigg**

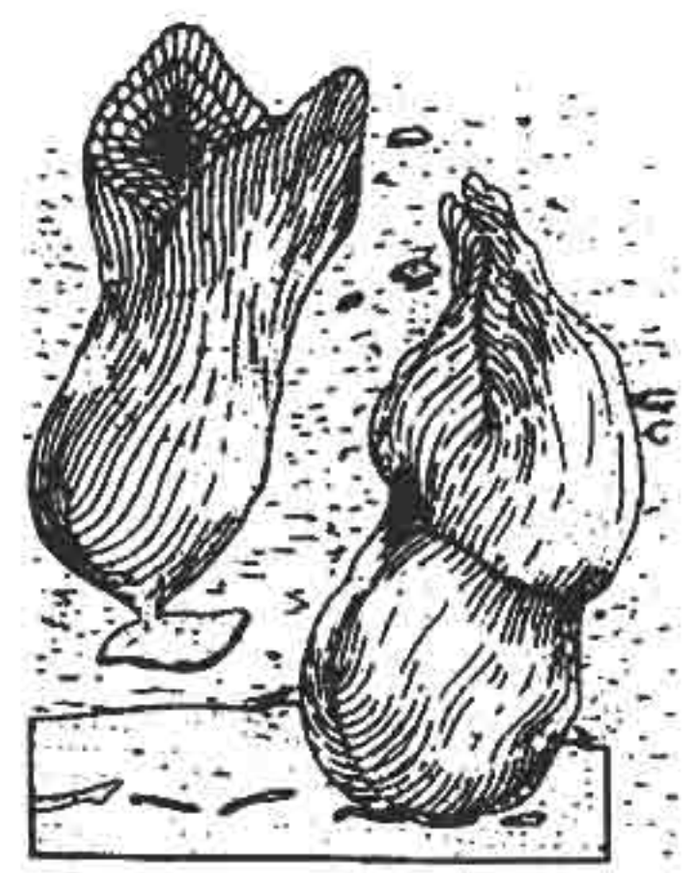


**Рис. 4.26. Реконструкция Ernietta plateauensis Pflug**

Они сохраняются на нижней поверхности напластования песчанистых разностей пород в виде бороздок различной формы, радиально отходящих от центрального углубления. К периферии бороздки разветвляются, становятся мельче и исчезают. Вертикальное сечение через центр окаменелости показывает нарушение первичной слоистости пород, а иногда – структуры в виде вертикальной трубки или узко опрокинутой воронки, заполненной неслоистой массой пород. Подобные образования были изучены М. Глесснером, М. Уэйдом, а также и М. А. Федонкиным в десятках окаменелостей из разрезов Зимнего берега Белого моря и Подолии.

Pseudorhizostomites howchini, по предположению М. А. Федонкина могут являться отпечатками гидроризид – корневыми отростками, с помощью которых организм мог прикрепляться ко дну. Гидроризиды известны у ныне живущих колониальных полипов, а Pseudorhizostomites очень напоминают гидроризиды колонии гидроидных полипов Campanularia.

Предполагают, что в венде гидроидные были распространены более широко, чем сейчас. Серия Консепшен (полуостров Авалон, юго-восточный Ньюфаундленд) содержит большое количество колониальных форм, которые вполне могут относиться к гидрозоа (рис. 4.27). Но они в настоящее время еще детально не изучены.

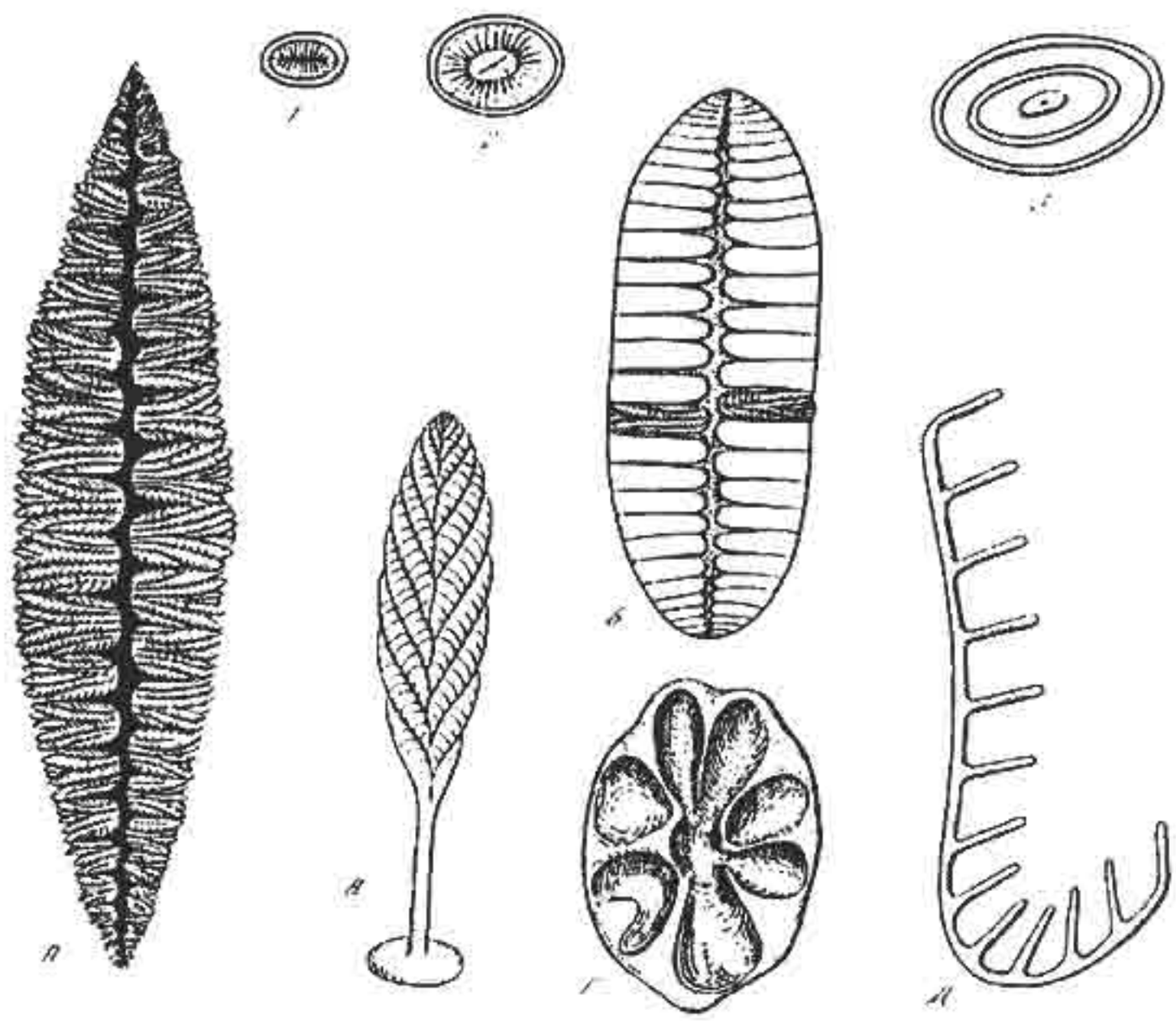


**Рис. 4.27. Некоторые характерные формы докембрийских многоклеточных животных из серии Консепшен полуострова Авалон, юго-восточный Ньюфаундленд.**
1– 3 – проблематичная форма Aspidella, А, Б – веретенообразные пелагические колонии полипов, В – Charnia, Г – медузовидный организм (возможно, обладающий симметрией неопределенного порядка), Д – гребневидная колония полипов (по Кингу и др.)

Широко распространенной вендской фауной являются представители семейства Charniidae Glassner, которые отмечаются в разрезах Русской платформы, Сибири, Англии, Ньюфаундленда.

У Charnia (рис. 4.27, В) отмечается дисковидное основание, узкое петалоидное тело с синусоидальной медианной линией и резко выраженными первичными бороздками, образующими острые углы с соответствующими вторичными бороздками и ветвями. Удлиненно-эллипсоидальной формой обладает и Vaizitsinia sophia Sokolov et Fedonkin. Базальная часть этой перистой колонии выглядит в виде короткого стебля, заканчивающегося эллипсоидальным утолщением (рис. 4.28; 4.29).

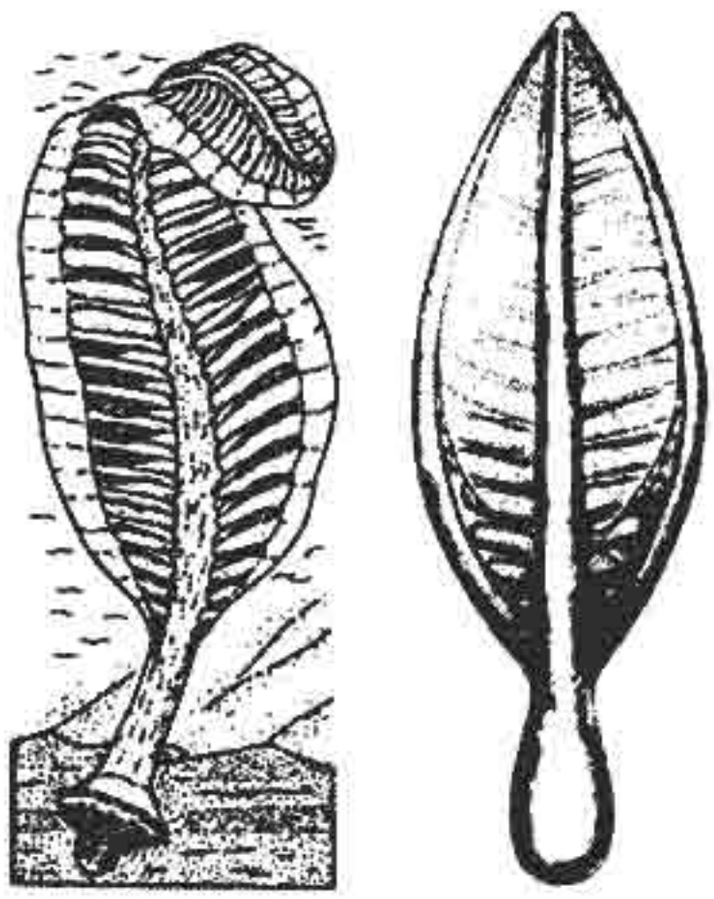


**Рис. 4.28. Реконструкция Charniodiscus opposites Jenkins et Gehling (Jenkins, Gehling, 1978)**
**Рис. 4.29. Реконструкция Vaizitsinia Sophia Fedonkin et Sokolov (Федонкин, 1983а)**

В кварцитах Куибис серии Нама в Намибии недавно обнаружены две новые формы мягкотелых организмов, хорошо сохранившихся в виде слепков (ядра), благодаря раннедиагенетическому окремнению. Одна из форм – Ausia fenestrata – представляет собой крупный осевой полип, поверхность которого покрыта мелкими полипами второго порядка, расположенными по встречным винтовым линиям (рис. 4.30, А).

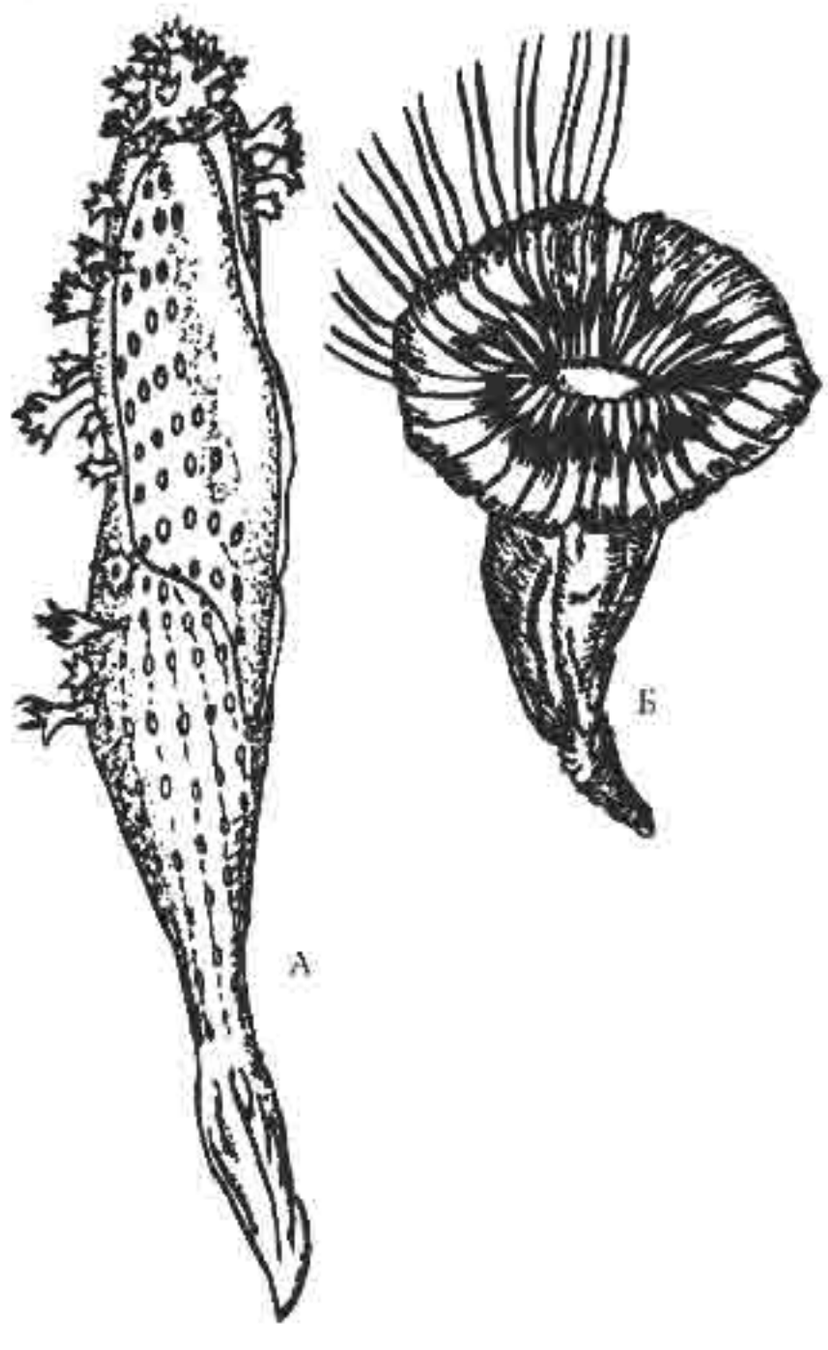



**Рис. 4.30. А – реконструкция Ausia fenestrata.**
**Б – реконструкция Kuibisia glabza (Федонкин, 1987)**

Вторая форма – Kuibisia glabza – одиночный полип удлиннено-конической формы. По краям апикального рта располагаются многочисленные щупальца, соединенные у основания и являющиеся как бы продолжением ребер, которые покрывают поверхность полипа (рис. 4.30, Б). Оба эти рода интерпретируются как ранние кишечнополостные.

Наряду с прикрепленными перистыми, реже – веерoвидными, древовидными и кустистовидными колониальными организмами в венде были широко распространены и пелагические формы колоний.

Особенно интересными и до сих пор не охарактеризованными являются вытянутые веретеновидные колонии длиной до 30 см, состоящие из плотно прилегающих друг к другу боковых ветвей, расположенных в чередующейся позиции, которые несут многочисленные мелкие полипы (рис. 4.27, А, Б).

Другие колонии представлены крупными (до 40 см) червеобразными телами, от которых в одну сторону отходят трубчатые отростки (рис. 4.27, Д). Такие организмы характерны для серии Консепшин.

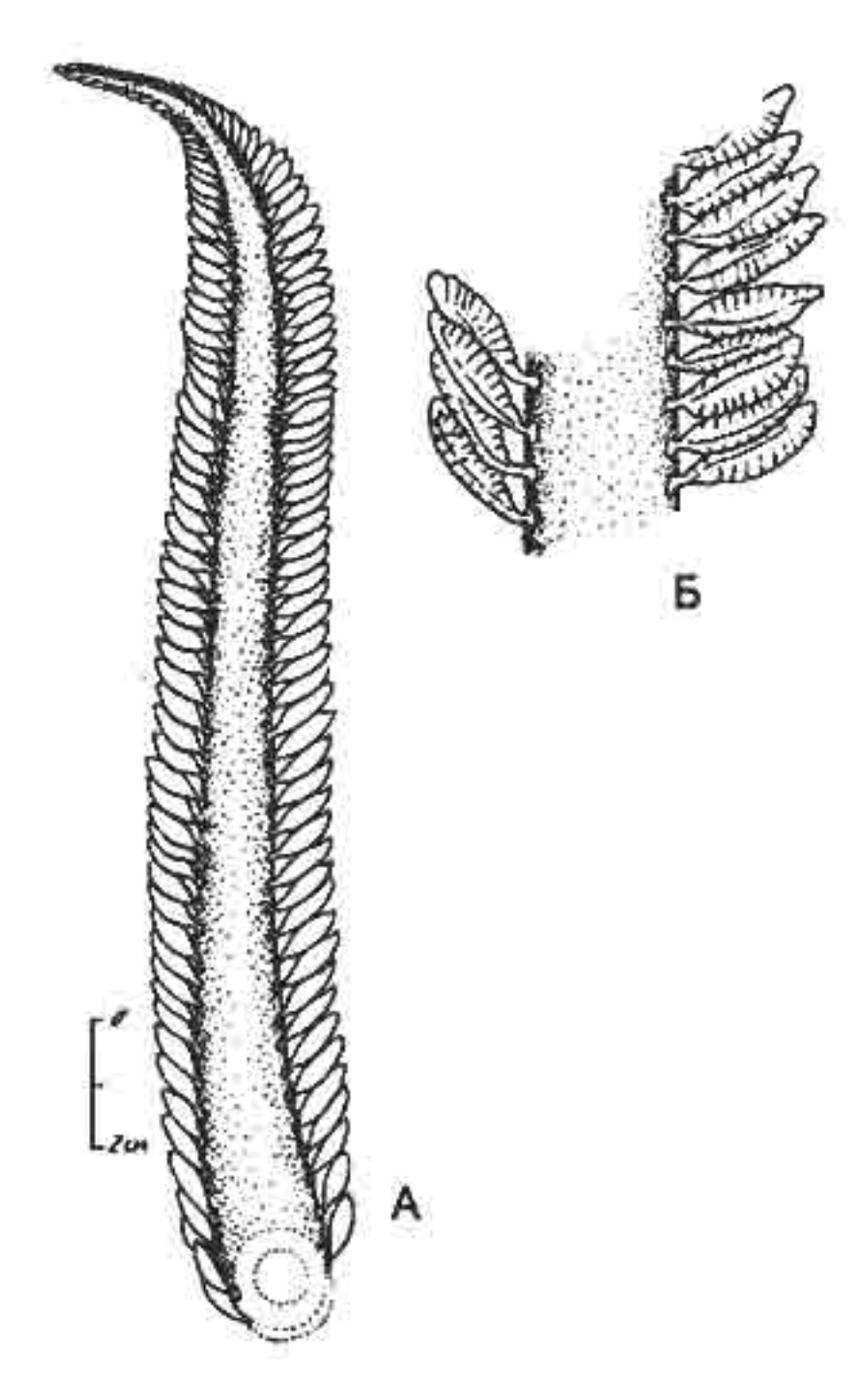



**Рис. 4.31. Схематическое изображение Paracharnia dengyingensis Sun (рисунок с голотипа).**
А – общий вид; дисковидная структура в основании главного стебля колонии может отвечать поперечному сечению стебля или прикрепительному диску. Б – строение первичных ветвей , несущих полипы: слева – в нормальном положении, справа – в процессе захоронения (Sun, 1986)

Как мы видим, среди вендской фауны имеется много видов, систематическое положение которых еще не определено, хотя они обладают очень типичной морфологией. Ряд этих форм были объединены в группу Petalonamae (Pflug, 1970a,b; 1972), где выделяются семейства Rangeidae Glassner и Charniidae Glassner, которые своими перистыми колониями напоминают современные мягкие кораллы Pennatulucea. Представители семейств Pteridinae и семейства Ernettidae (13 родов и 28 видов) представляются совершенно особыми, возможно, только вендскими животными.

Эта группа организмов характеризуется некоторыми общими чертами – листовидной и мешковидной формой тела и первичной сегментацией или ребристостью без следов вторичной расчлененности этих сегментов. В эту группу включаются Aremiberia Glassner et Walter, Baicalia Sokolov, Namalia German, Zimnella Fedonkin и так далее, которых объединить в более высокие таксоны невозможно. Все они не имеют данных, чтобы относить их к растениям, губкам или археоциатам. М. А. Глесснер предлагает отнести их просто к Coelenterata.

**Рис. 4.32. А – реконструкция одной вайи Rangea schneiderhoehni Jurich. Б – реконструкция Rangea schneiderhoehni в предполагаемой прижизненной позиции.**
Эти организмы закреплялись в грунт с помощью базального расширения главного ствола колонии. Слева – вид колонии с вентральной стороны, справа – с дорзальной стороны, на которой хорошо виден главный стебель колонии, несущий, по меньшей мере, четыре (а возможно, и больше) вайи (Федонкин, 1987).

В венде широким распространением пользуется семейство Pteridiniidae Richter, представители которого встречаются во многих разрезах (серия Нама в Намибии, в докембрийских разрезах Паунд Южной Австралии, в юго-восточном Беломорье, Подольском Приднестровье, на северо-западе Канады – горы Маккензи, в штате Северная Каролина). В венде Летнего берега Белого моря Pteridiniidae встречаются в большом количестве, а в разрезах Зимнего берега – значительно реже.

Птеридиниум был прикрепленным организмом, внешне напоминающим морские перья Pennatularia, но с нерасчлененным телом. Наиболее представительный материал получен из группы Нама в Намибии.

Африканские образцы часто демонстрируют три полулистовых элемента («петалоиды»), которые простираются от осевой линии. Один из австралийских образцов также имеет три петалоида, отходящие от оси; два из них лежат очень близко и разделены тонким слоем (1 мм) кварцитов, а третий расположен более или менее симметрично подругую сторону от осевой линии. Троякоперистую форму птеридиниума можно увидеть и на беломорском материале.

В серии Нама обнаружен весьма своеобразный организм – Rangea schneiderhoehni Jurich (рис. 4.32), систематическое положение которого вызывает много споров. По мнению Р. Дженкинса, этот организм – колониальный восьмилучевой коралл, состоящий из большого, заостряющегося кверху первичного осевого полипа и нескольких вайеподобных разрастаний, на которых располагаются двоякоперистые листовидные элементы, несущие серию питающих полипов. Р. Дженкинс предлагает рассматривать рангеи как докембрийские кораллы. М. Глесснер, обнаружив вайеподобные организмы в Эдиакарской биоте, отнес их к родам рангеа и птеридиниум, предполагая, что это представители отряда Pennatulacea (Glassner, 1969). Х. Пфлюг рангеа вместе с птеридиниум и другими листовидными и мешковидными организмами включил в новый тип Petalonomae (Pflug, 1972), который, по его мнению, занимает промежуточное положение между животными и растениями. В последние годы превалирует мнение, что Petalonamae можно рассматривать как организмы целентератного уровня.

В заключение считаем необходимым указать на открытие в вендской биоте самого древнего моллюскоподобного оганизма – кимбереллы. Этот вид (4 экземпляра) был описан в 1966 г. М. Глесснером и М. Уайдом в кварцитах Паунд Южной Австралии в составе знаменитой эдиакарийской фауны. Они полагали, что кимберелла – это медуза с удлинненным зонтиком, которая имеет сходство с современными кубомедузами. Позднее на Зимнем берегу удалось обнаружить около 40 экземпляров кимберелл, в результате чего М. А. Федонкин построил реконструированные серии экземпляров от молодых 2–3 мм до взрослых особей 15 см длиной. После тщательного исследования стало очевидно, что Kimberella quodrata не медуза, а по морфологии напоминает моллюск. Предполагают, что под высокой овальной раковиной располагалось мягкое тело с развитой мускулатурой. Краевые части тела (нога) выходили за пределы так называемой раковины в виде «воланов» и «рюшей», осуществляя функции дыхания и питания. Животное могло скользить по дну с помощью волнообразных движений (рис. 4.33).

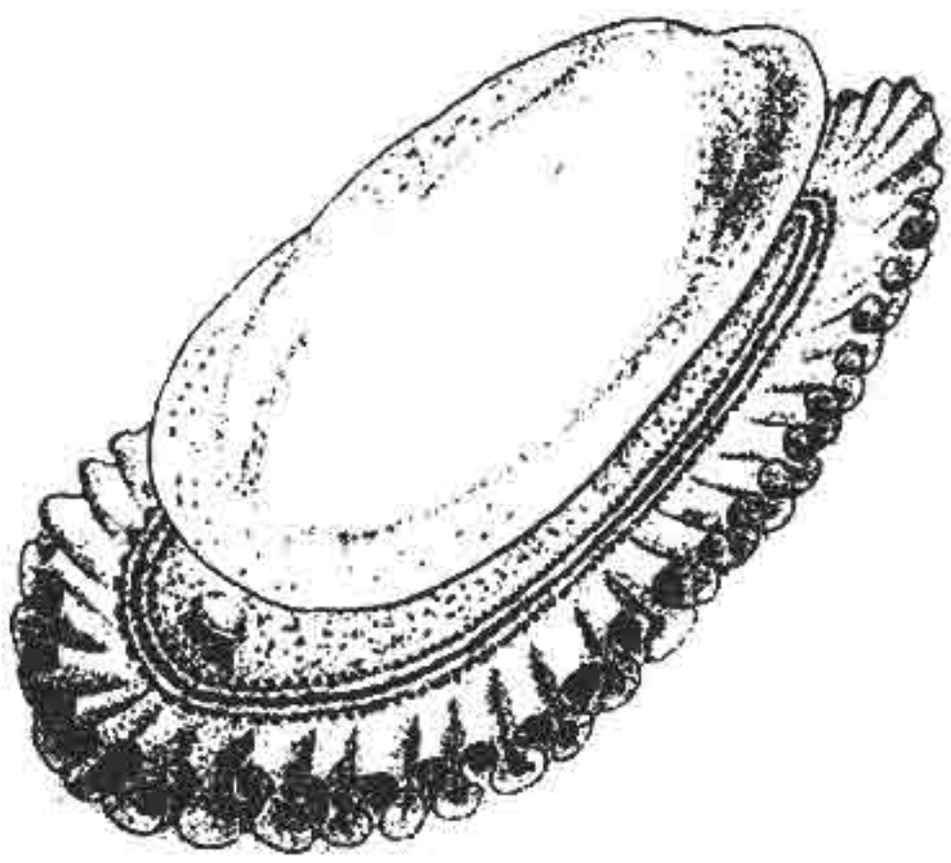


**Рис. 4.33. Реконструкция кимбереллы как билатерального организма, во многих отношениях напоминающего моллюска. Многочисленные складки по тонкому и нежному краю ноги образовались в момент втягивания тела под раковину. При питании или движении эти складки были более пологими и формировали бегущую краевую волну**

А. Зейлахер отмечает, что фауну эдиакарийского типа, обитавшую в морях Земли более 600 млн лет назад, с большими трудностями удается связать с современными или более молодыми палеонтологическими формами. Автор предполагает, что вендские организмы не только не имели аналогов, но и в целом отличались совершенно особой организацией.

По М. А. Федонкину (1987), «эдиакарийская фауна представляет собой уникальный эксперимент конструкции живых существ».

### 4.1.4. Следы жизнедеятельности вендских беспозвоночных

Ископаемые следы жизнедеятельности беспозвоночных, составляющие объект исследования науки «палеоихнологии», – одна из немногих групп окаменелостей, диапазон существования которых пересекает границу докембрия и кембрия. Стратиграфическое значение ископаемых следов оценивается невысоко, но в деле познания наиболее ранних этапов эволюции животного мира они представляют определенную ценность.

След – это не остаток животного, а запечатленные в осадке результаты взаимодействия организма и среды. Эти следы позволяют определить время появления первых бентосных многоклеточных в геологической истории. По этим следам исследователи судят о количестве и разнообразии животных, населявших рыхлый осадок – тонкий полужидкий ил. Изучение следов жизнедеятельности донных животных из морских отложений, накопившихся за последние годы, дает возможность воссоздать картину колонизации дна океана как места обитания – это важнейшая информация.

В основном сохраняются следы, проделанные в толще осадков. Поверхностные следы чаще размываются или разрушаются другими организмами (рис. 4.34).

Из вендских отложений описано подавляющее большинство ископаемых следов жизнедеятельности. На протяжении венда количество и разнообразие ископаемых следов прогрессивно возрастает, особенно это заметно в мелководных фациях (Соколов, 1972; Палий, 1976; Федонкин, 1987; Glassner, 1969 и др.). Известные ископаемые следы из отложений вендского возраста (570–650 млн лет) свидетельствуют о высокой организации вагильного бентоса. Наибольший интерес представляют те отложения, в которых наряду со следами имеются отпечатки бесскелетных метазоа. Примером типичного вендского ихноценоза могут служить ассоциации ископаемых следов жизнедеятельности из отложений валдайской серии в юго-восточном Беломорье и Подольском Приднестровье.

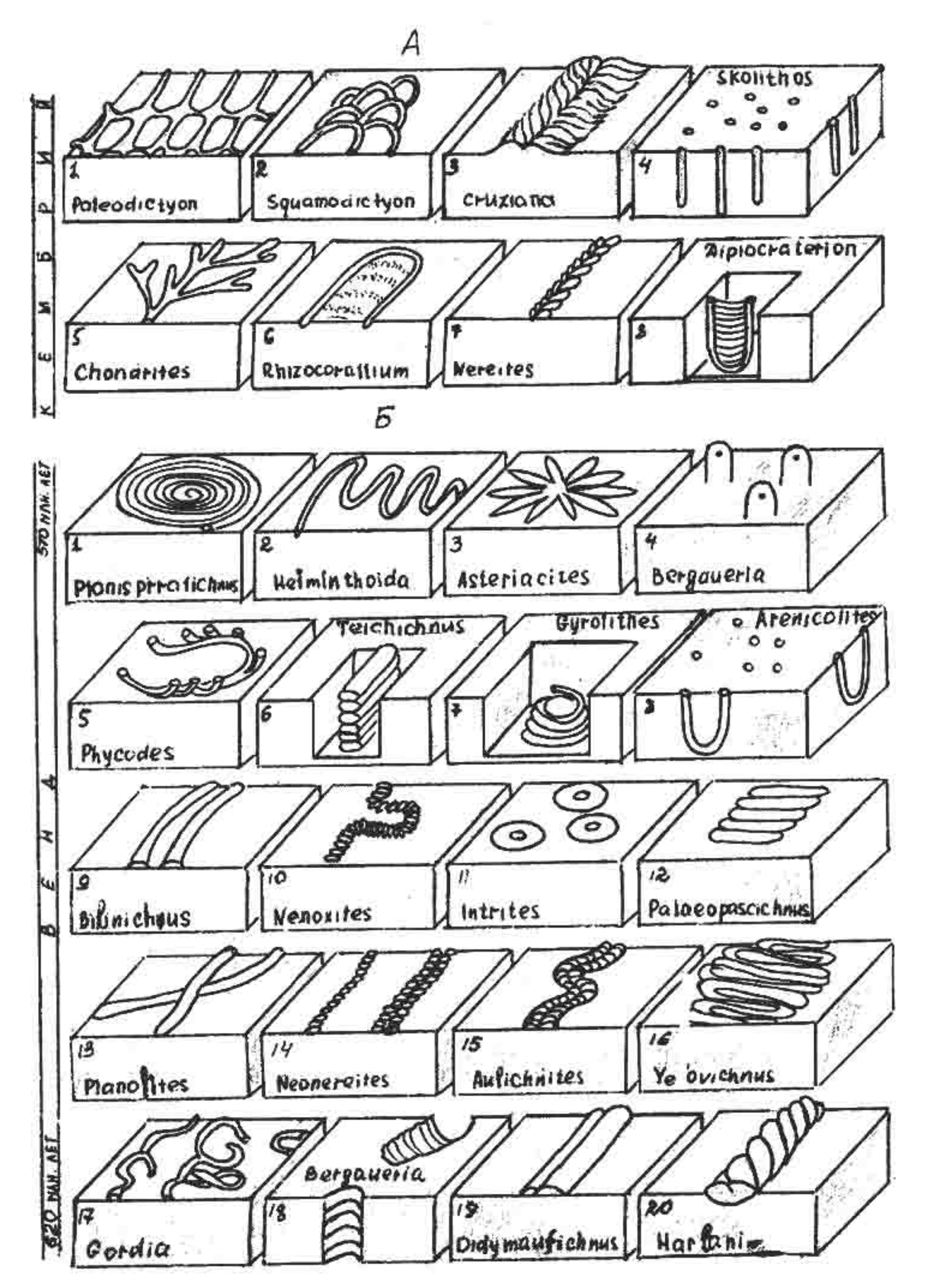



**Рис. 4.34. Следы жизнедеятельности животных венда (Б) и нижнего кембрия (А).** Следы, сохраняющиеся не на кровле слоя, а на его подошве, изображены в перевернутом положении. В начале венда преобладали меандрические и синусоидальные траектории движения, а на рубеже венда и кембрия разнообразие движений резко возросло, появились вертикально ориентированные системы нор

Изучено и описано четыре группы разновидностей следов, которым даны латинизированные названия, не имеющие отношения к биологической номенклатуре.

В связи с бурным расцветом разнообразных беспозвоночных в венде, биогенная природа ископаемых не вызывает сомнения, а филогенетические их корни уходят, по-видимому, в рифей.

Самые древние вендские следы указывают на то, что у свободно передвигающихся обитателей морского дна существовали определенные стереотипы в процессе питания, передвижения и т. д. Наиболее интересны разрезы валдайской серии Подольского Приднестровья, где вместе с ихноценозами встречаются и многочисленые отпечатки бесскелетной фауны многоклеточных. По морфологическим особенностям эти образования делятся на ряд групп:

***Следы пастьбы (группа Pascichnia)*** – наиболее многочисленные и разнообразные образования венда со сложной траекторией перемещения с систематически повторявшимися однотипными движениями. Характерна интенсивная переработка осадка по горизонтам. Как правило, при движении организмы не пересекали свой след. Например, следы рода Aulichnites (рис. 4.34, Б, 15) сохраняются на кровле песчаника в виде двух пологих валиков, разделенных желобком.Род Bilinichus (рис. 4.34, Б, 9) характеризуется двумя параллельными узкими желобками, напоминающими следы движения ноги мелких гастропод.

Род Nenoxites (рис. 4.34, Б, 10) – меандрирующие лентовидные следы с поперечными морщинками.

Род Paleopascichus (рис. 4.34, Б, 12) представляет собой последовательно расположенные дугообразные желобки, плотно прилегающие друг к другу.

Род Harlaniella (рис. 4.34, Б, 20) в позитивном гипорельефе сохраняется в виде косо заштрихованных валиков, возможно, это следы питания червеобразных организмов.

***Следы питания или проедания (группа Fodinichia)*** – вторая по численности группа среди вендской палеоихнологии, которая представляет собой различные по морфологии норки округлого сечения с гладкими и морщинистыми стенками, как у рода Planolites (рис. 4.34, Б, 13). Подобные следы могли быть образованы илоядными аннелидами, передвигавшимися в толще ила с помощью волнообразных движений перистальтики тела.

***Норки-жилища (группа Domichnia)*** занимают незначительную долю в ихноценозе венда и приурочены, как и в последующие геологические периоды, к крайне мелководным зонам шельфа. Это наклонные тонкие норки, утончающиеся к низу, как у рода Skolithos delinatus Fedonkin, который был обнаружен в разрезе валдайской серии (слой II) на Зимнем берегу Белого моря. Отмечается весьма большая плотность населения этих червеобразных организмов (до 20–30 норок на квадратный дециметр). Род Bergauria (рис. 4.34, Б, 18) обладал следами горизонтьального перемещения. Это серия дуговидных валиков, как бы вложенных один в другой и обращенных выгнутой стороной к слепку базальной части полипа.

***Следы покоя (группа Cubichnia)*** очень редки в вендских ихноценозах. Наиболее интересные – у рода Vendichnus, Это следы покоящегося животного, имеющего форму двух крыловидных углублений, разделенных медианной бороздой. На обеих половинах следа отмечаются поперечные короткие борозды, образованные, вероятно, в результате движения конечностей.

Особой чертой вендских ихноценозов является наличие в них значительной доли следов с повторяющимися элементами симметрии.

Наибольший интерес среди них представляют следы грунтоедов, образованные в результате повторения однотипных движений. Преобладание следов группы пастьбы (Pascichnia) позволяет предполагать о том, что большая часть вагильного бентоса относилась к микрофагам, т. е. организмам, питавшимся мелкими пищевыми частицами, которые они выбирали из грунта.

Необходимо отметить, что наличие общих форм ископаемых следов в толщах, содержащих идентичные или близкие формы мягкотелых, позволяет исследователям (Федонкин, 1987) надеяться на возможность использования их для корреляции вендских отложений, даже на значительном удалении. Но это в первую очередь касается терригенных фаций, ибо карбонатные фации венда в отношении палеоихнологии исследованы слабо.

Характерным для вендских ихноценозов можно считать следующее:

1. Большинство изученных следов таксономически не соотносится с мягкотелыми формами, известными по отпечаткам.

2. Ихноследы оставлены, в основном, подвижным бентосом. Большинство вендских бесскелетных относятся к нектонным или седентарным формам.

3. Характерно неглубокое зарывание организмов, которые передвигались по поверхности субстрата.

4. Наличие в терригенных толщах венда ископаемых ихноследов и идентичных или близких форм мягкотелых позволяет надеяться на возможность их использования при корреляции этих отложений, даже на значительные расстояния. В карбонатных фациях венда палеоихнология изучена еще чрезвычайно слабо и об их практическом применении говорить еще рано.

5. Резкая смена характера палеоихноценозов происходит на границе венда и нижнего кембрия – на уровне максимального распространения сабеллидитид на Русской платформе (ровенский горизонт) и немакит-далдындинского горизонта Сибирской платформы.

6. Сходство ихноценозов нижнего кембрия в различных районах мира удивительно фиксируют десятки форм, которые встречаются, начиная с самых нижних горизонтов кембрия, практически повсеместно. Они специфичны и отличаются от вендских ихноценозов, что дает возможность рассматривать эту группу окаменелостей как полезный маркер границы докембрия и кембрия, где отразились важнейшие события в судьбе морского бентоса на одном из наиболее ярких рубежей эволюции органического мира.

### Контрольные вопросы

1. Уникальность фауны венда.
2. Гигантизм фауны, и каким группам он свойствен.
3. Какой метод пытаются использовать при создании классификации мягкотелых многоклеточных.
4. Систематическое положение вендской фауны.
5. Классификация вендских мягкотелых по М. А. Федонкину.
6. Что собой представляет группа сабеллитиды?
7. Объект исследования палеоихнологии и его значение для познания ранних этапов эволюции животного мира.

## 4.2. Тафономия мягкотелых многоклеточных животных венда

Тафономия мягкотелых является наименее изученной областью тафономии беспозвоночных. Сведения по этому вопросу нами взяты из работы М. А. Федонкина (1985).

Вендская фауна уникальна своей бесскелетностью, редкими ее находками, отсутствием биохимических механизмов выделения скелетных образований. Бесскелетность обеспечивает возможность воссоздания картины животного мира, адекватно отражающей реальную картину прошлого. Важным фактором еще является редкая возможность для палеозоологов изучать отпечатки мягких тканей и органов.

Анализ местонахождений бесскелетных метазоа показывает, что мы имеем дело с танатоценозами, представляющими ассоциацию одновременно живущих организмов, которые в основной своей массе обитали на небольшом расстоянии от места захоронения. Это связано с тем, что мягкие ткани животных неустойчивых к бактериальному разложению и длительный перенос погибших организмов мало вероятен. Окаменелости бесскелетных венда сложены обычно веществом вмещающих пород, образовывались in situ и представляют собой слепки и отпечатки погребенных организмов.

На формирование окаменелостей венда влияет множество абиотических факторов среды (табл. 3):

1. Скорость осадконакопления и степень подвижности воды, которые в значительной степени связаны между собой. Это в некотором отношении определяет скорость осадконакопления, состав и структуру осадков, в которых происходило захоронение животных. Скорость течения влияет также на перенос живых и погибших организмов и может выступать в качестве фактора, искажающего общую картину захоронения отдельных форм в соответствии с особенностями их размеров, удельного веса, плавучести, механической устойчивости и т. д.

2. Удельный вес тела влияет на характер переноса живого или погибшего организма. У последнего плавучесть увеличивается за счет газообразных продуктов бактериального разложения. Чем выше организация животных, тем ниже содержание воды в тканях тела, которые имеют различную плотность и поэтому разную вероятность запечатляться в осадке. Плотность тканей определяет их устойчивость к механическим воздействиям и позволяет сохранять форму тела при переносе, а при захоронении существенно деформировать вмещающий осадок и не утрачивать до некоторой степени свой объем тела. Например, мелкие вендские медузы имели нежные тонкие зонтики, и у них отпечатываются каналы гастровоскулярной системы и гонады, в составе которых мало воды. У крупных медузоидных полипов с мощной мезоглеей часто сохраняется лишь внешняя форма тела.

3. Наиболее благоприятными для фоссилизации вендских мягкотелых являются толщи переслаивания алевролитов, аргиллитов или песчаников и аргиллитов. Это создает условия, когда осадок одного из них играет роль формы, а осадок другого прослоя роль отливки. В полевых условиях, в первую очередь, должны исследоваться именно толщи тонкого чередования терригенных разностей. Отпечатки и слепки чаще всего располагаются на подошве более грубо-

зернистых прослоев, реже на кровле. Этот тип алевропелитовых толщ характерен для разрезов усть-пинежской свиты по Зимнему берегу (нижняя часть обнажения между руч. Медвежий и Еловая). Эта продуктивная часть разреза насыщена разнообразными отпечатками, следами жизнедеятельности седентарных и пелагических мягкотелых,(20 видов бесскелетных метазоа и 8 форм следов жизнедеятельности). Этот вендский бассейн, если судить по текстурным особенностям пород, характеризуется спокойным мелководным гидродинамическим режимом. В верхней пачке разрезов Зимнего берега и в ломозовских слоях валдайской серии Подолии накапливались только песчанистые отложения, которые указывают не только на мелководье, но уже на высокую гидродинамическую активность морского бассейна. Эти слои содержат большое количество отпечатков бесскелетных животных, среди которых много пелагических форм, а также следы их жизнедеятельности. В глинистых разностях ассоциации мягкотелых очень бедны. В пелитовых темноцветных породах, которые накапливались в глубоководных условиях эпиплатформ отмечается минимальное количество окаменелостей в виде мелких медузоидных седентарных форм. Это связано с тем, что гомогенные и даже слоистые разности таких пород при выветривании обычно не дают хорошо отпрепарированные поверхности напластования. Глины – пластичный материал. От мягкотелых животных с низким процентом органического вещества после захоронения почти ничего не остается. Глины занимают весь объем тела животного, подстилающие и перекрывающие поверхности слоев смыкаются. Редкость находок мягкотелых в глинах можно объяснить и тем, что эти осадки связаны, в основном, с относительно глубоководными условиями морского бассейна, т. е. зонами наименьшей биомассы метазоа в докембрии. В линзах алевритов, среди глинистых толщ, остатки метазоа встречаются довольно часто. В карбонатных толщах эти окаменелости чрезвычайно редки. Это объясняется отчасти тем, что в карбонатном иле процессы диагенеза и эпигенеза могут приводить к разрушению первичных структур образованных живыми и погибшими организмами. Наиболее разрушающими факторами являются процессы растворения и перекристаллизации. Исключением являются разрезы хатыспытской свиты на Оленекском поднятии, где в тонкослоистых битуминозных доломитах отмечаются многочисленные отпечатки мягкотелых. Этот разрез, в целом, характеризуется наличием большого количества туфогенного материала, что вероятно и оказало влияние на процесс захоронения. В грубообломочных отложениях мягкотелые встречаются также редко, но с деформацией тела при захоронении. Заслуживает внимание образование пирита в условиях разложения органического вещества метазоа. Отсюда, в участках большого скопления массы органического вещества следует ожидать повышенное содержание пирита в породе. Тонкодисперсный пирит может быть обнаружен с помощью рентгеновских установок. Пиритизация помогает при изучении детального строения остатков мягкотелых. Этот метод используется для исследования деталей строения членистоногих.

4. Находки вендских метазоа, в основном приурочены к мелководным отложениям. Отсюда, можно предполагать, что в это время формировались гигантские литорали. Это было связано с эрозией суши морем, в ходе интенсивных поднятий и опусканий, а также размывом реками и водными потоками, при полном отсутствии растительности. Огромное количество осадков сносилось в

море и накапливалось в зонах сублиторали и литорали. Последняя была своеобразной ловушкой куда штормами и волнами заносились бентосные и пелагические животные. Федонкин М. А. предполагает, что знаменитое эдиакарийское местонахождение в Южной Австралии, а также подольское, образовались в вышесказанных обстановках.

5. Отмечаются факты захоронения метазоа, связанные с катастрофическими явлениями, турбидитными потоками и штормами. Катастрофическое захоронение бесскелетной фауны венда прослеживается на разрезе Мистейкен Пойнг из серии Консепшин (п-ов Авалон, Ньюфаундленд), где на кровле пластов кремнистых алевролитов сохранились многочисленные отпечатки древнейших мягкотелых кишечнополостных великолепной сохранности. Эта фауна была мгновенно погребена под тонким слоем вулканического пепла, в виде бордовых прослоев туффита, которые в разрезе серии Консепшин встречаются нередко, это указывает на частые извержения прибрежных вулканов. Штормы имели большое значение в условиях мелководных эпиконтинентальных бассейнов, так характерных для венда, когда происходила длительная постгляциальная трансгрессия. Штормовые осадки имеют косую слоистость, плохую сортировку, следы эрозии и т. д. Для областей интенсивного прогибания или склоновых фаций палеоконтинентов характерны турбидитные потоки. Разнообразие и изобилие бесскелетной фауны в сланцах Берджис Британской Колумбии объясняется турбидитной природой вмещающих пород.

6. Облик окаменелостей одной и той же формы, вероятно может существенно меняться в зависимости от того, какая стадия разложения запечатлилась в породе.

7. В окаменелостях бесскелетных метазоа, также наблюдаются явления литогенеза. Это выражается в многократном сжатии (нередко более чем в 10 раз) остатков животных по вертикали, без заметных изменений размеров по латерали, а также в направлении скола или отдельности, которая отображает окаменелость. Наличие складок, морщин, прожилков, трещин, которые меняют облик окаменелости.

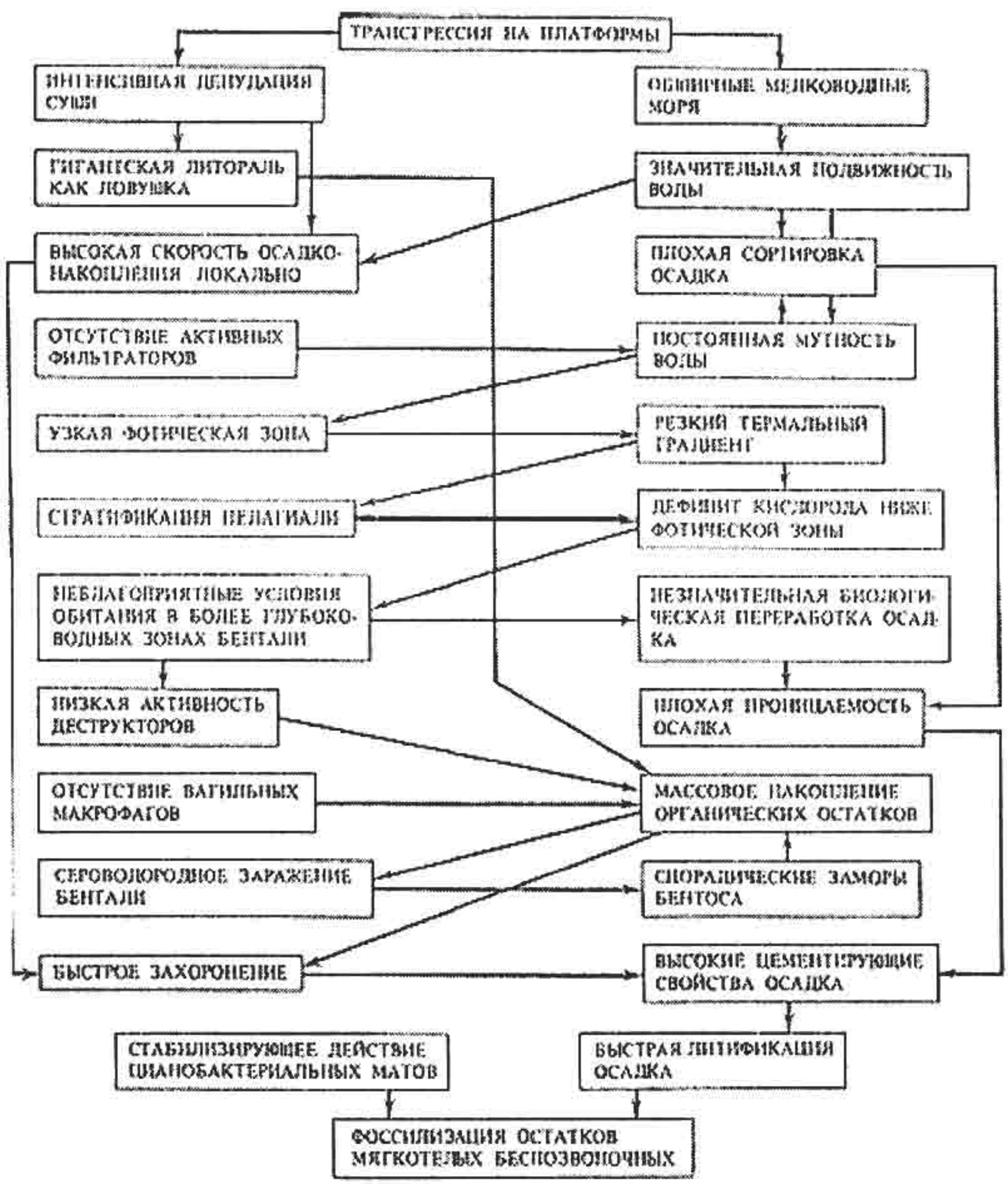
8. Необходимо отметить наличие специфического вендского биотического фактора, который также способствует благоприятному захоронению и фоссилизации бесскелетных метазоа. В этот период не существовало активно передвигающихся организмов, ибо не на одном экземпляре мягкотелых не было найдено следов повреждений и укусов. Фауна в то время питалась крупными пищевыми частицами. Палеоихнологические исследования показали, что в венде подвижный бентос по численности и разнообразию был относительно беден, а посему, биологическая переработка осадка незначительна. Это способствовало тому, что такие организмы, как медузы, на 98 % состоящие из воды, сохранились в виде тончайших ненарушенных отпечатков. На границе докембрия и кембрия ситуация резко изменилась благодаря возросшей интенсивности переработки осадков илоедами, дезинтеграцией живых и мертвых тел в водной среде и усилением хищников. Давиташвили Л. Ш. отмечает, что вблизи кембрия должны были исчезнуть группы животных, которые не приобрели защитных покровов и следовательно не имели много шансов на сохранение в ископаемом состоянии.

9. Уникальная сохранность бесскелетных венда определяется как спецификой ряда абиотических факторов, так и неповторимыми особенностями биоса.

Итак, стадия образования окаменелостей вендского времени, от погребения до литификации осадка изучены в настоящее время еще недостаточно. Для решения многих вопросов необходимо проводить актопалеонтологические исследования и эксперименты.

**Таблица 3**

**Абиотические факторы среды обитания вендской фауны**



# 5. ВЕНДОТЕНИДЫ

В вендских отложениях в изобилии встречаются макроскопические лентовидные остатки организмов, в которых не отмечается минерализации. Эти образования были объединены в формальную группу Vendotaemidae Gnilovskaja.

В эволюции Земли возникновение подобных макроскопических растений с тканеподобным строением произошло, по-видимому, в довендское время, ибо они были описаны из серии Белт Северной Америки, из отложений с изотопным возрастом 1 млрд 300 млн лет. Это были лентовидные остатки на породе шириной 0,1–2 мм. Из доманских кварцитов (примерно верхний рифей) Юго-Западной Африки также описаны «ремневидные образования» шириной 6 мм предполагаемого водорослевого происхождения.

На Сибирской платформе в деревнинской свите Туруханского поднятия (примерно верхний рифей) выделены из породы лентовидные остатки – предположительно вендотениды (рис. 5.1). В лахандинской свите верхнего рифея с изотопным возрастом 870–900 млн лет также путем мацерации выделены лентовидные остатки шириной 0,3–0,7 мм.

По мнению исследователей (Гниловская, 1979), Vendotaenia являются представителями Metaphyta, вероятно, одним из самых древних. По общему облику слоевища и характеру спорангиев, типу обмена вещества предполагают, что они относятся к бурым водорослям.

Эти единичные территориально разобщенные находки приходятся на уровень верхнего рифея. Начиная с рубежа 580–600 млн лет, эти образования – вендотениды – встречаются в массовом количестве повсеместно (Польша, Ленинградская область, Прибалтика, Белоруссия, Сибирская платформа). В породе Vendotenia Gnilovskaja (Гниловская,1979) представляют собой эластичные темно-коричневые ленты, сплошь покрывающие поверхности напластования. Длина их до 150 мм, ширина на одном экземпляре постоянная и колеблется от 0,5 до 3 мм, толщина составляет доли миллиметров. Изредка наблюдается ветвление лент на две примерно равные доли, редко (один экземпляр) – на четыре дочерние ленты. В результате извлечения этих остатков из породы путем плавиковой кислоты выяснилось, что ленты имеют тканеподобное строение без признаков проводящей системы (при изучении под микроскопом). Это указывает на их водорослевое происхождение. В тканях наблюдается два вида спорангиев, которые располагаются

**Рис. 5.1. Отпечатки вендотенид**

рядами.

Растительному миру венда присущи также особые черты. Это широчайшее распространение флоры, которое иногда образовывала покровы типа циновок, переходящие в многослойные пленки сапропеля. Специфический характер приобретают чуариморфиды. Это микропланктонные организмы, которые обладали сфероидальными и вытянутыми формами и образовывали крупные скопления. Среди микрофитопланктонов в венде возникли правильно организованные цепочечные агрегатные колонии. Недавно открыты актиномицеты и грибы. Очень богат и разнообразен мелкий фитопланктон, достигший расцвета с максимумом распространения бесскелетных многоклеточных.

**Контрольные вопросы**

1. Первые находки микроскопических растений с тканеподобным строением в истории Земли.
2. Вендотениды, их стратиграфическая приуроченность и местонахождения.
3. Морфология вендотенид.

# 6. ПОЛИХЕТЫ

Полихеты – один из древнейших классов типа аннелид (кольчатые черви). Палеонтологическая летопись располагает весьма ограниченным числом вполне достоверных находок полихет, что связано со спецификой условий захоронения. По имеющемуся материалу становится ясным, что дифференциация полихет началась еще в докембрии. Косвенным свидетельством этого являются разнообразные следы жизнедеятельности червей столь богато представленные в палеонтологии венда, а также в продуктах гигантской пищевой переработки данного ила и связанного с ним пищевым бентосом.

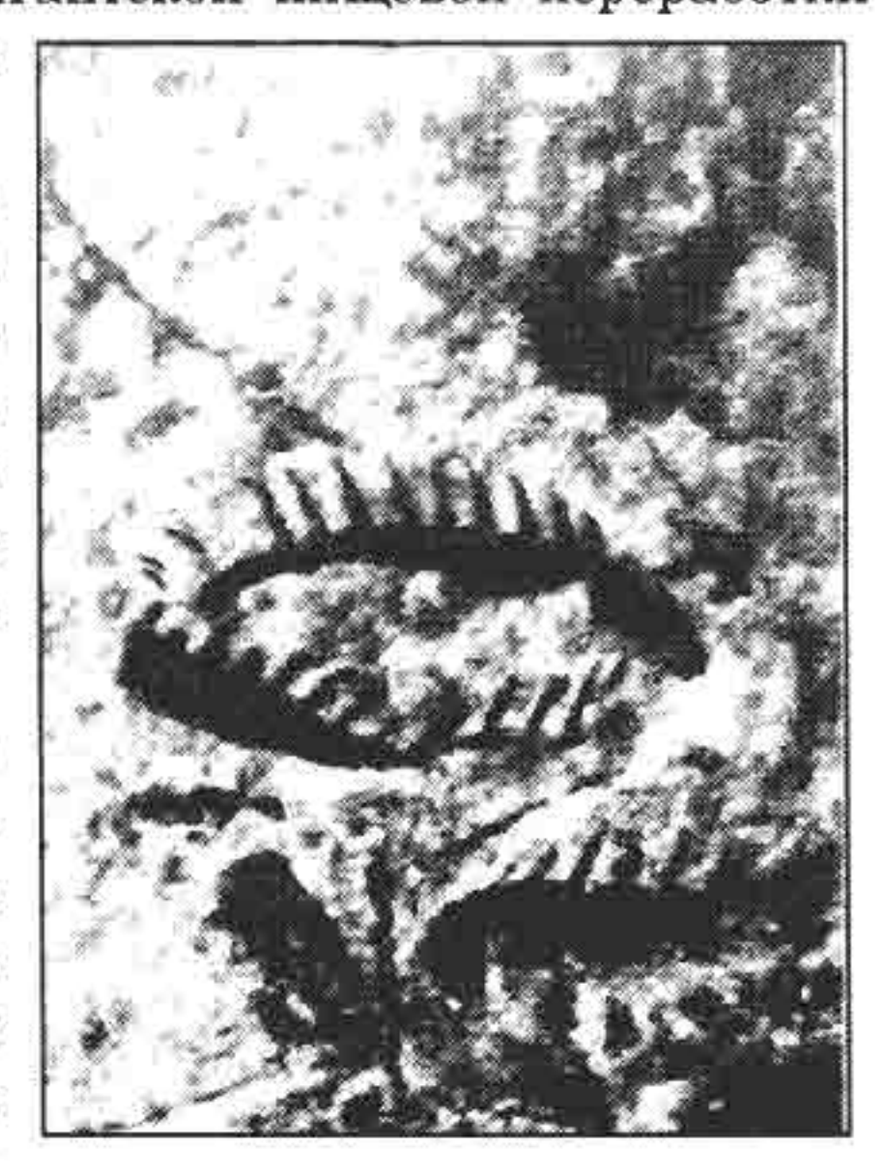


**Рис. 6.1. Redkinia Spinosa Sokol.*10**
Скв. Непейцино, усть-пинежская свита валдайской серии; венд.гл. 1417–1426 м

В ряде случаев известковые и обогащенные пепловым материалом аргиллитами венда (Олнекское поднятие, Подолия) представляют собою литифицированный осадок полностью пропущенный через пищеварительную систему организма червей. Характерные текстурные особенности не оставляют в этом отношении никаких сомнений.

Палеонтологические сведения о подвижных полихетах (подкласс Erranta) основываются, главным образом, на хорошо сохранившихся в ископаемом состоянии элементах челюстного аппарата – сколекодонтах, тогда как сами эрантные полихеты сохраняются в условиях уникальной фоссилизации. Сколекодонты хорошо изучены, начиная с ордовика, где они характеризуются очень высоким уровнем морфо-

логического разнообразия челюстных аппаратов, что указывает на их вероятную предкембрийско-кембрийскую эволюцию, и одновременно – близость к челюстным аппаратам глоточных труб современных эррантий.

Мацерацией, из вендских пород, извлекают очень мелкие зазубренные или шиповатые хитиновые пластинки, что вероятнее всего следует интерпретировать как пластинки аппарата эрратных полихет.

Это совершенно новая группа ископаемых, и нет сомнения, что вендские сколекодонты могут оказаться весьма разнообразными. К наиболее крупным фрагментам Б. С. Соколов относит род Redkinia из редкинской серии венда Московской синеклизы (рис. 6.1), а также из скв. Непейцино (гл. 1 417–1 426 м) усть-пинежской свиты валдайской серии.

**Контрольные вопросы**

1. Полихеты в эдиакарской биоте венда.
2. Систематическое положение седентарной группы Cabelliditida и их морфология.
3. Морфология челюстных аппаратов полихет.

# 7. МИКРОФОССИЛИИ

Обнаружение в 50–60-е гг. прошлого столетия микроскопических органогенных остатков в докембрийских и кембрийских отложениях наметило новые перспективы в стратиграфии докембрия. Впервые в 1949 г. С. Н. Наумовой в породах венда Восточно-Европейской платформы были описаны эти образования, а позднее Б. В. Тимофеевым в древнейших отложениях Молдавии. Первые исследователи приняли их за споры наземных растений. Но, несколько позднее Б. В. Тимофеев (1973) доказал, что многие докембрийские и раннепалеозойские микрофоссилии принадлежат к группе гистрихосфер, проблематичной группе организмов, представители которых известны из нижнепалеозойских отложений. В начале 60-х гг. было установлено, что типичные мезозойские роды гистирихосфер принадлежат к динофлагеллятам. Для оставшихся микрофоссилий, главным образом, палеозойских, было предложено новое название «акритархи». Акритархи напоминают цисты динофлагеллат, так как также имеют оболочки из спорополленита. Систематическое положение до сих пор не ясно. Но они играют важную роль в морском планктоне позднего протерозоя и раннего палеозоя. Это оболочки округлой, угловато-округлой формы с гладкой, шиповатой, скульптурной поверхностью с ядрами и без них. Размеры от 1–100 микрон редко до 1 мм. Б. В. Тимофеев разработал свою классификацию древнейших органических остатков и дал им название «микрофитофоссилии». Поэтому с 60-х гг. прошлого века в отечественной литературе для докембрийских и нижнепалеозойских микрофоссилий используют два названия «акритархи» и «микрофитофоссилии».

Микрофоссилии – это большая группа морфологически разнообразных остатков микроорганизмов гетерогенных по биологической принадлежности (бактерии, цианобактерии, прокариоты, низшие эвкариотные водоросли, низшие грибы, возможно протисты) и по экологической специализации (бентос, планк-

тон). В зависимости от формы сохранности, а это минеральные псевдоморфозы или мумификация, выделяются органостенные и окремненные группы.

Органостенные широко развиты в докембрийских отложениях России и являются традиционным объектом биостратиграфического изучения. Что касается окремненных микрофоссилий, то их изучение в России началось только с 1977 г., но долгое время с палеобиологических позиций они изучались за рубежом. Впоследствии и там их стали широко использовать при биостратиграфическом анализе.

Окремненные микрофоссилии известны по всему докембрию, начиная с нижнего архея (3,56 млрд лет), но многочисленные и систематически разнообразные их сообщества описаны в рифее и венде. Так же они известны в кремнисто-карбонатных фациях и изучаются в шлифах. Эти сообщества распадаются на консервативные наиболее мелководные (лагунные, прибрежные) и более динамичные открытоморские. Первые отмечаются господством простых нитчатых и коккоидных остатков цианобактерий, которые не обнаруживают заметной морфологической эволюции за последние 2,5 млрд лет. Они имеют морфологические аналоги в современных цианобактериальных сообществах мелководных зон аридных бассейнов. Верхнепротерозойский комплекс отличается от нижнепротерозойского появлением немногих новых морфотипов, среди которых довольно широко распространены верхнефанерозойско-вендские спирально-цилиндрические (Obruchevella).

В открытых морских отложениях в верхней части нижнего протерозоя (2,2–2,0 млрд лет) зафиксирован ганфлитский комплекс представленный морфологически сложными прокариотными акритархиями (Kakabekia, Eoastrion и др); в верхнее рифее появляются сфероидные с выростами – Trachyhystrichosphaera и гладких Chuaria; в венде акантноморфные акритархи Micrhystridium Baltisphaeridium и др, которые отражают начальную стадию смены простого, в основном, прокариотного планктона, на более сложный эвкариотный планктон фанерозоя. В региональном плане окремненные микрофоссилии образуют определенные ассоциации таксонов регулируемые условиями среды, и характеризуют относительно небольшие интервалы разреза и могут быть использованы в биостратиграфии.

Органостенные микрофоссилии приурочены к глинисто-алевролитовым, реже карбонатно-глинистым, фациям и известны по всему разрезу докембрии, начиная с верхнего архея (2,9 млрд лет), но представительные их комплексы известны лишь в рифее и венде. Наиболее детально микрофоссилии изучены в многочисленных разрезах венда Восточно-Европейской платформы, (Волыно-Подольск, Московская синеклиза, Прибалтика, Белоруссия, Ленинградская область, западный склон Урала и Предуралье, Восточная Сибирь). Выделенные характерные особенности комплексов для лапландского, редкинского, котлинского и ровенского горизонтов, что позволяет их отличить от верхнерифейских и нижнекембрийских. В нижнем (лапландском) венде Восточно – Европейской платформы найдены редкие экземпляры микрофоссилий, но их появление не может служить надежным критерием для обоснования нижней границы. А в редкинском и волынском горизонтах присутствует уже большее количество лейосферидий и нитчатых формт (рис. 7.1; 7.2). Характерно для этих горизонтов появление рудняний. Комплекс котлинского горизонта отмечается от редкин-

ского и характеризуется присутствием нитей с ромбическим рисунком, а также появлением в отдельных разрезах редких лейосферидий с медианным разрывом, мелких акритарх с выростами (Micrhystridium tornatium) и мелких спор с тетраидным рубцом (Ambiguaspora parvula)

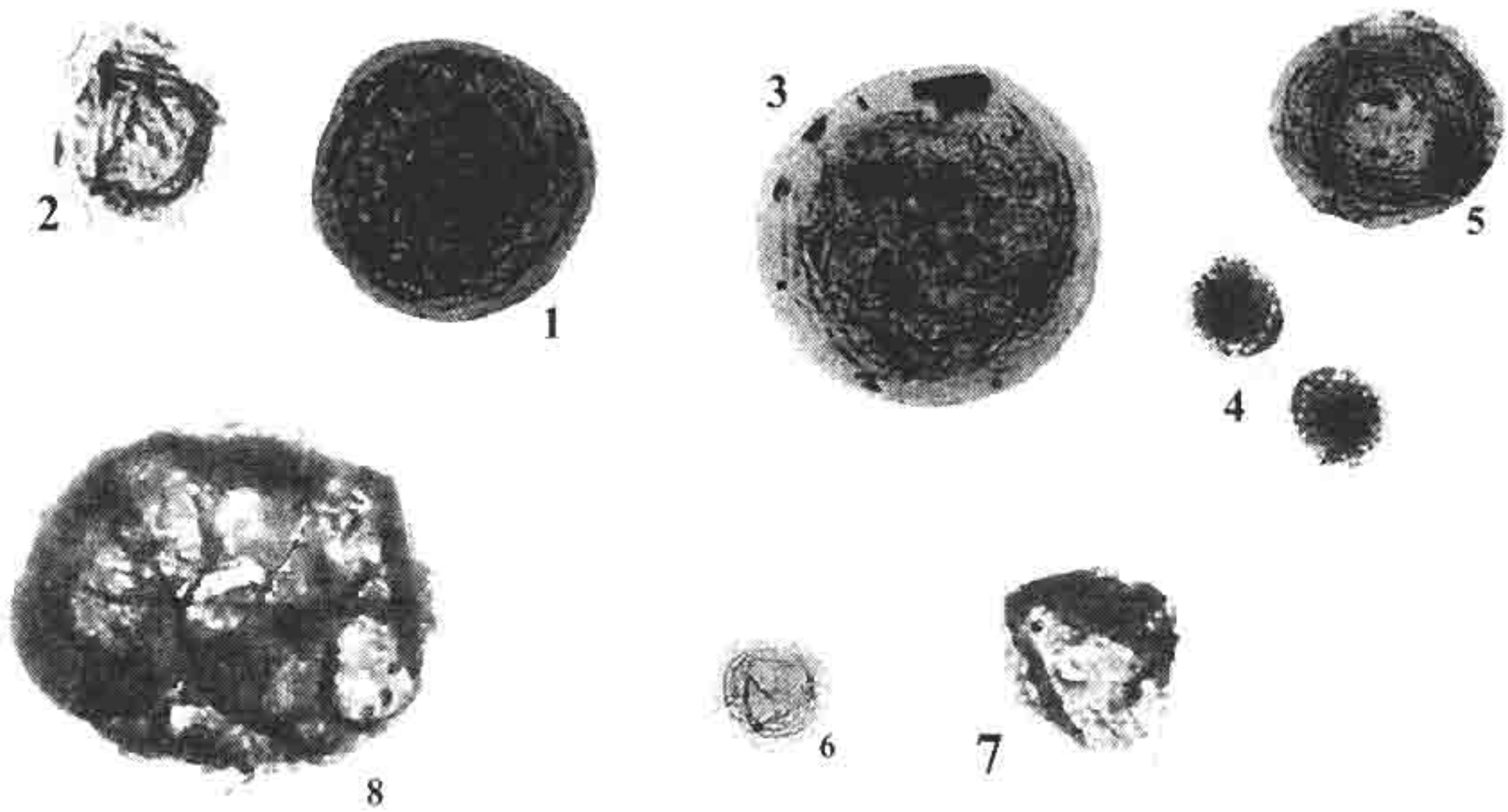



**Рис. 7.1. Редкинский горизонт, зимнегорские слои, венд Зимнего берега Белого моря, х 500.**

1–Trachysphaeridium bavleusa (Schep); 2 – Volyniella valdaica (Schep); 3 – Leiosphaeridia aperta (Schep); 4 – Bavlinella faveolata (Schep); 5 – Zeisphacridia giganthea (Schep); 6 – Stictosphaeridium sinapticuliterum Tim; 7– Kildinella hyperboreica Tim; 8 – Heiosphaeridia minor (Schep)

Верхняя граница венда легко устанавливается по появлению в разрезах характерных для лонтаваского горизонта балтийской серии нижнего кембрия появлением акритрарх, снабженных зонами, порами и каналами.

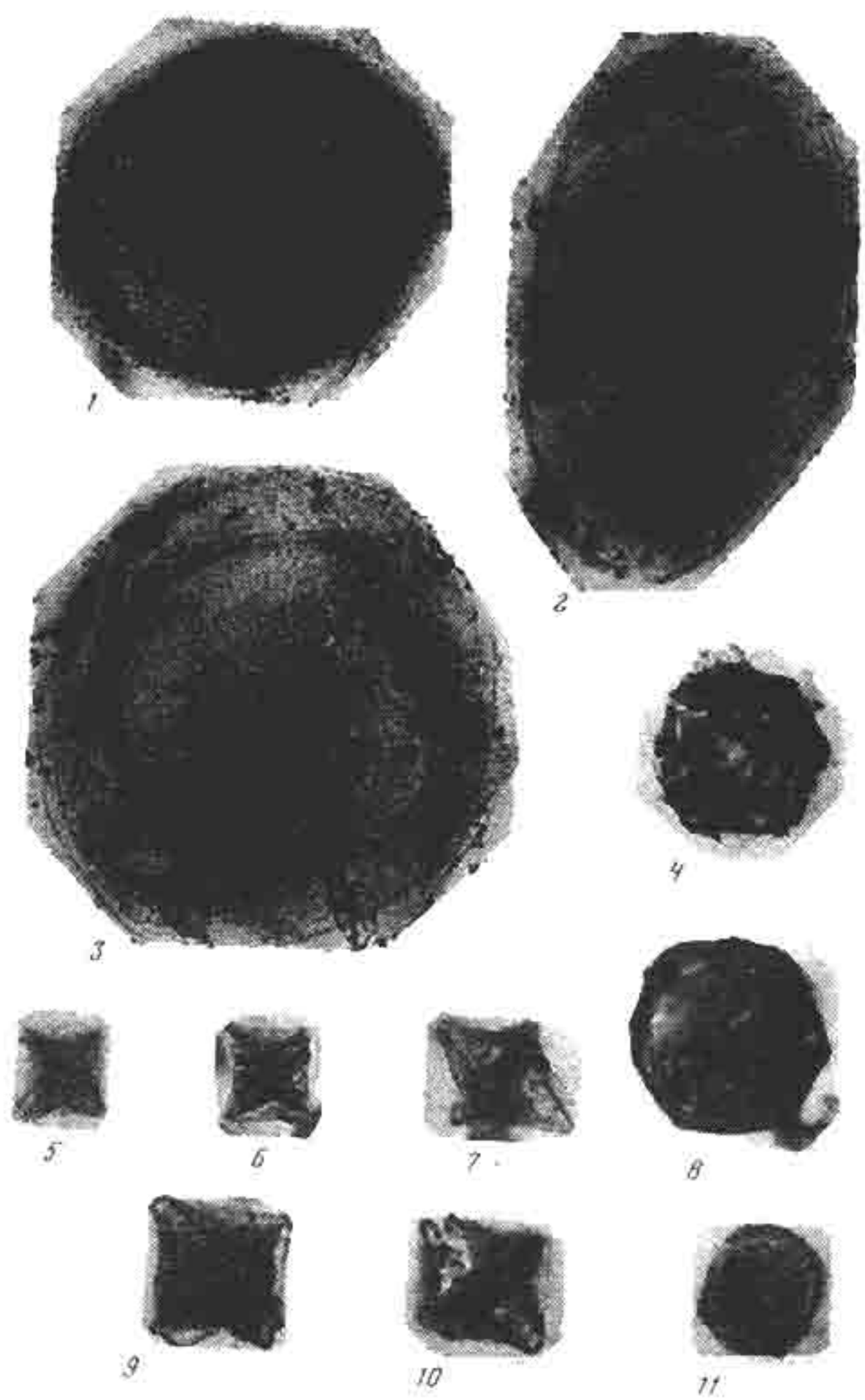



**Рис. 7.2. 1–3 Liosphacridia div sp., *300, Сибирская платформа, южная Якутия, Бюкская скв., курсовская свита, юдомий. 4, 8, 11 Polyedryxium hefteleucum Rud. *600, Сибирская платформа, среднее течение р. Лены, нижняя часть непской свиты, юдомий. 5–7, 9, 10 Octoedryxium truncatum Rudavskaja. *1000, Восточная Сибирь среднее течение р. Лены, мотская свита, юдомий**

## Контрольные вопросы

1. Что такое микрофоссилии и их экологическая специализация?
2. К каким фациям приурочены окремненные микрофоссилии и методика их изучения?
3. Отличительные черты нижнепротерозойских и верхнепротерозойских и вендских комплексов.
4. Фациальная приуроченность органостенных микрофоссилий и методика их изучения.
5. В каких регионах микрофоссилии венда изучены с большей детальностью?
6. Лапландские, редкинские и котлинские комплексы микрофоссилий, их особенности.

# 8. НИТЧАТЫЕ ВОДОРОСЛИ

Неминерализованные нитчатые микроорганизмы часто встречаются в разрезах верхнего докембрия Восточно-Европейской и Сибирской платформ. Специфичность вендских нитчатых микрофоссилий заключается в преобладании одиночных и, в скоплениях простых, неветвящихся нитей бесскелетного строения. Различаются они по различной ширине, по структуре поверхности, а также по осциллаторнеподобному строению. Среди большинства нитчатых микрофоссилий пока не обнаружено целостных организмов, не наблюдалось строения конечных клеток. Этим они и отличаются от рифейских – морфологически более разнообразных нитчатых водорослей, где часты находки целых трихомов и их фрагментов с сохранившимся клеточным строением конечных клеток (рис. 8.1; 8.2). Вероятно, нитевидные образования венда достигли значительных размеров в длину, и для них характерна тенденция к свертыванию в спирали, кольца. Бледный светло-желтый цвет нитей отражает их тонкостенное строение. Практика показала, что нитчатые микроорганизмы являются неотъемлемой частью вендской биоты, но пока они изучены отрывочно по отдельным разрезам. Наиболее полный опорный разрез венда находится в Подольском Приднестровье, где отмечаются богатые находки нитевидных форм.

Термин «нить» – это фрагменты нитевидного, т. е. трихомного, строения, часто без клеточных перегородок; в последнем случае это пустые фрагменты нитчатых водорослей и бактерий.

**Рис. 8.1. Voyninella valdacia Schep.*450. Подольское Приднестровье, лядовские слои**

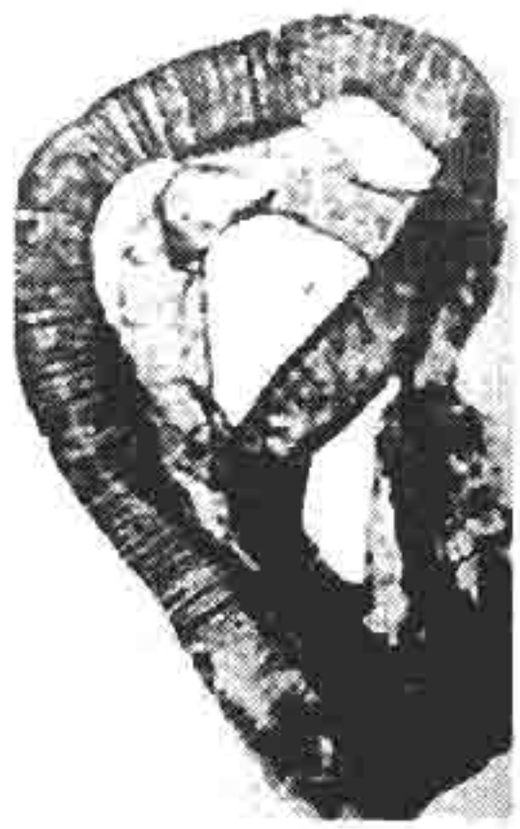


**Рис. 8.2. Oscillatorites wernadskii Sch. *400 Подольское Приднестровье, лядовские слои.**

# 9. СТРОМАТОЛИТЫ

В настоящее время доказано, что строматолиты – это прикрепленные к субстрату слоистые органогенно-осадочные образования, являющиеся продуктами жизнедеятельности ционобионтов, хотя в их образовании также участвуют цианобактерии. Цианобионты долгое время рассматривались как группа синезеленых водорослей. В отличие от последних, у цианобионтов клетки не имеют оформленного ядра, что заставляет их рассматривать вместе с бактериями в группе прокариот, т. е. доядерных организмов. Среди прокариот они стоят на более высокой, чем бактерии, ступени (более сложная структура, наличие красящих пигментов, способствующих окраске и выделению молекулярного кислорода при фотосинтезе). Поэтому от названия «синезеленые водоросли» в настоящее время отказались. Наблюдение над современными строматолитами показывают, что формирование строматолитовых слоев идет за счет механического захвата осадков пленками цианобионтов, а также и за счет отложения кристаллического карбоната в их слизистых чехлах и слизи. В результате отложения микрослоев образуются карбонатные корки, желваки, которые формируют биогермы и биостромы.

Больших успехов в изучении строматолитов докембрия достигли российские ученые. Строматолиты имеют важное стратиграфическое значение для расчленения и корреляции верхнепротерозойских отложений России, Сев. Америки, Африки, Индии, Австралии и др. регионов, а также и для палеогеографических построений.

Исторический обзор сведений о строматолитах указывает на то, что интерес естествоиспытателей к данным окаменелостям проявился очень давно. Значительно раньше, чем сложилось более или менее обоснованное представление о природе этих образований. В середине XIX в. они были описаны на Канадском щите как Eozooncanadis, вокруг которых до сих пор идет полемика. Это послужило поводом для более внимательного изучения карбонатных слоистых отложений докембрия на различных территориях России. П. А. Пузыревским были обнаружены подобные образовании в Приладожье. Одним из первых исследователей, который отнес строматолиты к животным, является Д. Холл (1884). Он назвал эти образования «криптозоон» (т. е. скрытые животные). К. Мюррей и Д. Пенхоллоу (1896) описали онколиты. Е. Кальновский (1908) и В. Хаак (1909) отнесли их к растительным образованиям. Е. Кальновский дал им название «строматолиты».

Проблемой систематики строматолитов и их стратиграфического значения занимался Ч. Уолкотт (1914). В 1927 г. появилась сводка Д. Пиа, в которой он пишет, что синезеленые водоросли являются породообразователями. К. Л Фентон и М. А. Фентон (1931–1939) продолжили исследования Ч. Уолкотта. Одним из первых исследователей строматолитов в СССР была П. С. Краснопеева (1939), которая изучала их в отложениях докембрия и палеозоя юго-запада Сибири. Длительное время строматолиты изучались А. Г. Володиным (1939–1960), на основании чего им определялся возраст вмещающих их пород. Огромный вклад в дело изучения докембрийских и палеозойских строматолитов различ-

ных регионов внес В. П. Маслов (1937–1961). Работы И. К. Королюк (1956–1960) показали несомненное стратиграфическое значение строматолитов для отложений юго-западной части Сибирской платформы. С 1956 г. в Геологическом институте АН СССР группа исследователей под руководством Б. М. Келлера проводила детальные работы по изучению разрезов верхнего протерозоя различных регионов России. В результате этих исследований была детализирована классификация строматолитов, доказана их биостратиграфическая ценность и выделены четыре разновозрастных комплекса строматолитов, которые стали основой четырех главных подразделений (систем) верхнего протерозоя – рифея.

Выводы о возрастной значимости комплексов строматолитов обоснованы и проконтролированы радиологическими данными. Определения абсолютного возраста рифейских глауконитов подтвердило геологическую изохронность границ четырех строматолитовых комплексов. Датируются они соответственно 1350±5; 950±50; 650±50 млн лет. Вопрос о нижнем пределе распространения первого строматолитового комплекса с биостратиграфических позиций сейчас не решен. Этот предел определяется петрологическими, структурно-геологическими критериями – 1650 ± 50 млн лет.

В настоящее время они являются наиболее дробными подразделениями рифейской эратемы. Нижнему, среднему и верхнему рифею присвоены собственные наименования соответственно стратотипам, где были изучены строматолиты. Стратотипами являются серии разрезов Башкирского антиклинория (Южный Урал): бурзяний, юрматий и каратавий. Последнее подразделение, терминальная система рифея, в России получила название «венд». По радиологическим данным граница этой системы может датироваться 680 ± 20 – 540 ± 50 млн лет. Сибирская школа геологов считает более правильным дать ей название юдомий, так как комплекс строматолитов, характерных для четвертого подразделения, описан на р. Юдоме (Учуро-Майский район Сибирской платформы в одноименной свите). Рифейские отложения прослеживаются в пределах мелководных фаций разрезов платформ и горно-складчатых областей как в России, так и за рубежом.

В фанерозое строматолиты утратили столь широкие ареалы развития, что вероятно связано с появлением животных, употреблявших их в пищу. Массовое появление раковинных карбонатных организмов привело к понижению кальция в морях, и стало его недоставать для строения этих слоистых построек.

Вопросы классификации строматолитов освещались многими исследователями и подробно рассматривались в работах И.Н. Крылова, В. Комар и т. д. Большинство исследователей используют формальную морфологическую классификацию, в которой выделяют три таксономических категории – типы (слоистые, желваковые, столбчатые), группы (формальный ряд) и формы (формальный вид). Выделение трех основных систематических категорий большинством исследователей производится более или менее единообразно, хотя в деталях подходы бывают разные. Формы внутри группы выделяются по особенностям текстуры и структуры слоев, деталям морфологии слоев и столбиков. Хотя в последнее время стала разрабатываться альтернативная формальная микроструктурная классификация. Особенности микроструктурного строения, по-видимому, связаны с видовой спецификой цианобионтов.

Вендский комплекс строматолитов довольно богат и имеет своеобразный состав, который резко отличается от нижележащих рифейских и вышележащих кембрийских отложений. Ассоциации вендских строматолитов были описаны многими исследователями: В. А. Комар, И. Н. Крыловым, М. А.Семихатовым и др. Были изучены стратотипические разрезы юдомия Алданского и Анабарского щитов, Патомского нагорья, Прибайкалья, Учуро-Майского района, Колымы, Каратау. Имеется описание строматолитов из ряда вендских разрезов Шпицбергена, Северной Америки, Австралии.

В настоящее время известно около 30 форм вендских строматолитов, из которых наибольшим распространением пользуется Boxoniagromulosa Kom., B. allachjunica Kom. et Semikh., Paniscollenia emergens Kom. и др. Кроме того, в вендском комплексе отмечается значительное количество эндемиков.

Несмотря на это, вендская ассоциация строматолитов весьма характерна. Отмечается, что некоторые формы, развитые в венде, появляются в верхнем рифее. Но все характерные формы верхнего рифея из групп Jnzeria, Minjaria, Cymnosolen исчезают в подошве венда. На верхней границе венда характерная для него ассоциация исчезает (за исключением Collumnofacta elongate Korol), а в нижнекембрийских отложениях появляются уже новые группы строматолитов – Vetella, Charaulachia, Jlicta, Tunicata и др., новые формы гр. Boxonia, Parmites и т. д.

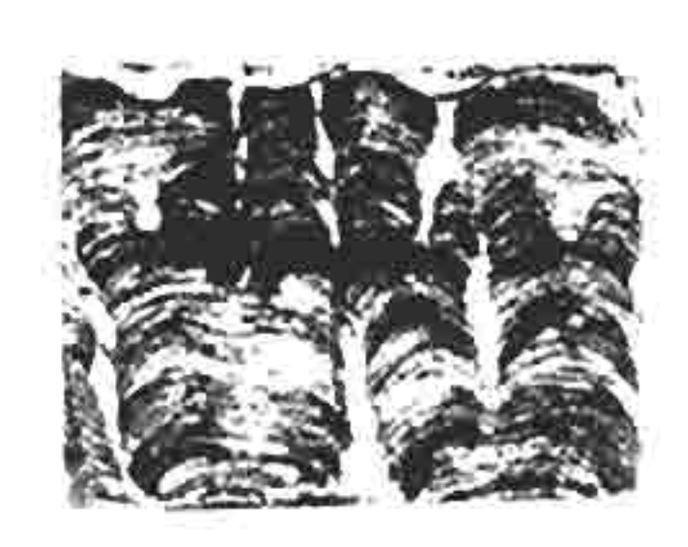


**Рис. 9.1. Collumnaefacta usatica Scchenf. Северо-Байкальское нагорье, усатовская свита**

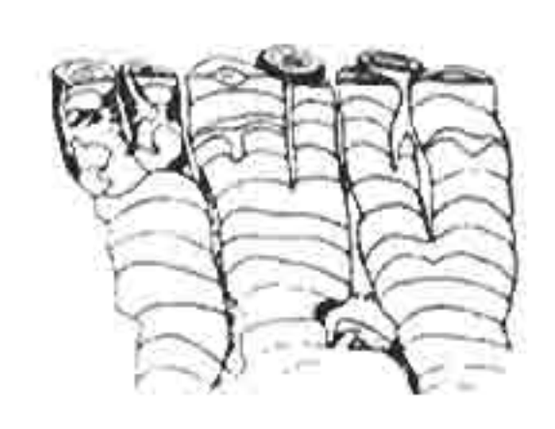


**Рис. 9.2. Формы столбиков Collumnaefacta usatica Schenf . р. Чая, усатовская свита**

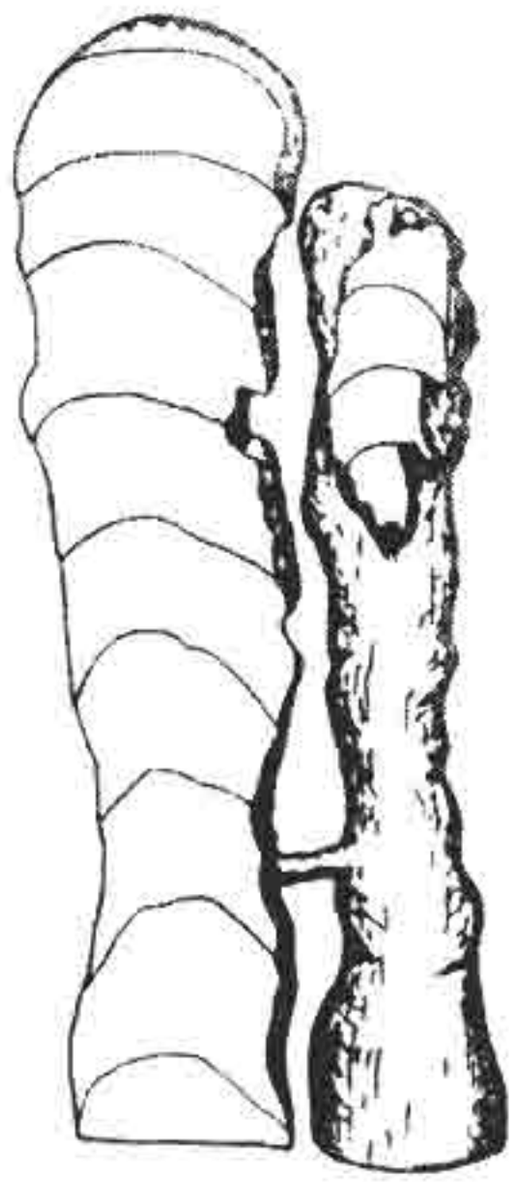


**Рис. 9.3. Форма столбиков Jurusania aldanica Schenf, юдомская свита, р. Алдан**

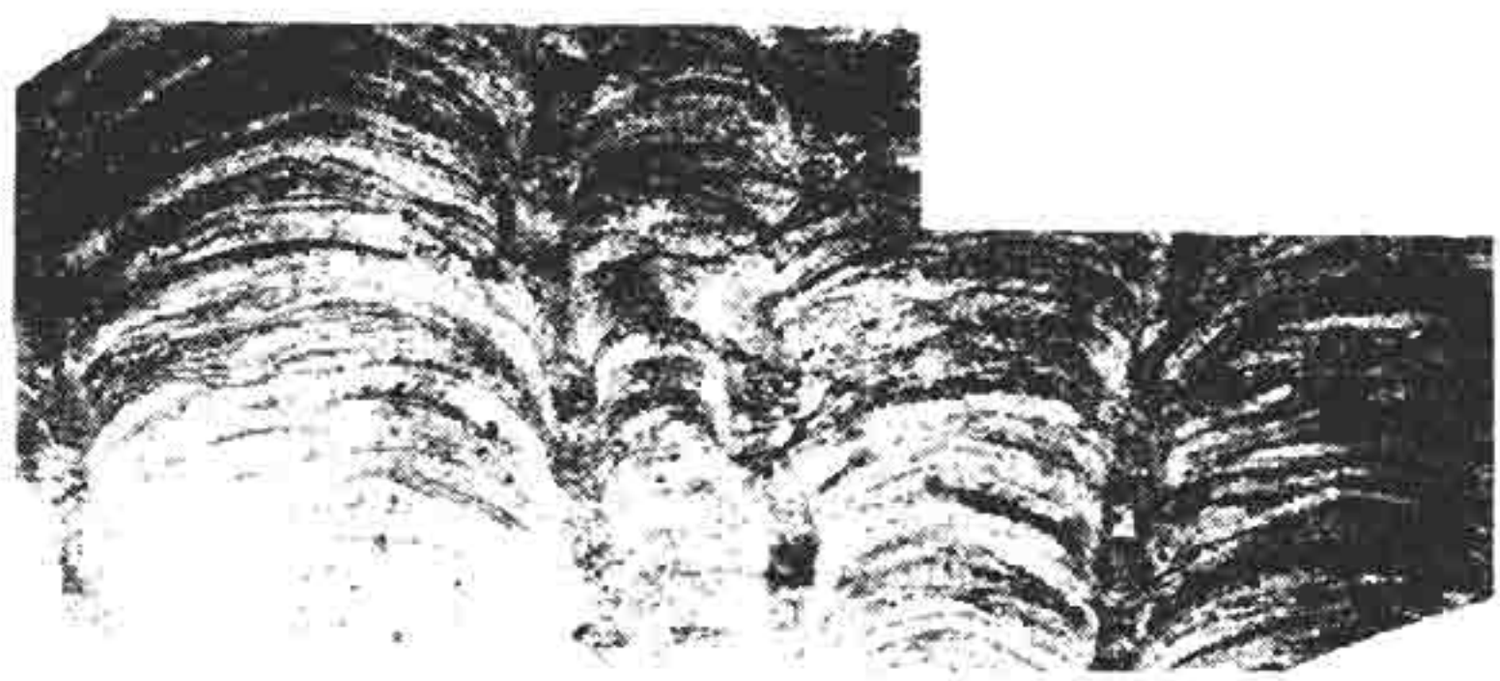


**Рис. 9.4. Jirusania sibirica (Jak.). Алданский щит, р. Алдан, юдомская свита**

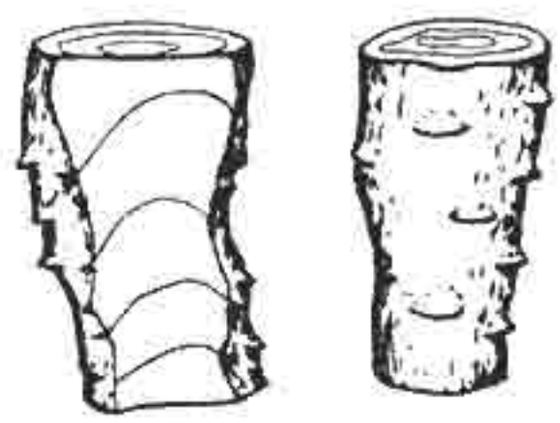


**Рис. 9.5. Форма столбика Jirusania sibirica (Jak.), р. Алдан, юдомская свита**

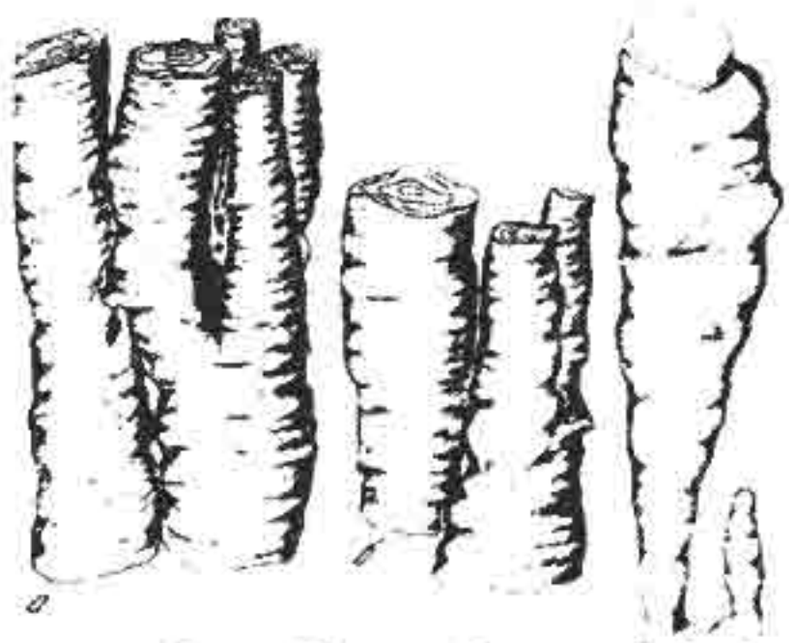


**Рис. 9.6. Форма столбика Jirusania tumuldurica Kryl. , р. Алдан**

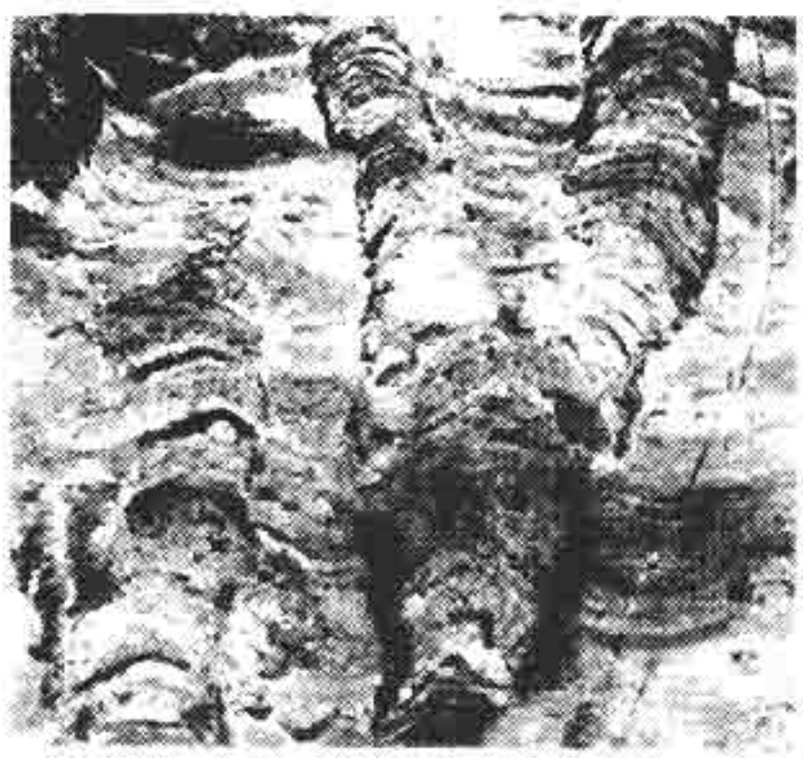


**Рис. 9.7. Jirusania tumuldurica Kryl. р. Алдан**

## Контрольные вопросы

1. Что такое строматолиты? Их природа.
2. Что такое биогермы и биостромы?
3. Систематика строматолитов и ее становление.
4. Биостратиграфическая ценность строматолитов.
5. Критерии выделения четырех главных подразделений (систем) верхнего протерозоя (нижний, средний, верхний рифей и венд).
6. Каким методом проконтролирована геологическая изохронность четырех строматолитовых комплексов?
7. Где находится стратотип рифейской эратемы?
8. На чем основана формальная морфологическая классификация строматолитов?
9. Своеобразие вендского строматолитового комплекса.
10. Фациальная приуроченность строматолитов и значение их для палеогеографических построений.

# 10. МИКРОФИТОЛИТЫ

Вопросы истории изучения и природа микрофитолитов достаточно освещены в литературе, поэтому нет необходимости останавливаться детально на их разборе. Методическое изучение этих образований началось в середине прошлого столетия. Длительное исследование показало сложность генезиса микрофитолитов (онколиты и категрафии).

Органическая их природа выясняется путем сравнения ископаемых желваков с известковыми стяжениями и известковыми туфами, образованными современными водорослями. Кроме того, наблюдавшиеся в онколитах и категрафиях следы каналов и пустоты, некогда занятые нитеями, свидетельствуют об их водорослевом происхождении.

Однако при их формировании, в некоторой степени принимал участие и карбонатный материал различного происхождения – биохимический, хемогенный, механический. Сложность природы микрофитолитов предопределяет изменчивость характера микроструктур при различных условиях их образования. Очень важно выделять признаки, которые бы отражали биологическую сущность этих образований, а также и учитывать изменения, которые претерпели микрофитолиты в результате метаморфизации вмещающих пород.

Микрофитолиты – это группа мелких концентрически-слоистых желваков (онколиты) и неслоистых стяжений сгустков (катаграфии), объединяющая неприкрепленные к субстрату биогенно-осадочные образования, которые сформировались в результате взаимодействия процессов жизнедеятельности сообщества микроорганизмов, хемогенного кластогенного осадконакопления. Микрофитолиты широко развиты в карбонатных фациях докембрия и фанерозоя, но попытки их использовать в стратиграфии связаны, в основном, с верхним докембрием в России.

Первые описания известковых желваков появились в конце прошлого столетия. В 1845 г. Г. Муррей (Журавлева, 1964) описал известковые «гальки» из оз. Мичиган, образованные синезелеными водорослями. Твенховен в 1919 г. впервые подробно описал карбонатные слоистые желваки из пермских отложений Канзаса и Оклахомы, отметил их водорослевое происхождение и дал им родовые названия: Osagia. Это известковые желваки мелких размеров, веретеновидной формы с равными концентрическими наслоениями или лепешки с неровной поверхностью, с мелкими куполовидными выступами, с неровными концентрическими слоями, образующими вздутия и шероховатость поверхности. Маусон в 1929 г. описал известковые стяжения со дна сезонных водоемов на юго-востоке Австралии, которые чрезвычайно похожи на ископаемые онколиты. Опытным путем он доказал их водорослевое происхождение. Большое значение для выяснения природы онколитов имеют работы Брэдли, который культивировал колонки водорослей в обогащенной известью воде и получил онколиты.

Первые сведения о подобных находках из известково-доломитовых отложений докембрия в Юго-Западном Прибайкалье (улунтуйская свита, падь М. Кадильная) мы находим в работах В. П. Маслова. П. С. Краснопеева, наряду

со строматолитами, описала и онколиты из древних отложений Потехенского планшета Хакассии. Они рассматривали их как водоросли р.Osagia Twench.

В. П. Маслов (1955) выделил среди этих образований четыре морфологических типа:

1. Osagia – слоистые оолитоподобные стяжения.
2. Nubecularites – неяснослоистые онколиты со сгущениями, похожими на кучевые облака.
3. Ottonosia – слоистые онколиты с колонноподобными слоистыми ответвлениями.
4. Catagraphia – сгустковые неправильные пятна.

Большую роль в выяснение стратиграфического значения онколитов и катаграфий имеют работы Е. А. Рейтлингер (1959), изучавшей микроскопические проблематические органические остатки рифея и кембрия северного склона Алданского щита и некоторых районов Патомского нагорья.

Изучение вертикального распространения онколитов и катаграфий позволило Е. А. Рейтлингер установить, что в разрезах докембрийских толщ Байкало-Патомского нагорья происходит определенная смена комплексов микропроблематики, на этом основании было выделено три зоны с определенным сочетанием групп и форм.

З. А. Журавлевой (1964) было сделано первое обобщение данных о распределении микрофитолитов в древних карбонатных отложениях Сибири и выделено четыре докембрийских комплекса микрофитолитов – три рифейских и один юдомский (вендский). Схема З. А. Журавлевой легла в основу всех исследований микрофитолитов в последующие годы.

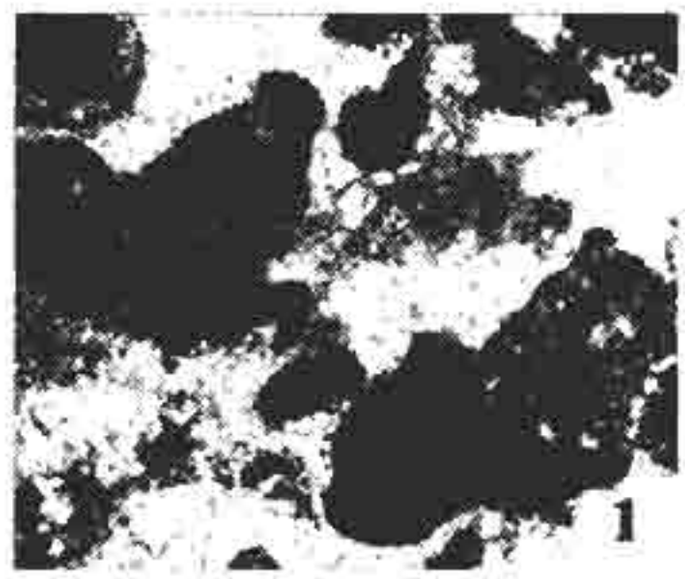
Юдомский комплекс микрофитолитов, выделенный З. А. Журавлевой как IV докембрийский, вначале был представлен шестью характерными формами: Vesicularites bothrydioformis (Krasnop.), V. lobatus Reitl., V. concretus. Z. Zhur, Vermiculites tortuosus Reitl., V. irregularis (Reitl.), Osagia minuta Z. Zhur. Эта ассоциация микрофитолитов послужила обоснованием выделения аналогов юдомской свиты во многих разрезах Сибирской платформы и их корреляции.

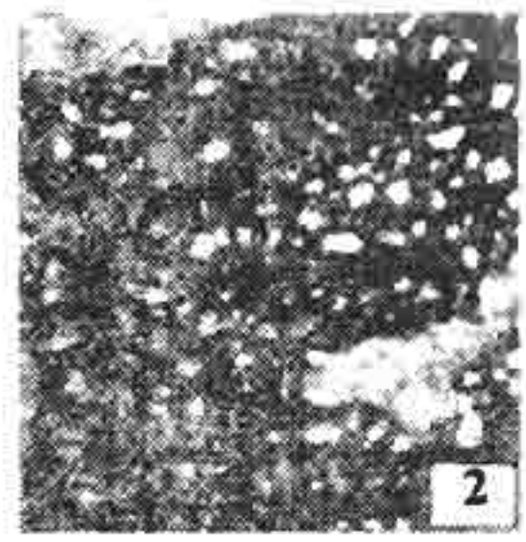
В последующие годы были изучены микрофитолиты всех основных вендских разрезов России.

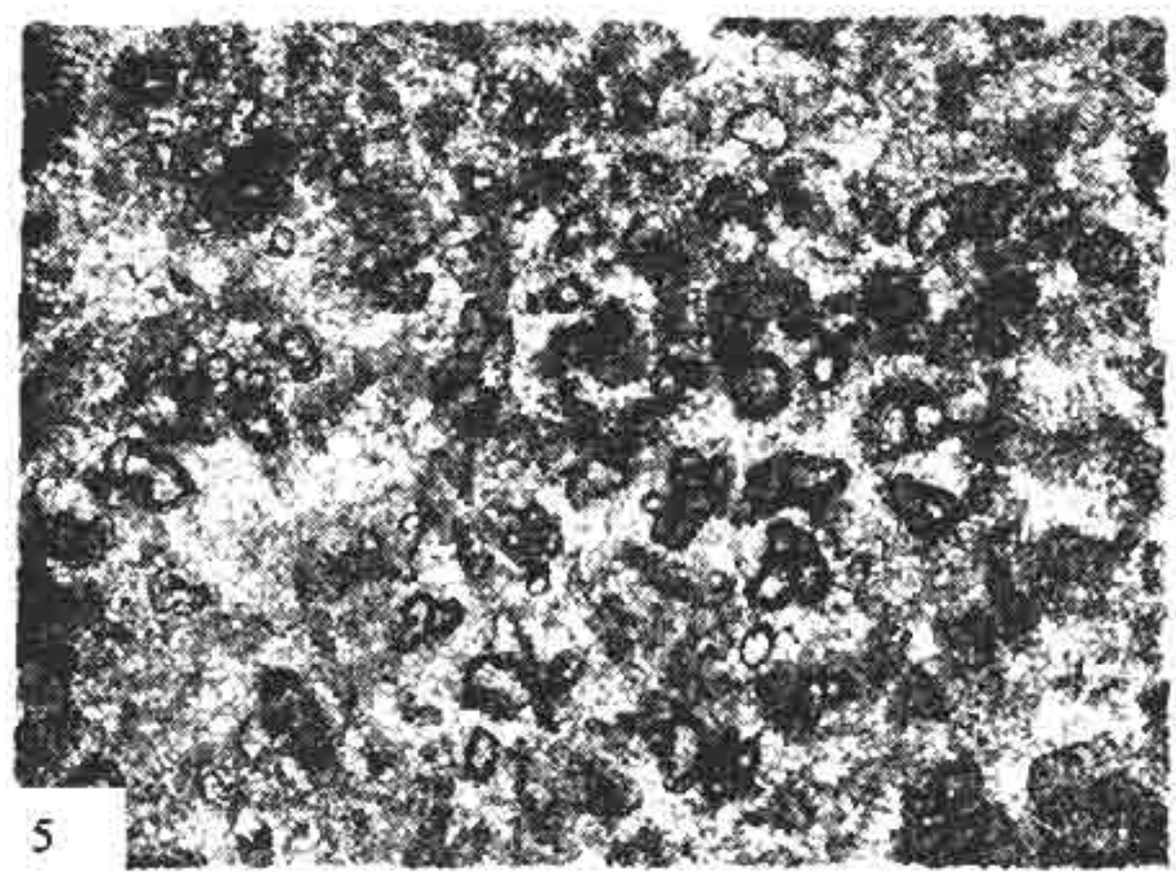
В Сибирском регионе исследованы: Учуро-Майский район (аимская и низы усть-юдомской свит); Патомское нагорье (нохтуйская, тинновская свиты); Северо-Байкальское нагорье (низы усатовской свиты); Присаянье (иркутская и верхи усть-тагульской свит); Туруханский район (платоновская свита); Иркутский амфитеатр (мотская и иркутская свиты); Енисейский кряж (дашкинская свита); Хараулах (нэлэгерская свита).

В складчатом обрамлении Сибирской платформы в Майском прогибе исследованы микрофитолиты анастасьинской свиты.

В Европейских разрезах вендские отложения представлены терригенными породами, не содержащими микрофитолиты. Лишь на Шпицбергене (серия Поларисбреен) описаны юдомские микрофитолиты.





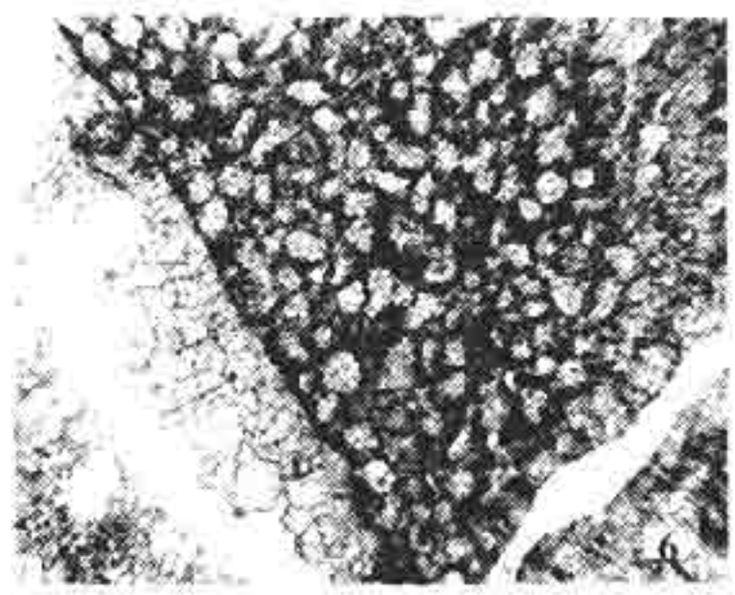



**Рис. 10.1. Юдомский комплекс микрофитолитов:**
1 – Nubecularites abustus Z. Zhur., *20 Южный Урал, р. Юрюзань, укская свита;
2 – Vesicularitas subinensis Zabr., *40, Южный Урал, р. Юрюзань, укская свита;
3 – Osagia corticosa Narazh., *10, Патомская зона, р. Лена, нохтуйская свита;
4 – Osagia monolamellata Z. Zhur., *45, Западный склон Южного Урала, р. Босса, укская свита;
5 – Vesicularitus lobatus Z. Zhur., *20, Патомская зона, р. Лена, юдомская свита;
6 – Vesicularites concretus Z. Zhur., *45, Восточный склон Алданского щита, р. Юдома, юдомская свита; 7 – Asterosphaeroides radiatus Korol., *15 Патомская зона, р. Чуя, нохтуйская свита

На южном Урале юдомские формы отмечаются в верхах миньярской и в укской свитах. Следует отметить, что в некоторых европейских разрезах отмечается более раннее появление некоторых форм юдомского облика, т. е. в подвенских отложениях, сопоставленных с укской серией Урала (верхняя часть оршанской серии Оршанского прогиба, верха полесской серии Волынского прогиба). Рассматривая юдомский комплекс в целом, следует отметить, что в Сибири и на Русской платформе некоторые юдомские формы появляются в рифее. Но в пределах обрамления Сибирской платформы имеется два четких уровня с юдомскими микрофитолитами – нижний, в котором появляются юдомские формы наравне с рифейскими, а верхний – с богатыми юдомскими ассоциациями, которые преобладают над проходящими формами.

Итак, были уточнены пределы вертикального распространения многих юдомских форм, и список характерной для венда ассоциации увеличился: Vesicularites reticulates Nar.; V. subiensis Zabr., V. sculatus Jaksch.; V. simplaris Jaksch.; V. celluleus Jaksch.; Vermiculites sucharicus Milsh.; Nubecularites abustus Z. Zhur.; Osagia corticosa Nar.; O. globulosa Korol.; O. monolamellata Z. Zhur.; O. svalbardica Milsh.; Vollvatella zonalis Nar.; Osagia obsoleta Nar.; Medullarites lineolatus Nar.; Radiosus punctatus Nar.; Asterosphaeroides radiatus Korol.. Кроме того, в юдомском комплексе в ряде разрезов появляются проходящие формы, которые считались ранее характерными для рифея (Vesicularites compositus Z. Zhur., V. flexuosus Reitl., Vermiculites angularis Reitl., Osagia grandis Z. Zhur. и т. д.), что не обеспечивает с достаточной точностью проведения нижней границы венда (юдомия). Верхняя граница проводится достаточно четко, подчеркивается появлением в перекрывающих отложениях скелетной фауны нижнего кембрия (Хоментовский и др., 1976). Несмотря на это, юдомский комплекс считается наиболее устойчивым по составу и отличается качественным однообразием. Как было отмечено выше, аномалии в вертикальном распространении ряда форм микрофитолитов, вероятно, связаны со спецификой фациальных обстановок. В связи с этим современные исследователи (М. С. Якшин, М. С. Семихатов и др.) предлагают ограничивать их использование в стратиграфии, так как считают, что некоторые таксоны выделены по случайным срезам желваков без учета влияния перекристаллизации и требуют ревизии. Поэтому микрофитолиты на современной стадии изученности могут быть только инструментом корреляции отложений единого бассейна или изофациальных зон такого бассейна.

## Контрольные вопросы

1. Что такое онколиты и катаграфии?
2. С какими отложениями связано их использование в стратиграфии?
3. Морфологические типы микрофитолитов (по В. П. Маслову).
4. Какие регионы сыграли большую роль в выяснении стратиграфического значения микрофитолитов?
5. На каких разрезах и где были выделено четыре докембрийских комплекса микрофитолитов (нижнерифейский, среднерифейский, верхнерифейский и вендский)?
6. Юдомский комплекс микрофитолитов и его два четких уровня – нижний и верхний, в чем их отличие?

# 11. ПАРАДОКСЫ ВЕНДА

Чем больше разнообразных фактических материалов появляется в геологии по венду, тем все более необычным промежутком времени он предстает в глазах исследователей.

Недаром в специальной работе были рассмотрены некоторые парадоксы венда (Якобсон, 1993). Это труднообъяснимые факты, которые невозможно понять с общеизвестных геологических позиций. Только нетрадиционный подход, часто не бесспорный, приближает к истине.

**Первый парадокс** связан с вендским оледенением. Известно, что под тяжестью льда поверхность Земли прогибается, а после снятия ледяной нагрузки (из-за таяния льда) происходит поднятие и восстановление прежнего уровня поверхности. Это является доказательством существования под литосферой современного квазипластичного слоя – астеносферы (Кузьмин и др., 2000). Однако парадокс заключается в том, что в венде после таяния льда восстановления прежней поверхности Земли не произошло.

К. Э. Якобсон привлекает для иллюстрации этого явления пример по Русской платформе. Около 1,65 млрд лет назад в ее пределах завершились активные эндогенные процессы. После них эта территория превратилась в возвышенную сушу, и в таком виде существовала 1 млрд лет, т. е. в течение всего рифея. Эрозия и связанные с нею процессы выравнивания носили вялый характер. Активные события начались в венде, около 700 млн лет назад. В это время северная часть платформы покрылась мощным ледяным панцирем (так называемое Лапландское оледенение). При поисках полезных ископаемых на Русской платформе было пробурено много скважин. В них обнаружили вендские тиллиты – отложения древних конечных морен, по которым удалось оконтурить границу распространения древнего ледника. Она проходит от южных районов Белоруссии на восток через Рязанскую область до Урала, где круто поворачивает на север и протягивается вдоль западного склона Уральского хребта. Далее предполагаемый контур теряется в водах современного Баренцова моря. Замыкает контур полоса тиллитов северо-западной части Скандинавии. То есть Лапландский ледник покрывал весь европейский север и центральные области России. Просуществовал он всю первую половину венда, затем растаял в середине вендского периода с образованием на его месте... морского бассейна. Последнее доказывается распространением в тех же самых границах покрова морских осадков – песков и глин. Исключением является Кольский полуостров и Скандинавия, где не обнаружено морских осадков поздневендского времени. Возможно, они были размыты.

Таким образом, в рифее на Русской платформе была суша, в раннем венде – ледник, в позднем венде – море. Это означает, что после таяния ледника произошло понижение уровня земной поверхности. Но изучение материковых ледников четвертичного периода показывает, что масса льда способствует вначале погружению литосферы, а затем – ее подъему до исходного уровня после таяния ледника.

Почему оледенения вендского и четвертичного периодов создавали такие разные геодинамические последствия?

К. Э. Якобсон выдвинул гипотезу, связанную с «поглощением литосферы мантией», которое могло происходить при длительном погружении основания литосферы в область высоких температур и давлений верхней мантии, где возможным стало частичное плавление вещества. Литосфера обладает низкой теплопроводностью, но в венде было достаточно времени для поглощения литосферы и ее частичного плавления снизу. Лапландский ледяной покров существовал миллионы лет. А в четвертичном периоде было несколько кратковременных оледенений (десятки тысяч лет), разделенных теплыми межледниковьями; поэтому строение литосферы не успевало измениться, после таяния четвертичных ледников территория Русской платформы быстро возвращалась в исходное положение.

Итак, вендское оледенение нарушило устойчивое равновесие на Русской платформе и привело к образованию на месте суши морского бассейна, в котором сформировался покров осадочных пород. Эти породы образовали сплошной чехол на архей-нижнепротерозойском кристаллическом фундаменте и осадках рифея Русской платформы. Возникла двухъярусная структура, состоящая из кристаллического фундамента и осадочного чехла.

Весьма необычны вендские морские отложения. Трансгрессия моря бывает постепенной: сначала отлагаются мелководные галечники и пески, затем – глубоководные илы. В вендском бассейне все было не так: он оказался глубоким сразу же после таяния ледника, и лишь потом постепенно обмелел и заполнился более мелководными осадками. Это подтверждается тем, что повсеместно в вышеуказанном контуре в основании вендского осадочного комплекса находят илистые осадки, которые выше по разрезу постепенно сменяются песками. Иногда в основании вендской толщи находят плохо отсортированные пески с галькой – остатки перемытой донной морены.

Мощность вендской толщи на Русской платформе около 1 км, плотность осадков в 2,5 раза больше плотности льда. Поэтому можно предполагать, что толщина льда составляла около 2,5 км. То есть вендский материковый ледник по мощности был сопоставим с современным ледяным панцирем Антарктиды.

Около 700 млн лет назад появились первые многоклеточные животные. Их отпечатки обычно находят в глинистых осадках вендского послеледникового бассейна. Возможно, в глубоководных условиях у них было больше шансов сохраниться, чем в песках неспокойного мелководья морского бассейна конца вендского периода. Но существует и другая точка зрения, обусловленная палеоклиматом.

Необходимо отметить, что вендское оледенение способствовало образованию морского бассейна на месте бывшей суши не только на Русской платформе. Такая ситуация характерна для венда Австралии, Южной Африки, Китая.

Кроме того, рассмотренный механизм формирования эпиконтинентального моря действовал и в позднем палеозое на территории Южной Африки. Поэтому восстановление уровня поверхности литосферной плиты после четвертичного оледенения – это лишь один из вариантов сложного геологического явления. В более ранних периодах (особенно в венде) все было иначе.

**Парадокс второй.** Теоретически вендского оледенения не должно было быть. Палеомагнитные данные указывают, что большинство материков в это время находились вблизи экватора. Но если построить глобальную модель вендского оледенения по тиллитам и другим индикаторам климата, то материки окажутся вблизи полюсов (Хаин и др., 1997). Такое противоречие указывает, конечно, на недостаточную точность палеомагнитных данных.

Однако К .Э. Якобсон попытался разрешить его по-другому. Он высказал предположение, что вендское оледенение было связано не с расположением материков, а с возможным изменением состояния атмосферы. Дело в том, что нижний венд – не только эпоха оледенений, но и эпоха вулканизма. Базальты и туфы этого возраста в большом количестве обнаружены на Украине и на Урале. Причем следы древних вулканов зафиксированы в краевых зонах ледникового панциря. В других регионах мира для нижнего венда также характерен интенсивный вулканизм. Вулканические породы с таким возрастом встречены на Тянь-Шане, в Саудовской Аравии, Судане, Алжире, Китае, Марокко, Танзании, Южной и Западной Австралии, Северной Америке. Во всех перечисленных районах вулканические и ледниковые породы встречаются совместно. Поэтому возникает естественная гипотеза о связи вулканизма и оледенения. По К. Э. Якобсону, у краев погружающейся под тяжестью ледника плиты возникают глубинные разломы – подводящие каналы для магматических расплавов.

Вулканические извержения приводят, вероятно, к насыщению атмосферы большим количеством пыли, водяного пара и кислот, которые поглощают часть солнечного тепла и могут спровоцировать понижение температуры в любой части планеты.

В этом случае приуроченность материков с ледяным панцирем к полюсам не обязательна. Возникает саморегулирующийся синергетический процесс: вулканизм провоцирует оледенение, которое усиливает вулканизм.

**Парадокс третий.** Отложения нижнего венда содержат породы и минералы, которые являются геологическими антагонистами.

Установлено, что ледниковые осадки встречаются совместно с флювиогляциальными озерно-ледниковыми, морскими песчано-глинистыми, вулканическими лавами и пеплами, с карбонатными породами, яшмами и гематитсодержащими осадками.

Парагенезис тиллитов, вулканических и песчано-глинистых пород вполне закономерен. Но как объяснить их сонахождение с яшмами и гематит-хемогенными образованиями?

Доломиты формируются в жарком климате из растворов засоленных лагун или мелководных заливов морей повышенной солености. Такого же климата требует образование яшм и гематита.

Некоторые авторы объясняют тесные ассоциации пород-антагонистов резкими похолоданиями на фоне общего жаркого климата. Фациальные смены таких пород в синхронных слоях свидетельствуют о контрастности климатических поясов в эпохи оледенений. Но ассоциация тиллитов и хемогенных пород венда настолько тесная, что контрастностью климатических обстановок ее трудно объяснить.

В Белоруссии в средней части толщи нижнего венда блонской свиты, представленной песчаниками, алевролитами и тиллитами, содержатся прослои до-

ломитов. На Среднем Урале среди вендских тиллитов серебрянской серии содержатся доломиты мощностью до 15 м. Чередование тиллитов и доломитов характерно для зоны сочленения Урала и Тиманского кряжа. На Тянь-Шане среди тиллитов встречаются прослои осадочных гематитовых руд и доломитов. В провинции Шэньси Центрального Китая горный хребет сложен синийскими (вендскими) конгломератами с доломитовым цементом. Галька конгломератов покрыта штрихами или отполирована, то есть несет признаки ледникового происхождения. Но китайские геологи происхождение доломитового цемента объясняют следующим образом: после таяния ледника повысился уровень моря, исходный песчано-глинистый цемент оказался размыт, а его место занял доломит – хемогенный осадок морской воды. Однако трудно представить процесс выноса цементирующего материала из толщи мощностью 300 м, где чередуются слои конгломератов с доломитовым и глинистым цементом (водонепроницаемым!). Тесное соседство доломитов и тиллитов отмечено в Африке на территории Ганы, в Австралии в бассейне р. Кимберли, на о. Шпицберген и в других местах.

Для объяснения такого феномена К. Э. Якобсон выдвигает следующую гипотезу. Как известно, льды континентов образованы атмосферными осадками и являются пресными. Такой же состав имеет ледяной панцирь океанов. Значит, ледник извлекает из морской воды только пресную компоненту, увеличивая в ней концентрацию солей. Вода может достичь предела насыщения, что приведет к осаждению растворенных солей при относительно низких температурах. К сожалению, какие-либо расчеты трудно сделать, так как не известна общая масса вендского льда, поверхностной воды, концентрация соли и температура, при которой могли накапливаться карбонатные илы.

Таким образом, делается попытка объяснить парадоксы венда не латеральными движениями литосферных плит, которые обусловлены внутренней энергией Земли, а излучением Солнца – главного источника экзогенных процессов. Солнце испаряет большие массы воды, ветер переносит их в места, где образуется ледяной покров. Мощный ледник становится причиной нарушения изостатического равновесия больших участков литосферы и их погружения. С этим связано изменение состава морской воды и образование осадочных пород-антагонистов.

## Заключение

Завершая обзор основных местонахождений докембрийской бесскелетной фауны, можно сделать выводы.

1. Остатки мягкотелых многоклеточных животных широко распространены в докембрийских отложениях. Отдельные находки и крупные местонахождения вендской фауны известны в Европе, Азии, Африке, Австралии, Северной Америке, причем, количество новых местонахождений из года в год прогрессивно возрастает.

2. Основная масса находок вендской фауны, в том числе главнейшие местонахождения, приурочены к слоистым терригенным, реже карбонатным и вулканогенно-осадочным толщам, накопившимся в относительно мелководных условиях обширных эпиплатформенных морей. Нередки находки вендских метазоа в отложениях турбидитной природы, в том числе в толщах, накопившихся в условиях глубоких прогибов.

3. В стратиграфическом распределении фауны эдиакарского типа отмечается определенная закономерность. Остатки древнейших беспозвоночных наиболее характерны для стратиграфического интервала между горизонтом тиллитов варангерского (лапландского) оледенения снизу или перерывом в осадконакоплении (возможно, связанным с эвстатическим понижением уровня Мирового океана в ходе этого оледенения) и зоной массового распространения скелетных окаменелостей томмотского яруса нижнего кембрия. В этом интервале, однако, отмечается количественная и качественная неоднородность распределения остатков бесскелетных метазоа. Зона их массового распространения приурочена к нижней половине венда, соответствующей редкинскому горизонту валдайской серии Русской платформы. В верхней половине венда, соответствующей котлинскому горизонту валдайской серии, исчезает основная часть типично эдиакарских форм мягкотелых метазоа, что, по-видимому, сопряжено с их массовым вымиранием, а также с возможным изменением общей тафономической обстановки. Редкие медузоиды продолжают существование в этом стратиграфическом интервале, для него характерны многочисленные следы ползания других животных. На уровне ровенского горизонта Русской платформы и немакит-далдыкского горизонта Сибирской платформы, завершающих венд в указанных регионах, отмечается значительное увеличение количества, разнообразия и размеров следов жизнедеятельности, оставленных в основном мягкотелыми формами, однако отпечатки бесскелетных относительно редки.

4. Различия систематического состава вендской фауны в разных местонахождениях, отмеченные изменения в составе фаунистических ассоциаций в конкретных стратиграфических последовательностях свидетельствуют о возможности использования остатков и следов жизнедеятельности докембрийских метазоа для биостратиграфического расчленения вендских отложений. Это расширяет сферу применения классического палеозоологического метода биостратиграфии на целую стратиграфическую систему, а в хронологическом выражении – на многие десятки миллионов лет.

5. Широкое распространение остатков бесскелетных многоклеточных животных, их экологическая однотипность, близость уровня организации и наличие общих форм в разных местонахождениях, весьма удаленных друг от друга не только сейчас, но и в венде (судя по палеогеографическим реконструкциям), показывают, что вендские метазоа представляют собой единую фауну, глобальный этап в эволюции многоклеточных. Все это позволяет рассматривать остатки бесскелетных метазоа как наиболее типичную палеонтологическую характеристику терминальной системы докембрия и указывает на возможность использования этих окаменелостей не только для биостратиграфической корреляции, но и для решения вопросов палеогеографии морских отложений позднего докембрия (табл. 2).

6. Высокая численность и морфологическое разнообразие ископаемых метазоа в осадочных толщах, стратиграфически отделенных незначительным интервалом от горизонта варангерских тиллитов, допускают большую вероятность находок остатков беспозвоночных в дотиллитовых отложениях и являются косвенным, но весомым аргументом в пользу существования более древнего довендского периода развития многоклеточных. Успешное продвижение в этой области исследований будет иметь огромное значение для познания ранней эволюции животного мира и сделает актуальным вопрос о биостратиграфическом (палеозоологическом) обосновании нижней границы венда.

## Библиографический список

**Баландин Р. К.** Новая глава геологической летописи // Наука и жизнь. – 1987. – № 4.

**Беккер Ю. Р., Келлер Б. М. и др.** Стратотипический разрез рифея // СтраТиграфия верхнего протерозоя СССР (рифей и венд). – Л. : Наука, 1979. – С. 71–85.

**Гниловская М. Б.** Вендотениды. // Палеонтология верхнекембрийских отложений Восточно-Европейской платформы. – М. : Наука, 1979. – С. 39–48.

**Журавлева З. А.** Онколиты и катаграфии рифея и нижнего кембрия Сибири и их стратиграфическое значение. – М. : Наука, 1964. – 199 с. (Тр. ГИН АН СССР, вып. 114)

**Журавлева З. А.** Стратиграфическое значение юдомских онколитов. – М. : Изд-во АН СССР, 1976. – Сер.: Геол. – №7. – С. 82–89.

**Келлер Б. М.** Отпечаток неизвестного животного из валдайской серии Русской платформы // Томмотский ярус и проблемы нижней границы кембрия. – М. : Наука, 1969. – 380 с. (тр. ГИН АН СССР. Вып. 206).

**Келлер Б. М., Федонкин М. А.** Новые находки окаменелостей в валдайской серии докембрия по р. Сюзьме // Изв. АН СССР. Сер. Геол. – 1976. – №3 – С. 38–44.

**Комар В. А**. Классификация строматолитов по микроструктурам // Палеонтология докембрия и раннего кембрия : тр. Всесоюз. симп. – Л. : Наука, 1979. – С. 42–45.

**Королюк И. К.** Микропроблематика рифея и нижнего кембрия Прибайкалья и Ангаро-Ленского прогиба // Вопросы микропалеонтологии. – М. : Изд-во АН СССР, 1966. – Вып. 10. – С. 174–198.

**Крылов И. Н.** Древнейшие следы жизни // Природа. – 1985. – № 9. – С. 68–76.

**Крылов И. Н.** Строматолиты рифея и фанерозоя СССР. – М. : Наука, 1975. – С. 245.

**Кузьмин М. И., Корольков А. Т., Дриль С. И., Коваленко С. Н.** Историческая геология с основами тектоники плит и металлогении. – Иркутск : Иркут. гос. ун-т, 2000. – 288 с.

**Маслов В. П.** Карбонатные проблематики округлой формы // Тр. Ин-та геол. наук АН СССР. Сер. : Геол. – М., 1955. – Вып. 155. – № 66. – С. 156–163.

**Наумова С. Н.** Растительные микрофоссилии докембрия и нижнего кембрия Евразии и их значение для стратиграфии // Палинология протерофита и палеофита. – М. : Наука, 1974. – С. 7–12.

**Палий В. М.** Остатки бесскелетной фауны и следы жизнедеятельности из отложений верхнего докембрия и нижнего кембрия Подолии // Палеонтология и стратиграфия верхнего докембрия и нижнего палеозоя юго-запада Восточно-Европейской платформы. – Киев : Наукова думка, 1976. – С. 63–77.

**Палий В. М.** Остатки бесскелетной фауны и следы жизнедеятельности из отложений верхнего докембрия и нижнего палеозоя юго-запада Восточно-Европейской платформы. – М. : Наука, 1979. – С. 49–82.

**Рейтлингер Е. А.** Атлас микроскопических органических остатков и проблематики древних толщ Сибири // Тр. ГИН АН СССР. Вып. 25. – М., 1959. – С. 3–55.

**Ронов А. Б., Хаин В. Е., Сеславский К. Б.** Вендские литологические комплексы мира // Сов. геология. – 1981. – № 5.

**Семихатов М. А., Раабен М. Е.** // Стратиграфия. Геологическая корреляция. – 1994. – Т. 2. – № 6. – С. 10–32.

**Семихатов М. А., Раабен М. Е.** // Стратиграфия. Геологическая корреляция. – 1996. – Т. 4. – № 1. – С. 26–54.

**Соколов Б. С.** Вендский период в истории Земли // Природа. – № 12. – 1984. – С. 3–18.

**Соколов Б. С.** Древнейшие отложения раннего докембрия и сабеллитиды. // Всесоюз. Симпоз. по палеонтологии докембрия и раннего кембрия : тез. докл. – Новосибирск : ИГиГСО АН СССР, 1965а. – С. 78–91.

**Соколов Б. С.** Палеонтология докембрия и органический мир к началу фанерозоя. – Новосибирск : Наука, 1965б. – С. 3–7.

**Соколов Б. С.** Древнейшие погонофоры // Докл. АН СССР. 1967. – Т. 177. – № 1. – С. 201–204.

**Соколов Б. С.** Вендский этап в истории Земли. // Докл. Сов. Геологов на XXIV сес. МГК. Палеонтология. – М. : Наука, 1972. – С. 114–124.

**Соколов Б. С.** Очерки становления венда. – М., 1998. – С. 57–74.

**Тимофеев Б. В.** Микрофоссилии докембрия Украины. – Л. : Наука, 1973. – 59 с.

**Урбанек А.** Сабеллитиды // Палеонтология верхнедокембрийских и кембрийских отложений Восточно-Европейской платформы. – М. : Наука, 1974. – С. 88–92.

**Федонкин М. А.** Новое местонахождение бесскелетных Metazoa в венде Зимнего берега // Докл. АН СССР. 1978. Т. 239. – № 6. – С. 1423–1426.

**Федонкин М. А.** Ископаемые следы докембрийских Metazoa // Изв. Ан СССР. Сер.: Геол. – 1980. – № 1. – С. 39–46.

**Федонкин М. А** Беломорская биота венда: (Докембрийская бесскелетная фауна севера Русской платформы) // Тр. ГИН АН СССР. Вып. 342. – М. : Наука, 1981а. – С. 48.

**Федонкин М. А** Крупнейшее местонахождение докембрийской фауны // Природа. 1981б. – № 5. – С. 94–102.

**Федонкин М. А** Органический мир венда // Итоги науки и техники. Стратиграфия. Палеонтология. Т. 12. – М. : ВИНИТИ, 1983а. – 128 с.

**Федонкин М. А** Бесскелетная фауна Подольского Приднестровья // Венд Украины. – Киев : Наукова думка, 1983б. – С. 128–139.

**Федонкин М. А** Экология докембриских Metazoa Беломорской биоты // Проблемы экологии фауны и флоры древних бассейнов. – М. : Наука, 1983в. – С. 25–32 (Тр. ПИН АН СССР).

**Федонкин М. А** Проморфология вендских Radialia // Стратиграфия и палеонтология древнейшего фанерозоя. – М. : Наука, 1984. – С. 30–58.

**Федонкин М. А.** Проморфология вендских Bilateria и проблемы происхождения метамерии Articulata // Проблематики позднего докембрия и палеозоя. – М. : Наука, 1985а. – С. 79–92.

**Федонкин М А.** Вендская система. – М. : Наука, 1985б. – С. 70–106.

**Федонкин М. А** Бесскелетная фауна венда и ее место в эволюции метазоа. – М. : Наука, 1987. – С. 5–119.

**Федонкин М. А.** Холодная заря животной жизни // Природа. – № 9. – 2000. – С. 3–11.

**Хаин В. Е., Короновский Н. В., Ясаманов Н. А.** Историческая геология : учебник. – М. : Изд-во МГУ, 1997. – 448 с.

**Хоментовский В. В.** Венд. – Новосибирск : Наука, Сиб. Отд-ние, 1976. – 272 с.

**Хоментовский В. В.** Венд // Фанерозой Сибири. Т. 1: Венд. Палеозой. – Новосибирск : Наука, 1984. – С. 5–34.

**Чумаков Н. М.** Климатический парадокс позднего докембрия // Природа. – 1992. – № 4. – С. 34–41.

**Якобсон К. Э.** Парадоксы венда // Природа. – 1993. – № 12. – С. 26–32.

**Awramik S. M.** Science. – 1971. – V. 174. –P. 825–827.

**Ayala F. J., Rzhetsky A.** Ibid. – 1998. – Vol. 95. № 2. – P. 606–611.

**Debrene F., Naud J.** Meduses traces fossils supposes precambriennes dansla formation de San Vito, Sarrabus, Sud – Westadela Sardaigne // Bulle / Soc. Geol. France. – 1981. – Vol 7. № 1. – P. 23–31.

**Ford T. D.** The Precambrian fossils of Charnwood Forest – Traus. Leicester Wit Phil. Soc., 1963, Vol 57. – P. 57–62.

**Glaessner M. F.** Trace fossils from the Precambrain and Basal Cambrian // Zethaia. – 1969. – Vol. 2. № 4. – P. 369–393.

**Glaessner M. F** Anechiurid worm from the late Precambrain // Zethaia. – 1979a. – Vol. 12. № 2. – P. 121–124.

**Glaessner M. F** Precambrian // Treatiseon invertebrate paleontology / Ed. R. A. Robison. C Teichert. N. Y., 1979b. Pt. A. P. A. 79-A 118.

**Glaessner M. F Wade M.** The Zate Precambrian fossilis from Ediacaria, South Austrelia // Paleontology. – 1966. – Vol. 9. № 4. – P. 599–628.

**Glaessner M. F., Wade M.** Precambrian a primitive arthopoda // Zethaia. – 1971. – Vol. 4. – P. 71–77.

**Jones D. Tomson I.** Echiura from the Pennesyevani an of northern Jelinois // Zethaia. – 1977. – № 1. – P. 317–325.

**Pflug H. D.** Zur Fauna der Nama-Schichten in Südwest-Afrika. II. Rangeidae, Bau und Systematische Zugehörigkeit. – Paleontographica A, 1970, Bd. 135, 3/6. – S. 198–231.

**Pflug H. D.** Zur fauna der Nama-Schichten in Südwest-Afrika. II. Rangeidae, Bau und systematische. Zugehörigkeit // Jdid. – 1970a Bd. 135. – № 3/6. – S. 198–231.

**Pflug H. D.** Zur fauna der Nama-Schichten in Südwest-Afrika. I. Pteridinium, Bau und Systematische Zugehörigkeit // Palaeontographica A. – 1970b. – Bd. 134. – № 5 S. 226–262.

**Pflug H. D.** Systimatik der jing-präkambin schen Petaloname Pflug 1970 // Paleontol. Ztschr. – 1972a. Bd. 46. – № ½. – S. 56–57.

**Pflug H. D.** Zur fauna der Nama-Schichten in Südwest-Afrika. III. Ermiet tomorpha, Bau und Sistematik // Paleontographica A. – 1972b. – Bd. 139, № 4/6. – S. 134–170.

**Sepkoski J. J. Jr**. Proterozoik-Early Cambrian diversification of metazoans and metaphytes // The Proterozoic Biosphere. A Multidisciplinary Approach / Eds J. W. Schopf, C. Klein. – Cambridge, 1992. – P. 553–561.

**Sun W. Y. Wang Y. X. Zhon B. H.** Macroscopic worm-like body fossilis from the Upper Precambrian (900–700 Ma) Huainan district Anbui. China and their stratigraphic and evolutionary significance // Precambr. Res. – 1986. – Vol. 31. – P. 377–403.

**Valentine J. W.** The Cambrian explosion / Bergtson S. Early Life on Earth. Nobel Simposium № 84. – N. -Y., 1994. – P. 401–411.

**Wade M.** Medusae from upper most Precambrian or Cambrian sandstones centrae Australia // Paleontology. – 1969. – Vol. 12, № 3. – P. 351–365.

**Wade M.** Bilateral Precambrian chondrophores for the Edicara fauna, South Australia // Proc. Poy. Soc. Victoria. – 1971. – Vol. 84, № 1. – P. 183-188.

**Wade M.** Hydrozoa and other medusoids from Precambrian Ediacara fauna, South Australia // Paleontology. – 1972a. – Vol 15, № 2. – P. 197–225.

**Wade M.** Disckisonia: polychaeta worms from the hate Precambrian Ediacara fauna, South Australia // Mem. Mus. – 1972b. – Vol. 16, № 2. – P. 171–190.

**Wray G. A., Levinton J. S., Shapiro L. H.** // Science. – 1996. – V. 274. – P. 568–573.

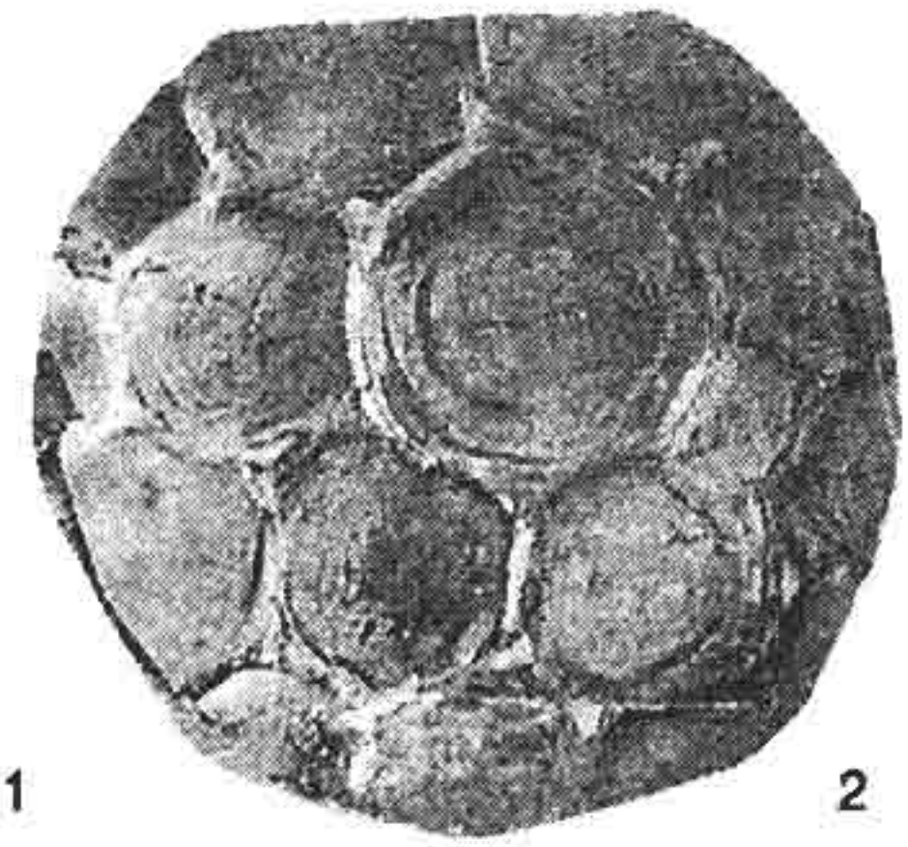
## ПРИЛОЖЕНИЕ 1 (таблицы 1–10)

**Таблица 1**

ХАРАКТЕРНЫЕ ФОРМЫ ВЕНДСКОЙ ФАУНЫ

| Номер рисунка | Тип, класс | Описание |
|---|---|---|
| 1 | Nemiana simplex Palij | Характерные скопления, позитивный гипорельеф, х 0.3;Оленекское поднятие, р. Хорбусуонка, венд, хатыспытская свита. |
| 2–3 | Beltanelloides soricherae Sokol. | Отпечатки в аргиллитоподобных глинах; х 1; усть-пинежская свита, скважина Яренск, глубина 118,4м. |
| 4 | Beltanelliformis brunsae Menner | Аборальная сторона, х1; Летний берег Белого моря, венд, усть-пинежская свита. |
| 5 | Cyclomedusa radiata Sprigg. | Частые радиальные бороздки лучше сохранились в периферической части тела, х1; Зимний берег Белого моря, венд, усть-пинежская свита. |
| 6 | Cyclomedusa cf. davidi Sprigg. | Подольское Приднестровье, венд, могилевская свита, ломозовские слои, х1 |
| 7 | Cyclomedusa cf. plana Glassner et Wade | Позитивный гипорельеф, оральная сторона зонтика, воронковидное углубление в центре зонтика, имеющее концентрическое строение, вероятно, отвечает ротовому отверстию, х1; Зимний берег Белого моря, венд, усть-пинежская свита. |
| 8 | Cyclomedusa cf. plana Glassner et Wade | Фрагмент аборальной стороны с сохранившейся концентрической морщинистой центральной частью и гладкой зоной широкого внешнего кольца, х 0,5; Зимний берег Белого моря, венд, усть-пинежская свита. |
| 9 | Tirasiana concentralis Becker | Широковское водохранилище, р-н пос. Няр, бассейн р. Чусовой, сылвицкая серия, чернокаменская свита, х1 |
| 10 | Tirasiana disciformis Palij | Широковское водохранилище, р-н пос. Няр, бассейн р. Чусовой, сылвицкая серия, чернокаменская свита, х1 |

1



2

3

4

5

6

7

8

9

10

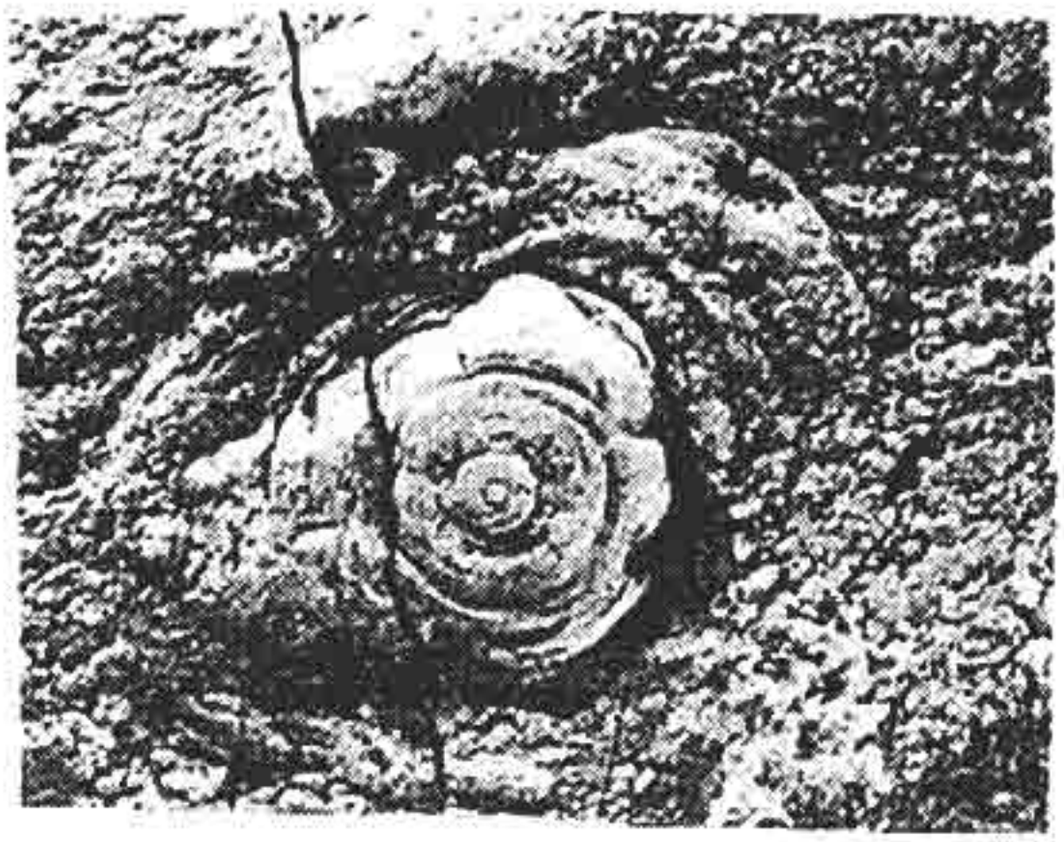
**Таблица 2**

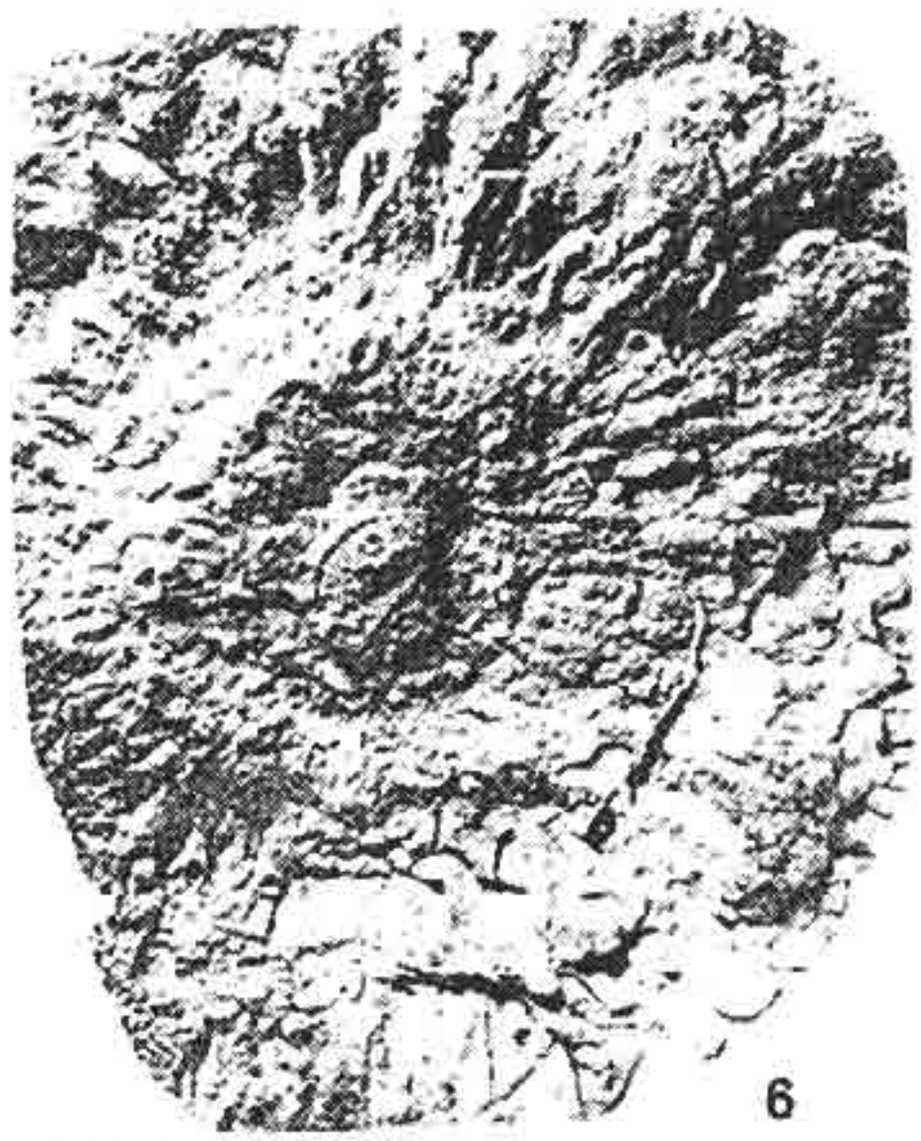
| Номер рисунка | Тип, класс | Описание |
|---|---|---|
| 1 | Killingia sp.(справа), Nimbia occlussa Fedonkin (слева сверху) | Оленекское поднятие, р. Хорбусуонка, венд, хатыспытская свита, x1 |
| 2 | Cyclomedusa delicata Fedonkin | Фрагмент аборальной стороны, центральный конус с разрушенной вершиной и часть широкой внешней зоны с регулярными концентрическими бороздками, x1, Летний берег Белого моря, венд, усть-пинежская свита |
| 3 | Kaisalia mensae Fedonkin | Голотип, позитивный гипорельеф, аборальная сторона, где на фоне узких регулярных концентрических колец, наблюдаемых по всей площади зонтика, выделяются три зоны – центральная, средняя и внешняя, отделенные невысокими уступами;x0,5; Летний берег Белого моря, венд, усть-пинежская свита |
| 4 | Tirasiana cocarda Becker | Голотип, x1; Широковское водохранилище, район пос. Няр, бассейн р.Чусовой, сылвицкая серия, чернокаменская свита, крупный экземпляр. |
| 5 | Paliella sp., | Крупный экземпляр, x1; Зимний берег Белого моря, венд, усть-пинежская свита |
| 6 | Eoporpita medusa Wade | Позитивный гипорельеф, оральная сторона, видны многочисленные щупальца, расположенные концентрическими зонами вокруг центрального ротового конуса, x1; Зимний берег Белого моря, венд, усть-пинежская свита. |
| 7 | Paliella sp., | Аборальная сторона, x1; Зимний берег Белого моря, венд, усть-пинежская свита. |
| 8 | Ovatoscutum concentricum Glassner et Wade | Слепок с голотипа, x1; кварциты, Паунд, Флиндерс, Южная Австралия. |
| 9 | Ovatoscutum concentricum Glassner et Wade | Менее крупный экземпляр, деформированный в процессе захоронения, x1; |
| 10 | Chondroplon sp. | Фрагмент, x1; Зимний берег Белого моря, венд, усть-пинежская свита. |

1

2

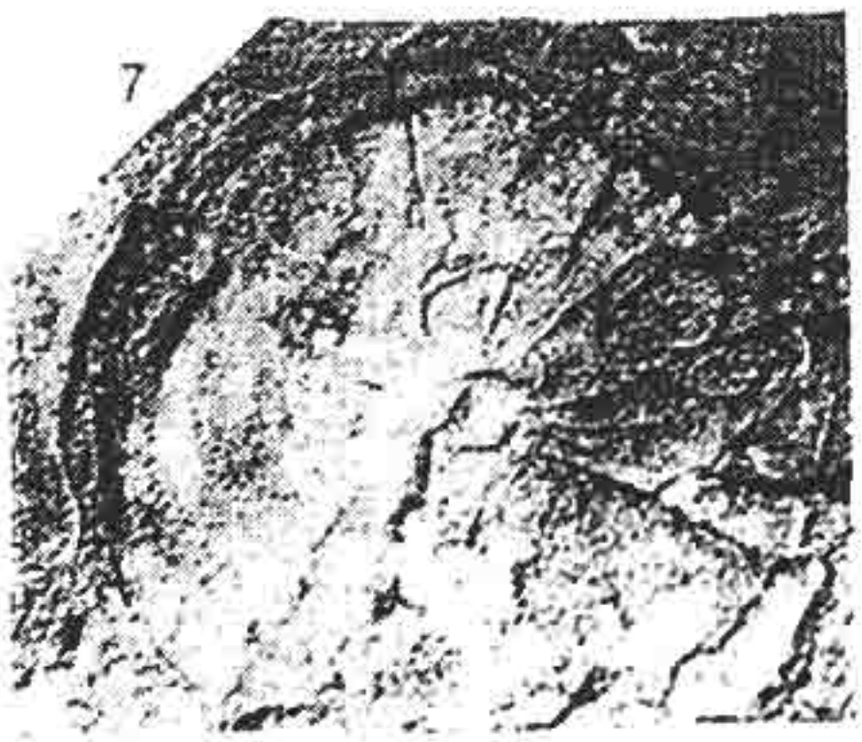
3


4


6

5

8

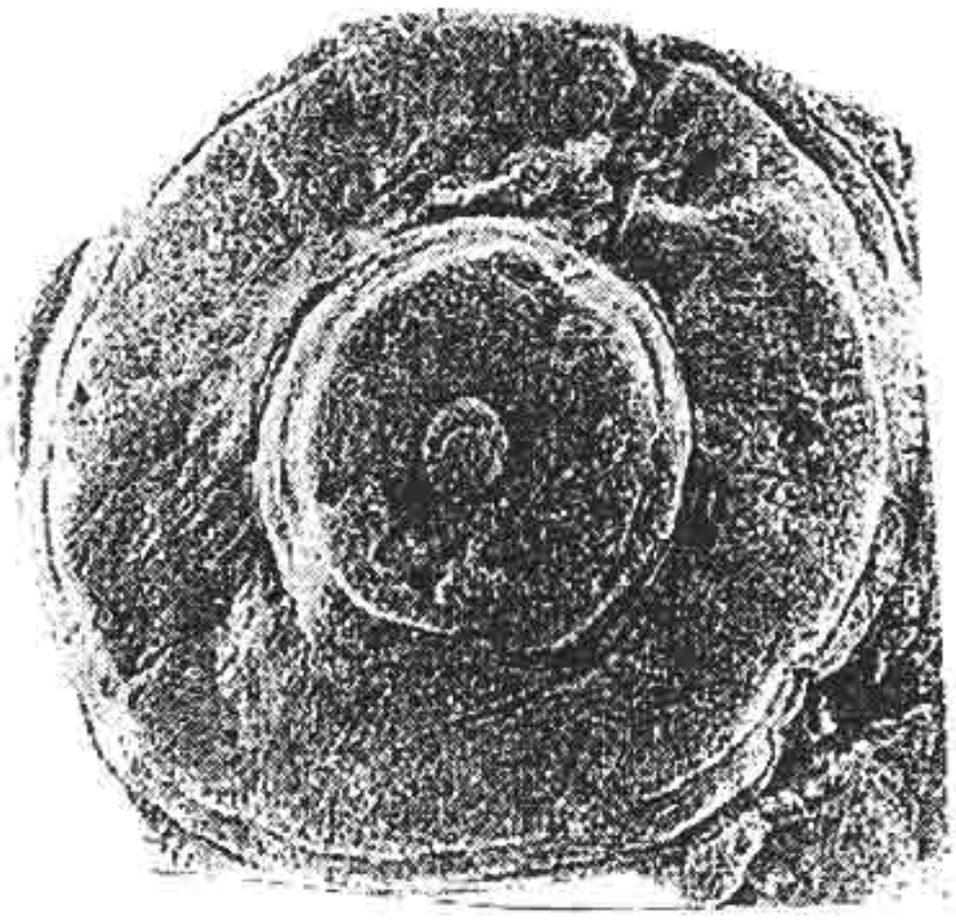

7

10

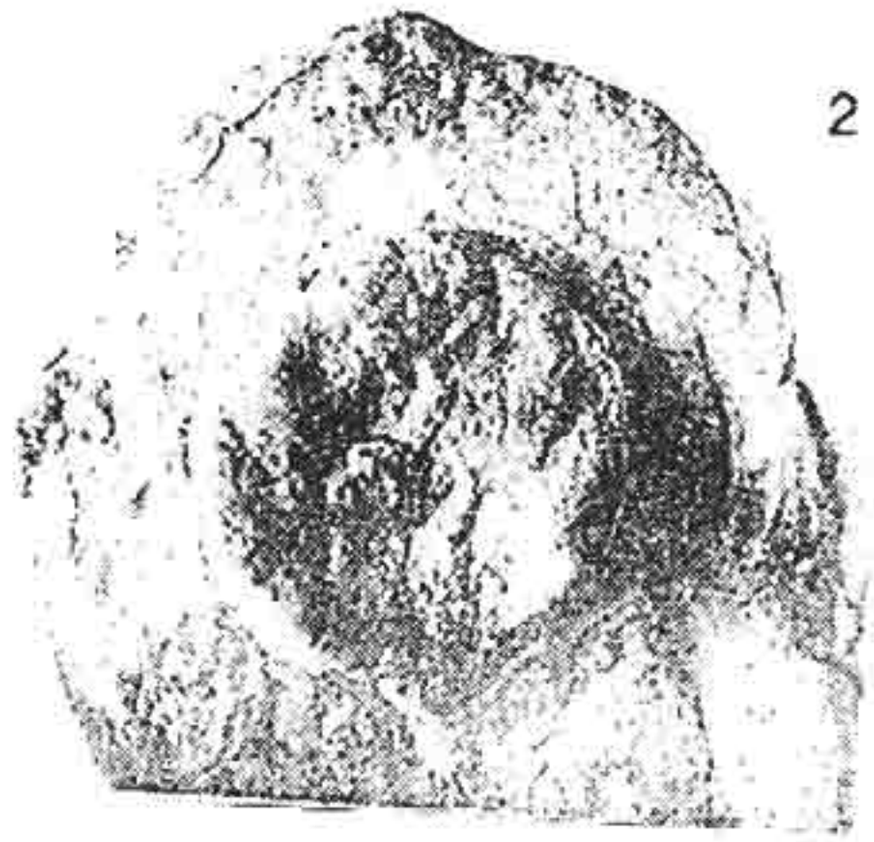
9

**Таблица 3**

| Номер рисунка | Тип, класс | Описание |
|---|---|---|
| 1 | Edlacaria flindersi Sprigg | Крупный экземпляр, морщинки вокруг центрального диска и по периферии зонтика связаны с постмортальной деформацией, x0,7; Зимний берег Белого моря, венд, усть-пинежская свита. |
| 2 | Edlacaria flindersi Sprigg | Центральный диск резко выступает над внешним кольцом, прикрепительный орган несколько деформирован и смещен влево, x1; Зимний берег Белого моря, венд, усть-пинежская свита. |
| 3 | Edlacaria sp. | Фрагмент аборальной части, x1; Зимний берег Белого моря, венд, усть-пинежская свита. |
| 4 | Medusinites asteroides (Sprigg) | Позитивный гипорельеф, аборальная сторона, x2; Подольское Приднестровье, венд, могилевская свита. |
| 5 | Medusinites sp. | Позитивный гипорельеф, аборальная сторона, внешнее кольцо несет признаки относительно регулярных радиальных структур, x2; Подольское Приднестровье, венд, могилевская свита. |
| 6 | Jrridinitus multiradiatus Fedonkin | Голотип, позитивный гипорельеф, центральная часть слепка вдавлена, хорошо сохранились многочисленные радиальные морщинки, x2; Подольское Приднестровье, венд, могилевская свита. |
| 7 | Jrridinitus multiradiatus Fedonkin | Негативный гипорельеф, в котором, возможно, сохранилось внутреннее строение животного, радиальные структуры представляются более упорядоченными, x2; Подольское Приднестровье, венд, могилевская свита. |
| 8 | Hiemalora stellaris Fedonkin | Позитивный гипорельеф. Детали строения зонтика не сохранились, значительная толщина щупалец. Допускается предположение, что они были полыми, x1; Зимний берег Белого моря, венд, усть-пинежская свита. |
| 9 | Hiemalora stellaris Fedonkin | Негативный гипорельеф, на фоне отпечатка зонтика виден крупный центральный бугорок, который довольно часто сохраняется у этих форм, и более мелкие бугорки, расположенные довольно плотно на площади зонтика без видимого порядка, x1; Зимний берег Белого моря, венд, усть-пинежская свита. |
| 10 | Elasenia aseevae Fedonkin | Голотип, позитивный гипорельеф, аборальная сторона, хорошо выражен центральный диск (желудок), вокруг которого располагаются довольно крупные округлые бугорки (гонады), x2; Подольское Приднестровье, венд, могилевская свита. |
| 11 | Elasenia sp. | Позитивный гипорельеф, аборальная сторона, из десяти округлых бугорков внешнего кольца, которые, возможно, отвечают гонадам, лучше сохранились три слева, x1; Подольское Приднестровье, венд, могилевская свита. |



1



2

3

4

5

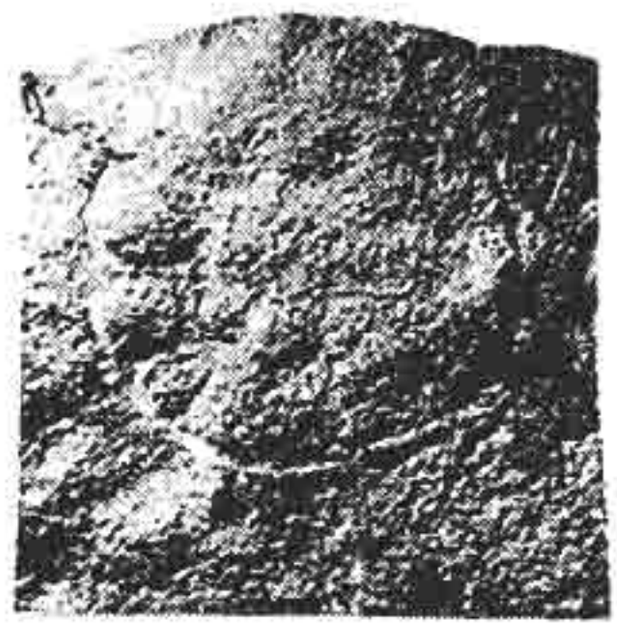
6

7

8

9

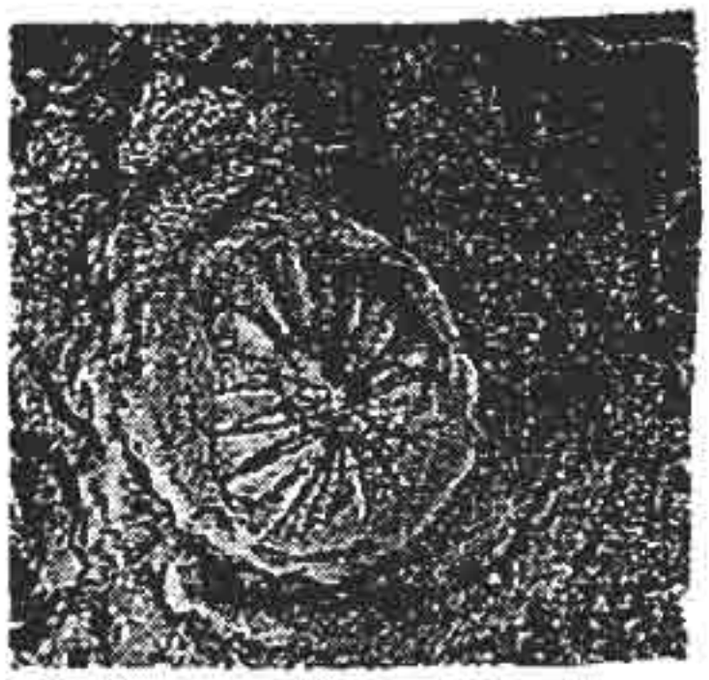
10



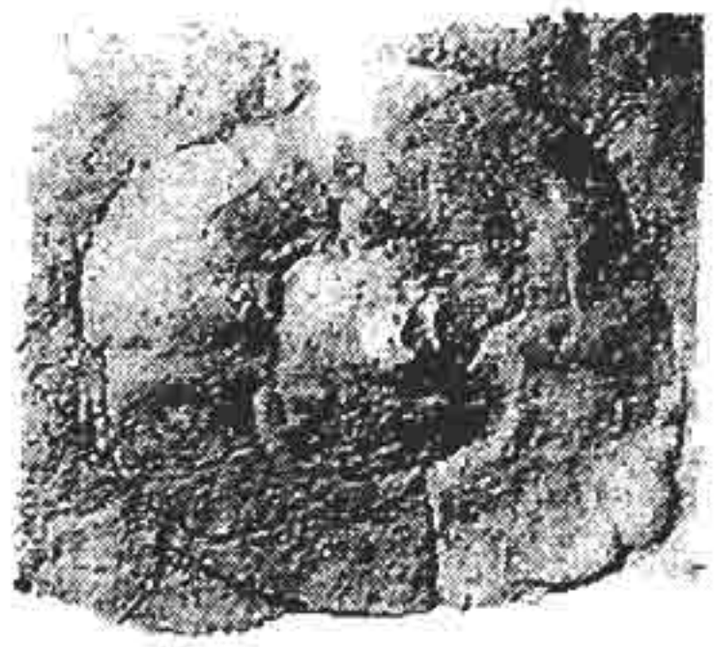
11

**Таблица 4**

| Номер рисунка | Тип, класс | Описание |
|---|---|---|
| 1 | Bonata septata Fedonkin | Позитивный гипорельеф, x2; Зимний берег Белого моря, венд, усть-пинежская свита. |
| 2 | Conomedusites lobatus Glassner et Wade | Позитивный гипорельеф, аборальная сторона, краевые щупальца не сохранились, x1; Подольское Приднестровье, венд, могилевская свита. |
| 3 | Albumares brunsae Fedonkin | Голотип, x3; Летний берег Белого моря, венд, усть-пинежская свита. |
| 4 | Albumares brunsae Fedonkin | Негативный гипорельеф, на фоне вынутых отпечатков рельефа выступают крупные удлиненные валики (гонады) и многочисленные ветвящиеся валики (каналы), x5; Летний берег Белого моря, венд, усть-пинежская свита. |
| 5 | Anfesta stankovskii Fedonkin | Негативный гипорельеф, три крупных валика, отходящих от центральной депрессии, вероятно, отвечают гонадам, x1; Зимний берег Белого моря, венд, усть-пинежская свита. |
| 6 | Tribrachidium heraldicum Glassner | Негативный гипорельеф, x3; Подольское Приднестровье, венд, могилевская свита. |
| 7 | Tribrachidium heraldicum Glassner | Негативный гипорельеф, значительно лучше сохранились «булли», отходящие от проксимальной части «рук», x5; Зимний берег Белого моря, венд, усть-пинежская свита. |
| 8 | Tribrachidium heraldicum Glassner | Позитивный гипорельеф, оральная сторона, многочисленные тонкие радиальные бороздки впадают в три дуговидных углубления, которые дистально заканчиваются округлыми депрессиями (ротовые отверстия), x5; Зимний берег Белого моря, венд, усть-пинежская свита. |

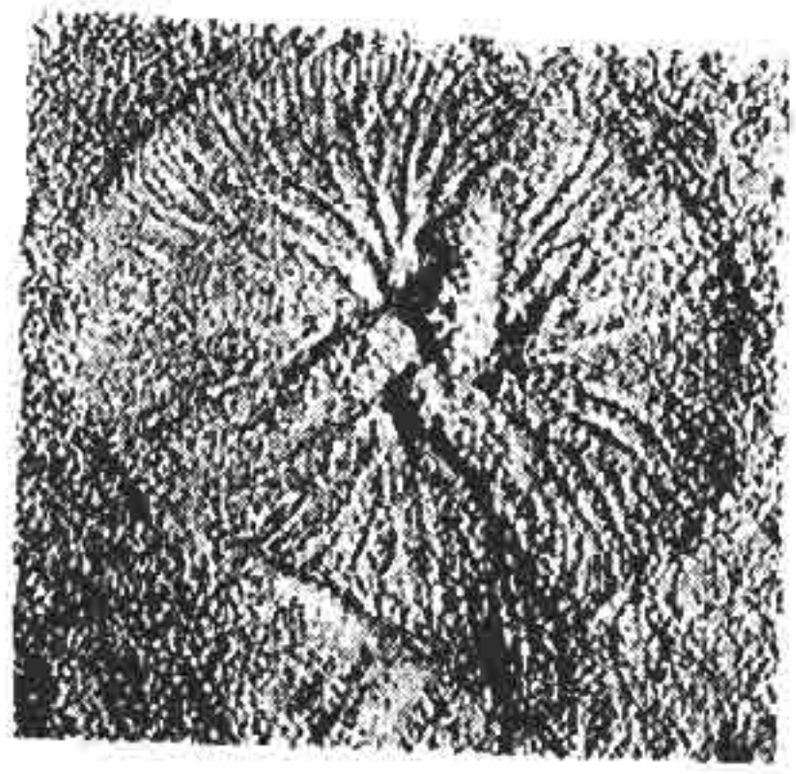


1



2

3

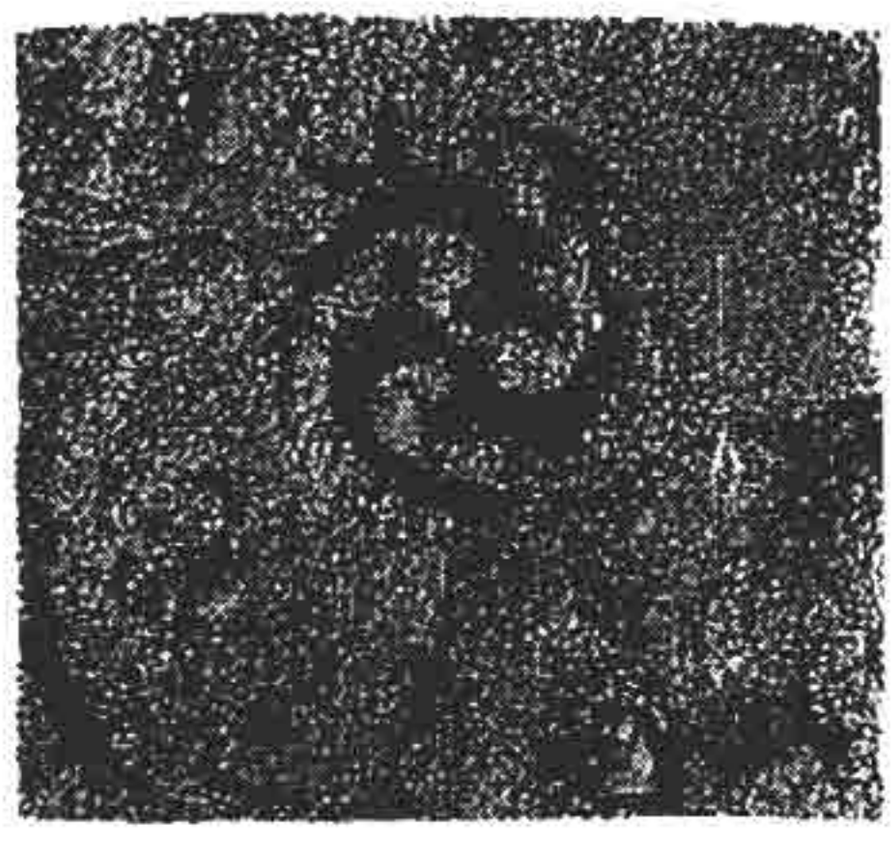


4

5

8

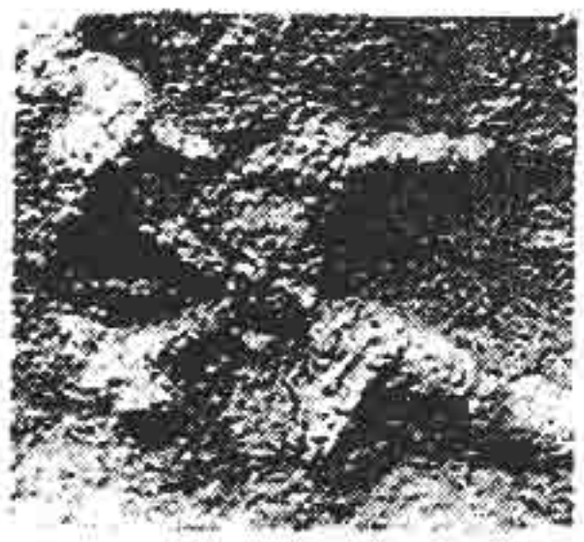
6



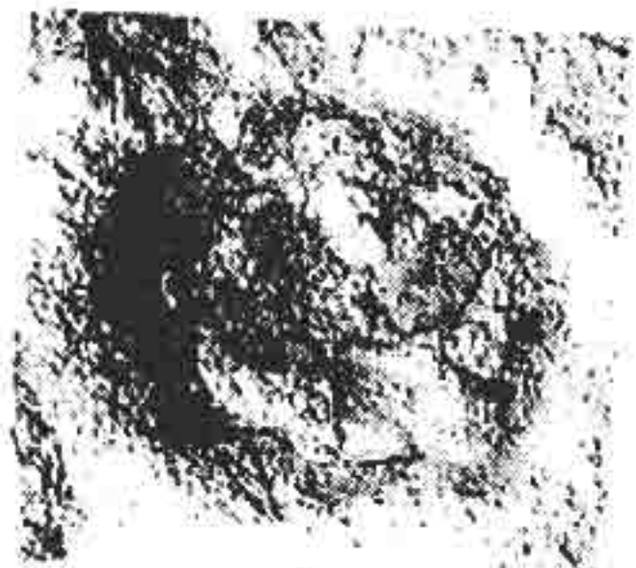
7

**Таблица 5**

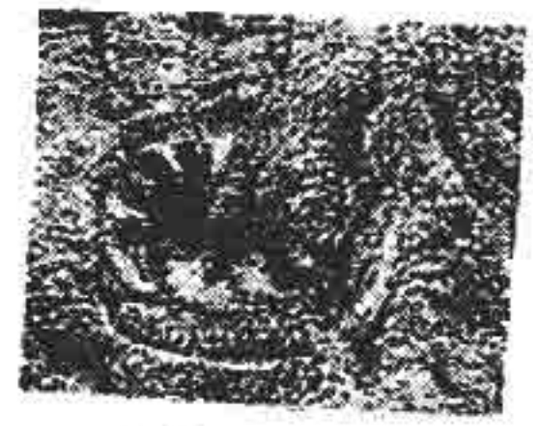
| Номер рисунка | Тип, класс | Описание |
|---|---|---|
| 1 | Staurinidia crucicula Fedonkin | Зонтик, сохраняется в виде округлой депрессии (вегетативный гипорельеф), на площади которой рельефно выступают крестовидные радиальные валики (каналы), ведущие к овальным бугоркам (гонады), x1; Зимний берег Белого моря, венд, усть-пинежская свита. |
| 2 | Staurinidia crucicula Fedonkin | x1; Зимний берег Белого моря, венд, усть-пинежская свита. |
| 3 | Armillifera parva Fedonkin | Голотип, негативный гипорельеф, x2; Летний берег Белого моря, венд, усть-пинежская свита. |
| 4 | Pomoria corrolliformis Fedonkin | Позитивный гипорельеф, оральная сторона, голотип справа, короткий хоботок у особи слева – смят, x1,3; Летний берег Белого моря, венд, усть-пинежская свита. |
| 5–6 | Platypholinia pholiata Fedonkin | Зимний берег Белого моря, венд, усть-пинежская свита, x1 |
| 7 | Vladimissa missarzhevskii Fedonkin | Голотип, x1; Зимний берег Белого моря, венд, усть-пинежская свита. |
| 8 | Dickinsonia costata Sprigg. | Латексный слепок с оригинала (Runnegar,1982), общий вид, x1 |
| 9,10 | Dickinsonia costata Sprigg. | Латексный слепок с оригинала (Runnegar,1982),фрагмент, изображенный с увеличением, отчетливо видны чередующиеся положения проксимальных концов сегментов в месте их сочленения в медиальной зоне, Южная Австралия, венд, |



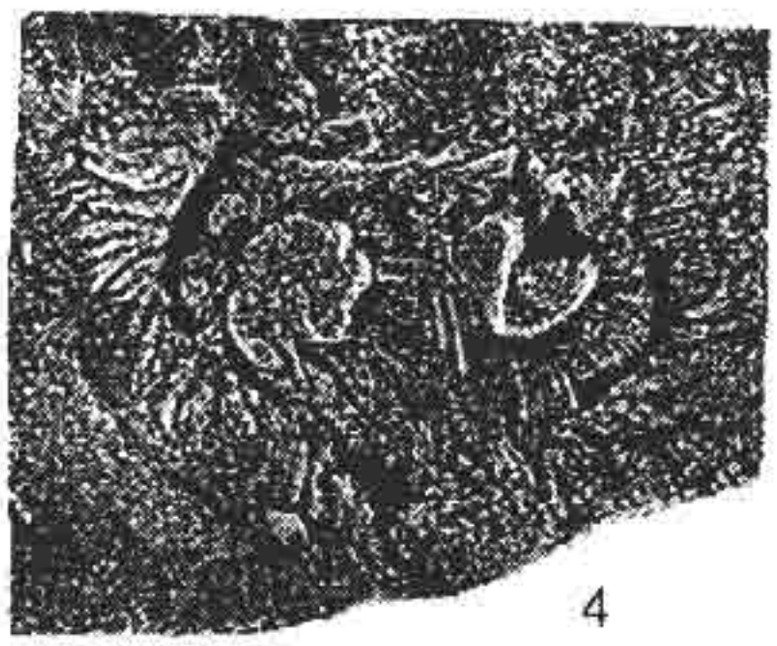
1



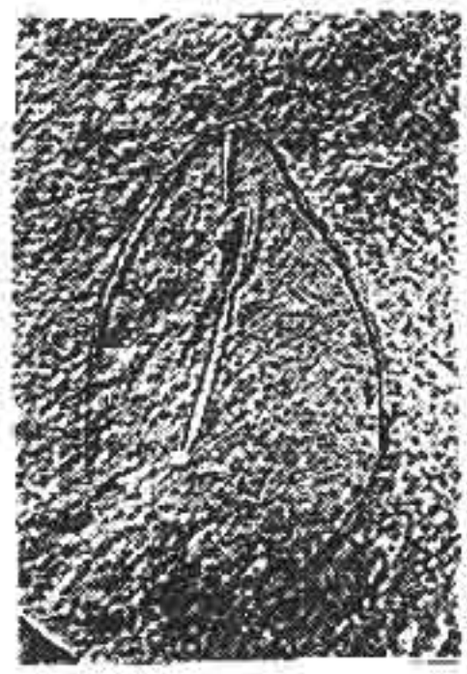
2



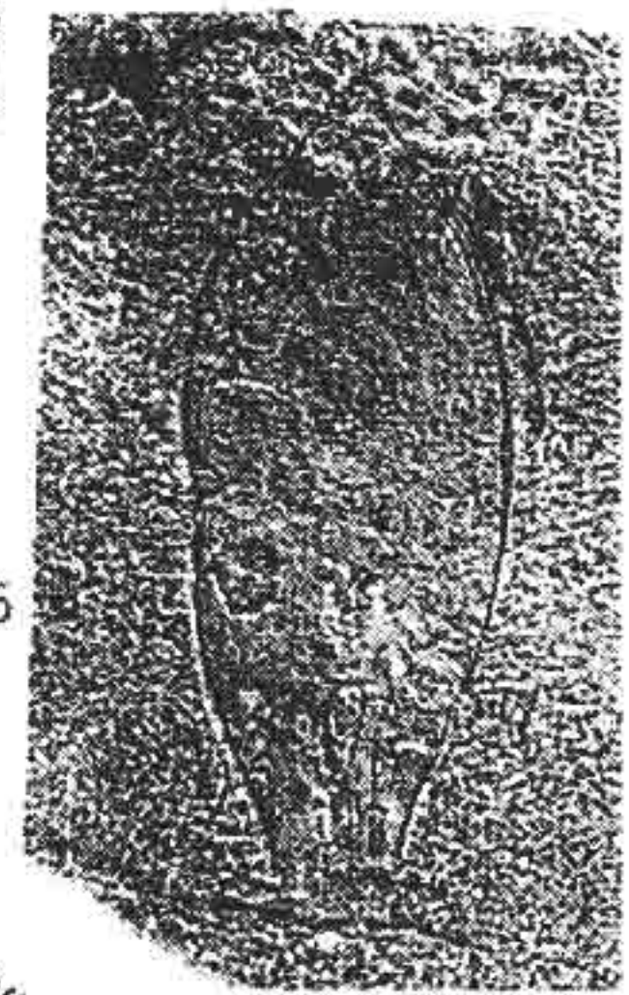
3



4

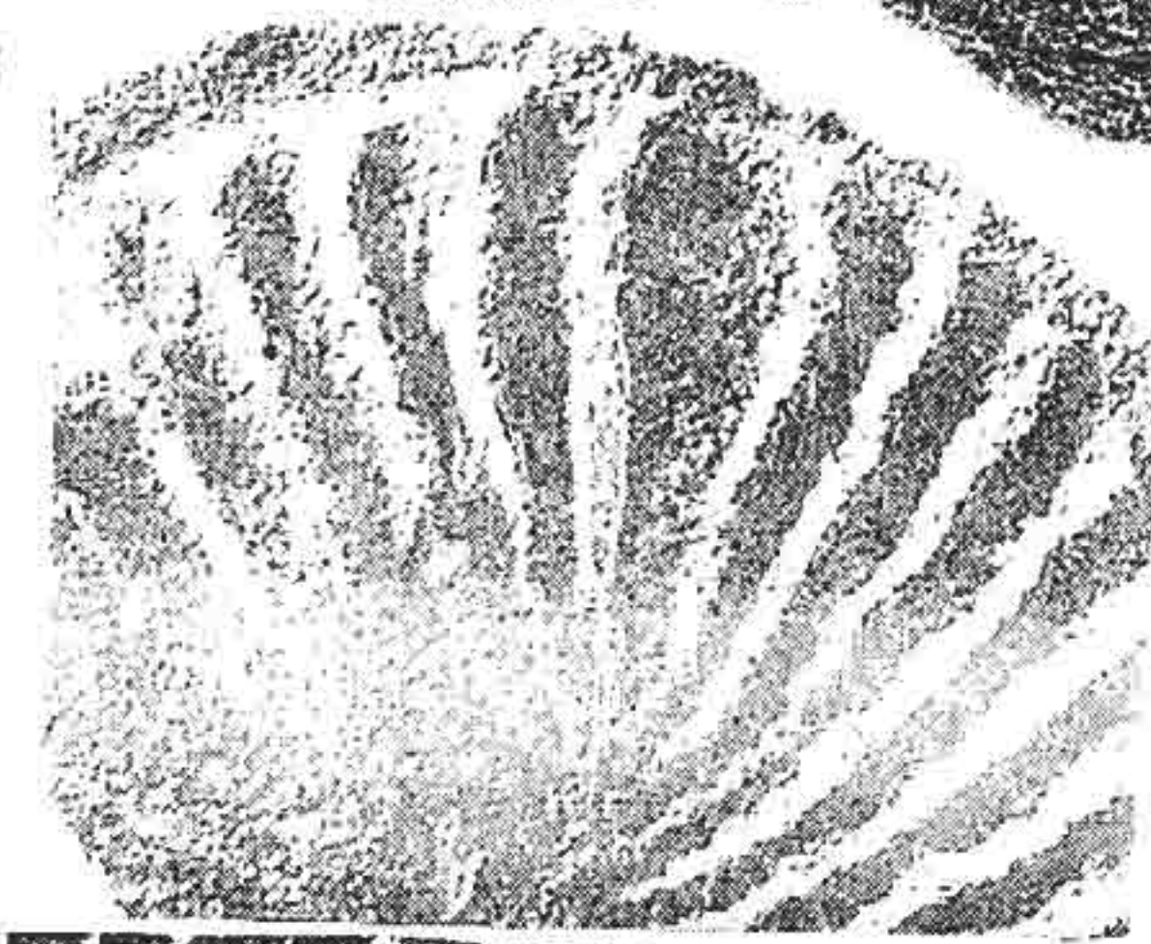


5



6

7



9

10

8

**Таблица 6**

| Номер рисунка | Тип, класс | Описание |
|---|---|---|
| 1–2 | Dickinsonia costata Sprigg. | Взрослые особи, эпирельеф, x1; Зимний берег Белого моря, венд, усть-пинежская свита. |
| 3 | Dickinsonia costata Sprigg. | x3; Зимний берег Белого моря, венд, усть-пинежская свита. |
| 4 | Dickinsonia costata Sprigg. | Негативный гипорельеф, ювенильная особь, Зимний берег Белого моря, венд, усть-пинежская свита. |
| 5–6 | Onega stepanovi Fedonkin | Латексные снимки с отпечатков, сохранившихся в негативном гипорельефе, x5; Летний берег Белого моря, венд, усть-пинежская свита. |
| 7 | Vendomia menneri Keller | Латексный слепок с голотипа; Летний берег Белого моря, венд, усть-пинежская свита, x1 |
| 8 | Onega stepanovi Fedonkin | Летний берег Белого моря, венд, усть-пинежская свита, x5 |
| 9 | Vendia sokolovi Keller | Голотип, скважина Яренск, глубина1552м, венд, усть-пинежская свита, редкинский горизонт. |
| 10 | Bomakella kelleri Fedonkin | Голотип, x0,7; значительная часть левых плевроподобных придатков не сохранилось; Летний берег Белого моря, венд, усть-пинежская свита. |

1

2

3

4

5

6

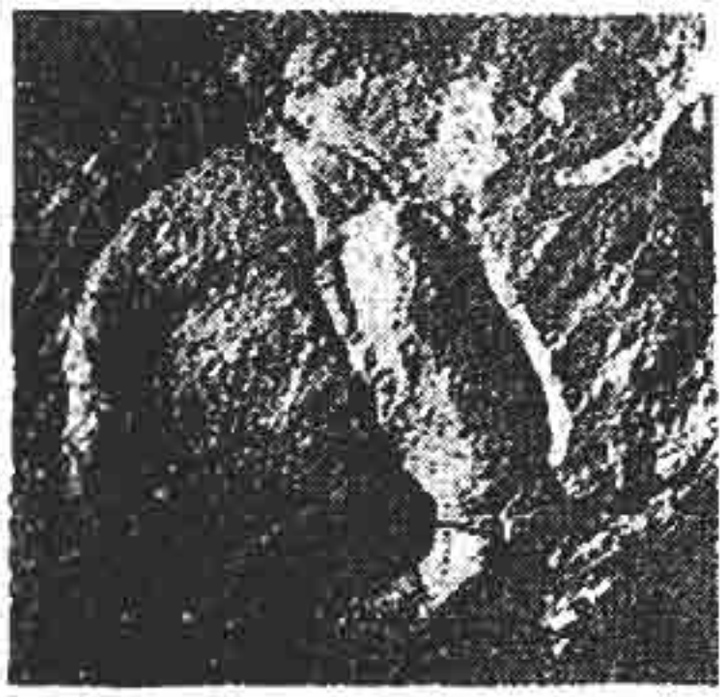
7

8

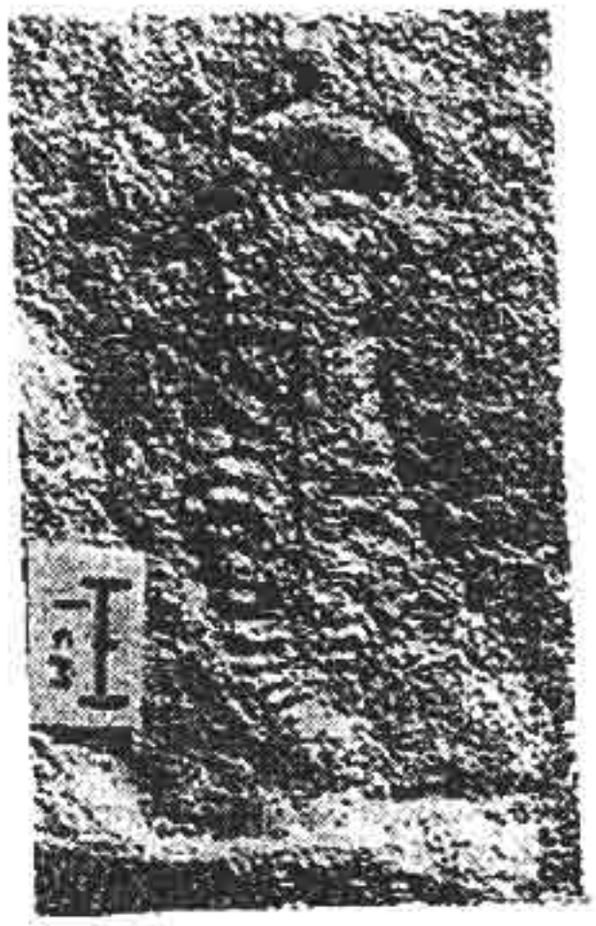
9

10

11



12



13

**Таблица 7**

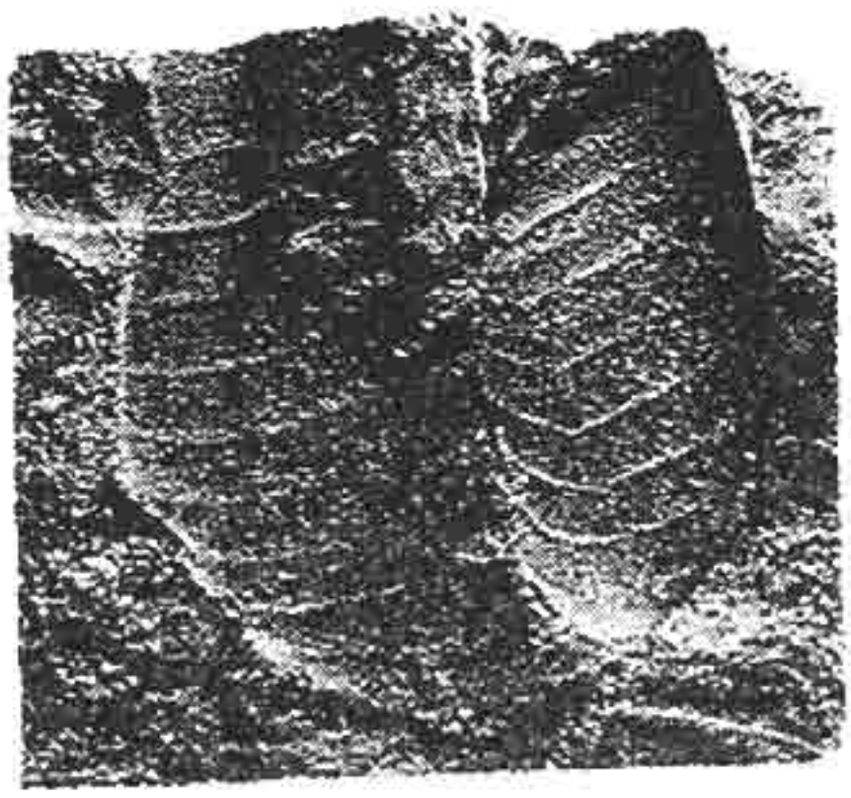
| Номер рисунка | Тип, класс | Описание |
|---|---|---|
| 1 | Spirggina floundersi Glassner | Слепок с голотипа, x1; Южная Австралия, венд, кварциты Ронсли. |
| 2–3 | Parvacorina minchami Glassner | Слепки с оригиналов, x1; Летний берег Белого моря, венд, усть-пинежская свита. |
| 4–5 | Jnkrylovia lata Fedonkin | Летний берег Белого моря, венд, усть-пинежская свита, x1 |
| 6 | Charnia masoni Ford | Зимний берег Белого моря, венд, усть-пинежская свита, x1 |
| 7 | Charnia masoni Ford | Фрагменты крупной формы, x1; Оленекское поднятие, р. Хорбусуонка, венд, хатыспытская свита. |

1

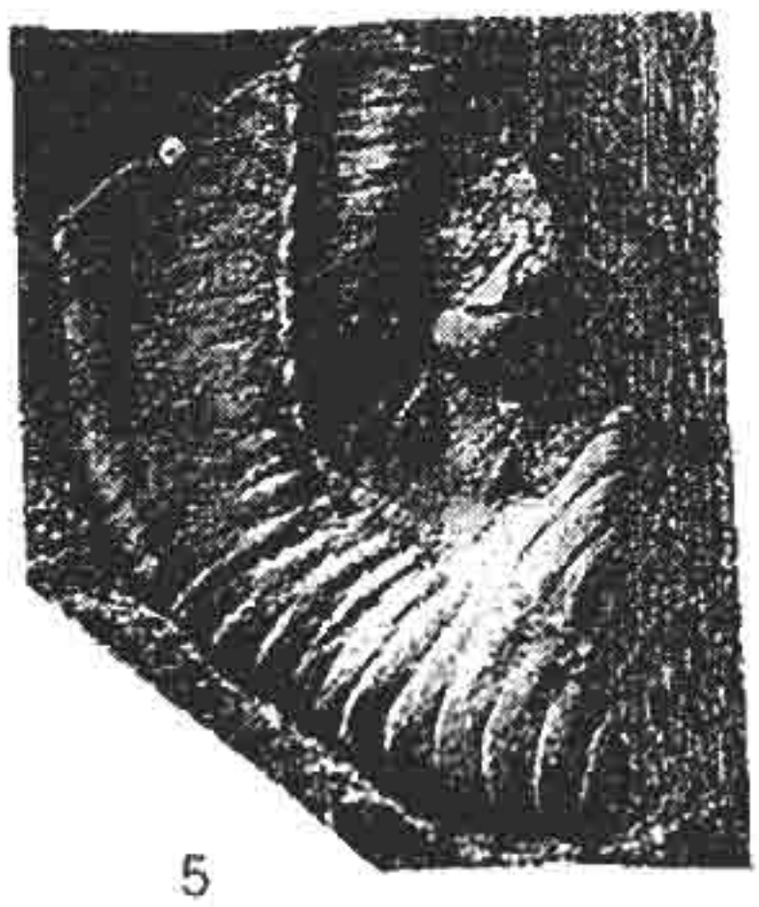
2

3

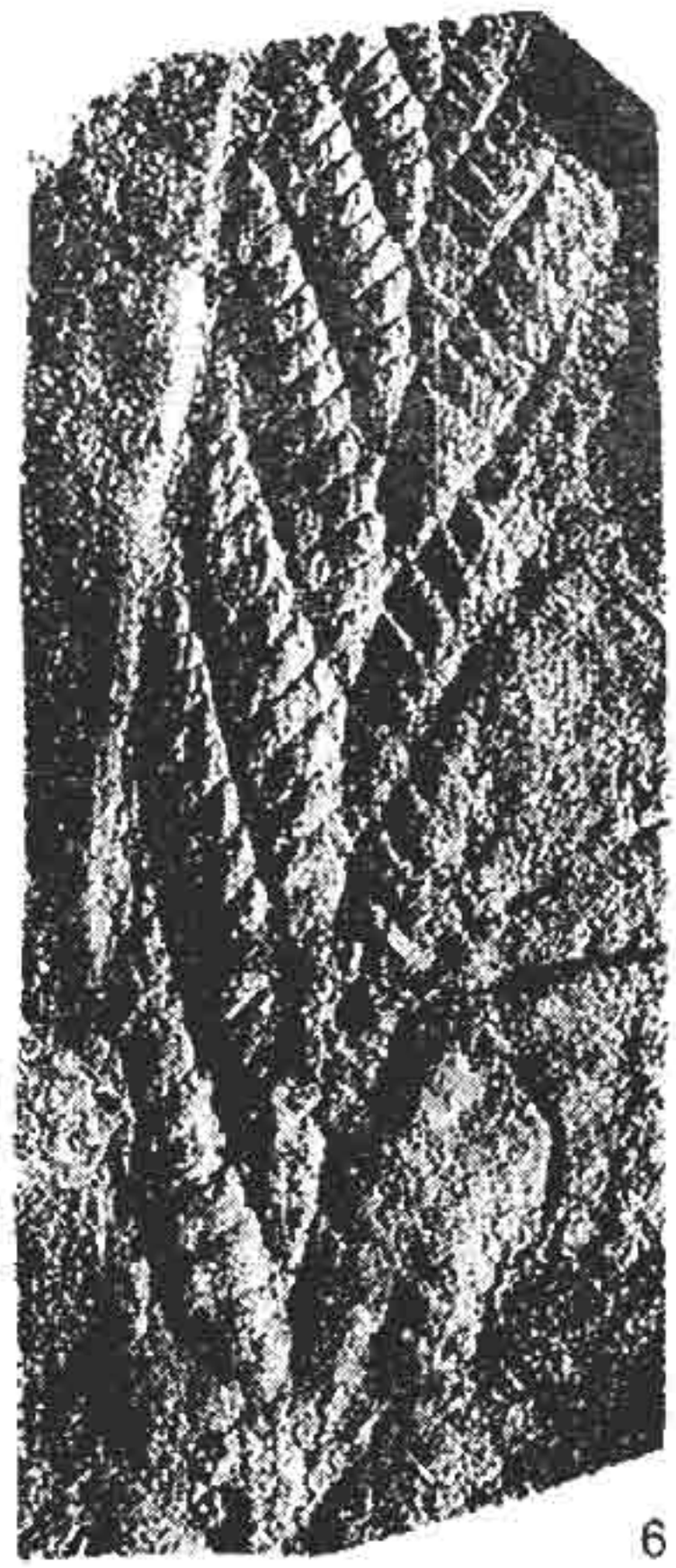
7



4



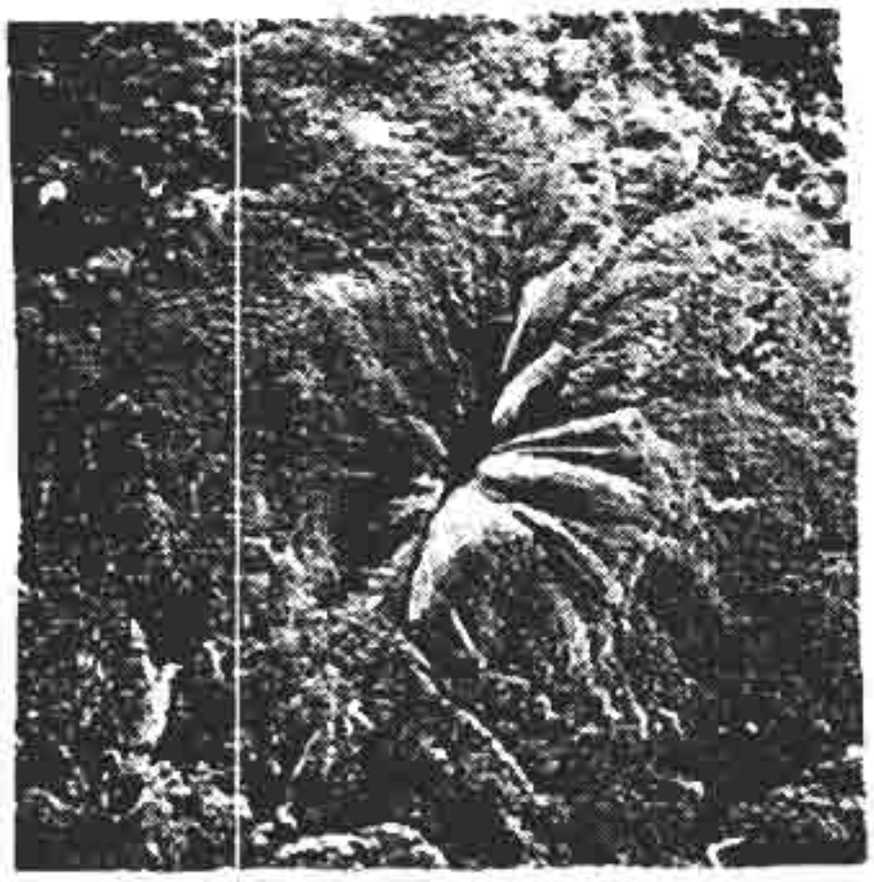
5



6

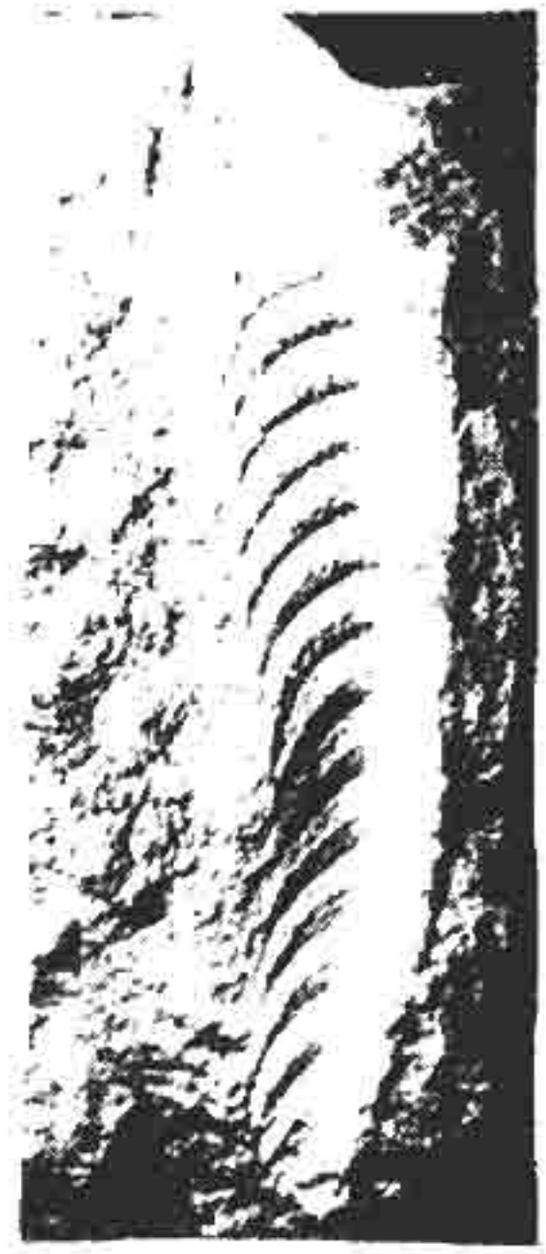
**Таблица 8**

| Номер рисунка | Тип, класс | Описание |
|---|---|---|
| 1 | Pseudorhizostomites howchini Sprigg. | Негативный гипорельеф, x0,7; Зимний берег Белого моря, венд, усть-пинежская свита. |
| 2 | Pteridinium nenoxa Keller | Латексный слепок, вблизи медиальной линии проксимальная часть каждого сегмента имеет структуры, которые можно интерпретировать как карманоподобные образования, обращенные более широкой открытой стороной к внешнему краю петалоида, x1; Летний берег Белого моря, венд, усть-пинежская свита. |
| 3–4 | Pteridinium nenoxa Keller | Летний берег Белого моря, венд, усть-пинежская свита, x1 |
| 5–6 | Paleolina sp. | Фрагменты длинных широких трубок, x4; скважина Малиновки ПГО Архангельскгеология, глубина 360м, венд, усть-пинежская свита |

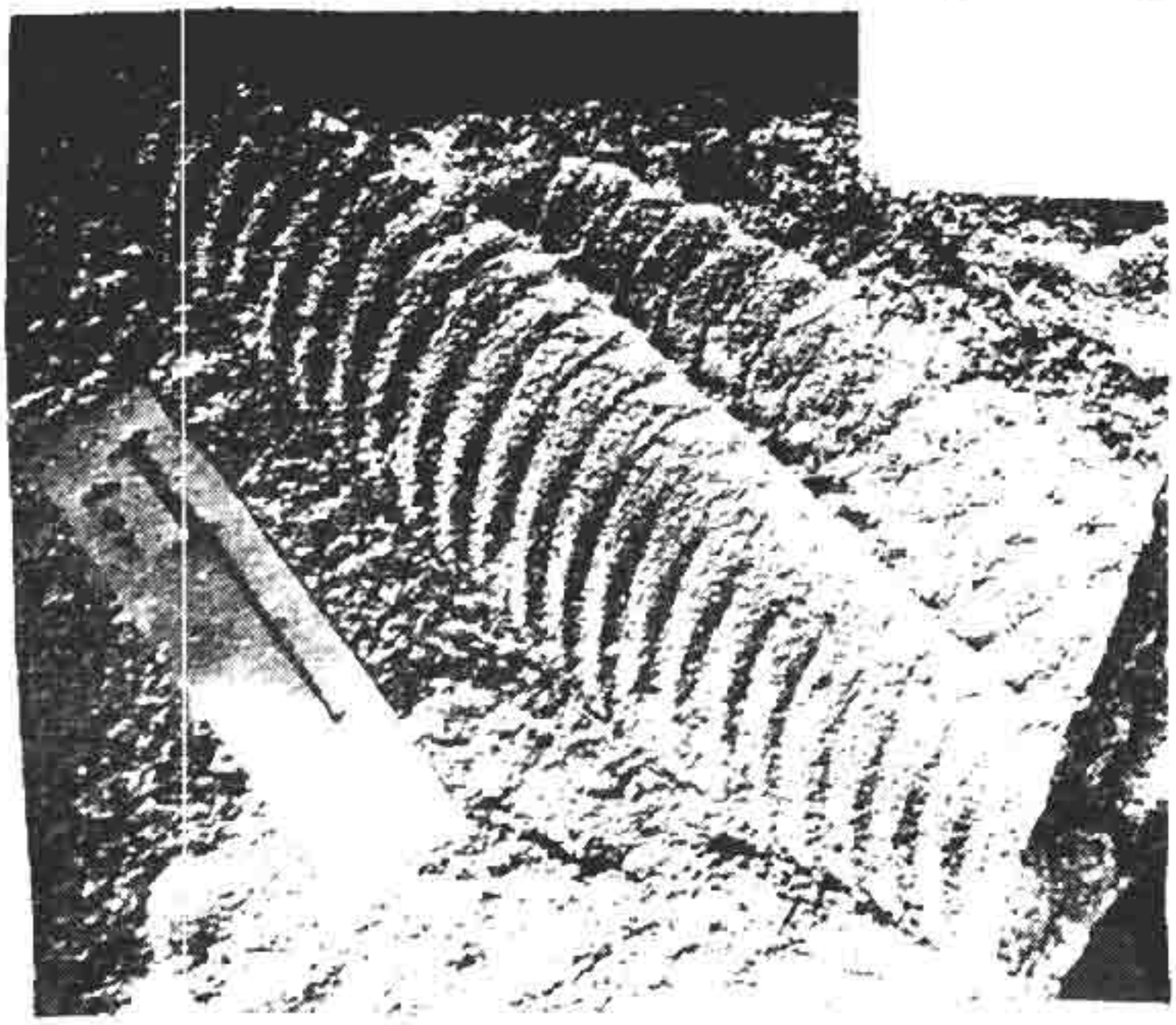


1

2

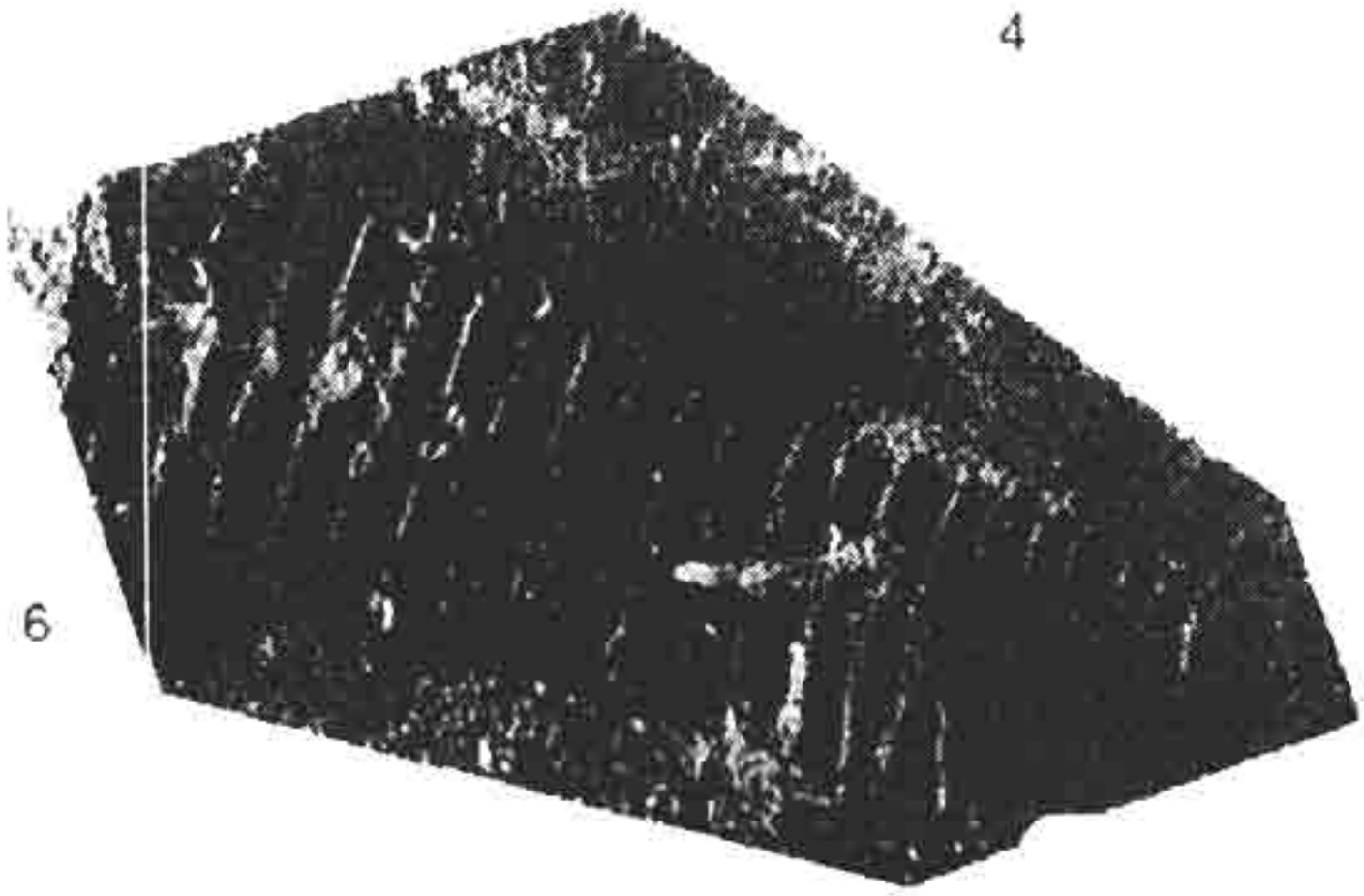


3



4

5



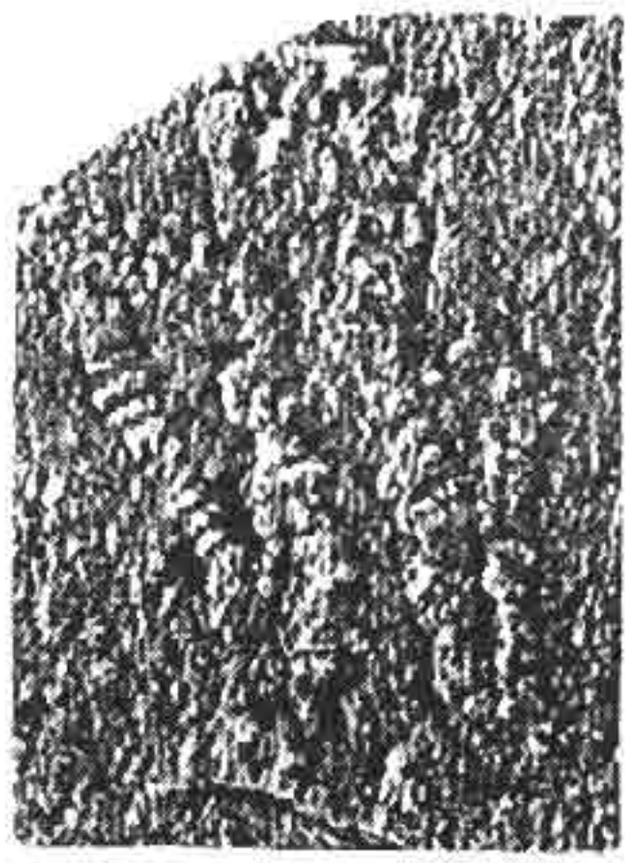
6

7

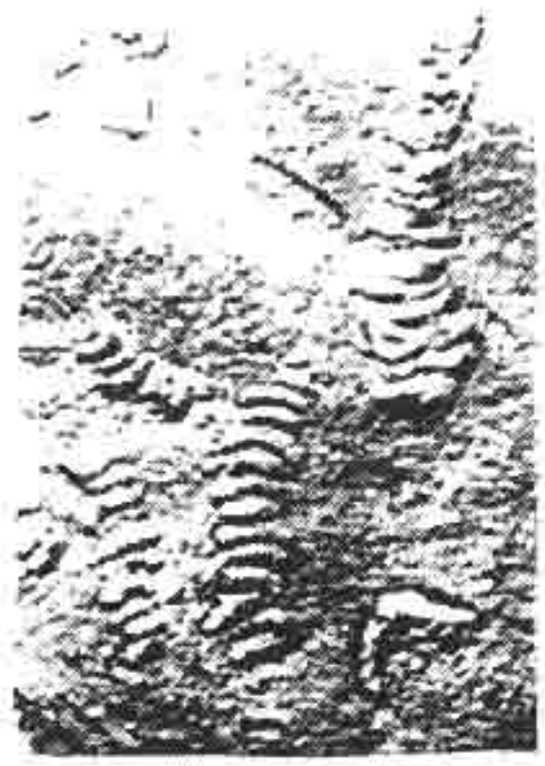
**Таблица 9**

| Номер рисунка | Тип, класс. | Описание |
|---|---|---|
| 1 | Kimberella sp. | Отпечатки кимбереллы на подошве песчаника Зимний берег Белого моря,1995–1996 гг. |
| 2 | Palaeopascichus sinusus Fedounkin | Голотип, x1,5; Летний берег Белого моря, венд, усть-пинежская свита. |
| 3 | Palaeopascichus delicatus Palij | Позитивный гипорельеф, x1; Подольское Приднестровье, венд, могилевская свита. |
| 4 | Triptichus triplex Palij | Подольское Приднестровье, устье р. Тернава, балтийская серия (ровенский горизонт), хмельницкая свита. |
| 5 | | Скопление мелких копролитов, позитивный гипорельеф, x1; Подольское Приднестровье венд, могилевская свита |
| 6 | Triptichus bifurcus Miller | Позитивный гипорельеф, с элементами Phycodes pedym, x0,7; Подольское Приднестровье, венд, могилевская свита |

1



2



3

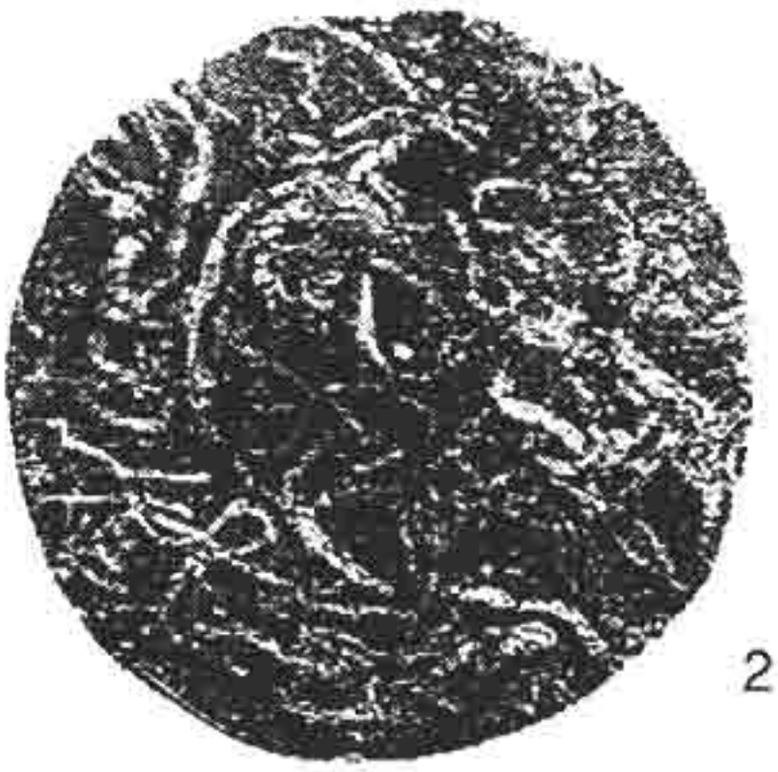
4

5

6

**Таблица 10**

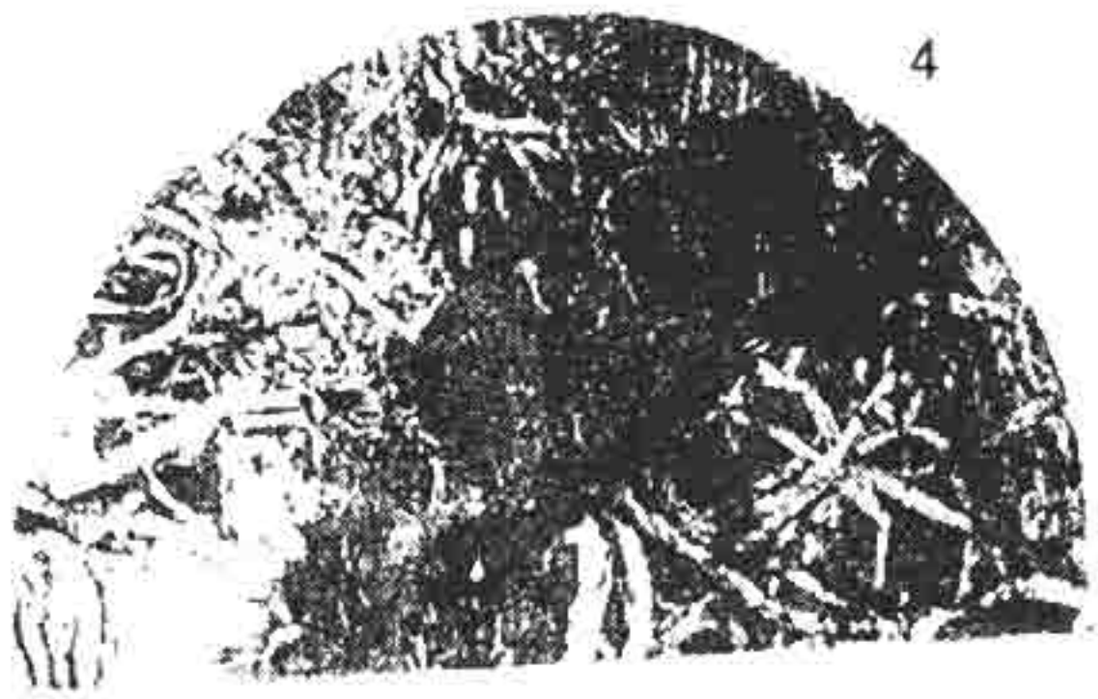
| Номер рисунка | Тип, класс | Описание |
|---|---|---|
| 1 | Berganeria sp. | Позитивный гипорельеф, небольшие округлые бугорки – слепки с базальной части полипов неясного систематического положения; в верхней части видны следы латерального перемещения полипа в виде полосы дуговидных морщин, обращенных вогнутой стороной к терминальному бугорку; крупный округлый желобок,<br><br>возможно, отпечаток медузы, х0,7; Подольское Приднестровье, венд, могилевская свита |
| 2 | Vendotaenia antigua forma tertia Gnilovskaya | Слоевища на породе, керн скважины; Восточная Польша, скважина Лопенник, глубина 5448,4-5449, 3м., верхний венд, любельская серия: |
| 3 | Vendotaenia antigua forma tertia Gnilovskaya | Поверхность керна, фрагмент которого изображен на фигуре 5, х1; Восточная Польша, скважина Лопенник, глубина 5448,4-5449,3м., верхний венд, любельская серия: |
| 4 | Vendotaenia antigua forma tertia Gnilovskaya | Поверхность керна, х1; Молдавия, правый берег р. Днестр, с. Болотное, скважина1, глубина 754,1-755,2м., валдайская серия, каушанская свита, каллюсские слои. |
| 5 | Vendotaenia antigua forma tertia Gnilovskaya | Керн скв. Лопенник, глубина 5448,4-5449,3м., верхний венд, любельская серия, х3 |
| 6 | Vendotaenia antigua forma tertia Gnilovskaya | Фрагмент поверхности керна, изображенного на рис.1, х3; Подольское Приднестровье, венд, могилевская свита |



2

1

3



4

5

6

## ПРИЛОЖЕНИЕ 2

# КРАТКИЙ ТЕРМИНОЛОГИЧЕСКИЙ СПРАВОЧНИК

**Аборальная сторона** – сторона тела, противоположная той, на которой находится ротовое отверстие.

**Апикальный** – (от лат. apex – вершина) вершинная часть тела.

**Вагильный бентос** – подвижный бентос.

**Вентральная** – брюшная сторона.

**Гастральная** – желудочная полость

**Гаструлообразное строение** – (от греч. gastra – выпуклость) стадия двухслойного зародыша.

**Гетерополярная** – разнополостная.

**Гомономия** – (от греч. homos – подобный) сходство в строении между однородными органами и структурами одного организма.

**Гонады** – от греч. gone – рождение.

**Дактилозооид** – (от греч. daktylos – палец, zoon – животное) особь колонии гидроидных животных, несущих защитную функцию.

**Дистальный** – (от норвеж. distalis – отдаленный от центра) периферический.

**Дорзальная** – спинная сторона.

**Книдарии** – систематическая группа кишечнополостных.

**Маргинальные** – (от лат. marginalis – краевой) краевые.

**Мезоглея** – (от греч. gloia – клей) бесструктурная студенистая масса, располагающаяся в стенке полипа.

**Мерцательный эпителий** – клетка тела, снабженная ресничками, которые служат органами движения или создают ток жидкости.

**Монотаксонные** – (от греч. axon – ось) обладающие одной осью симметрии.

**Оральная сторона** – ротовая сторона.

**Пневматофор** – воздушный мешок.

**Простомиум** – головная лопасть.

**Проксимально** – по направлению к центру или к вершине.

**Тубулярные** – формы, у которых появляется биохимический механизм выделения минерального скелета.

**Хондрофор** – (от греч. chondros – хрящ, pherein – насыпь) выступ.

**Ценосарк** – (от греч. koinos – общий, sarcos – плоть) промежуточная мягкая ткань в колониях, принадлежащая всем полипам.

**Цефалическая** – головная часть.

**Экогенетическая** – отрасль палеонтологии, изучающая процессы установления и развития экологических отношений между организмами в ходе эволюции.

**Эксумбрелла** – (от лат. ex – вне и франц. ombrella – зонтик) выпуклая сторона.

**Эуметазоа** – древние метаморфизованные животные.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 3

## УКАЗАТЕЛЬ ЛАТИНСКИХ НАЗВАНИЙ МЕТАЗОА (по рисункам)


Albumares brunsae 56, 68, 122, 123
Anfesta stankovskii 68, 122, 123
Armillifera parva 124, 125
Aspidela 78

Ausia fenestrata 79
Beltanellifomis sp. 59
Beltanelliformis brunsae 116, 117
Beltanelliformis soricherae 116, 117
Berganeria sp. 134, 135

Bomakella kelleri 126, 127
Bonata septata 66, 122, 123
Charnia sp. 78
Charniodiscus opposites 56, 79
Chondroplon bilobatum 63, 118, 119
Conomedusites lobatus 70, 122, 123
Cyclomedusa davidi 56, 60, 116, 117
Cyclomedusa plana 56, 60, 116, 117
Cyclomedusa radiata 64, 116, 117
Dickinsonia costata 56, 73, 124, 125, 126, 127
Ediacaria flindersi 64, 120, 121
Elassenia assevae 66, 120, 121
Eoporpita medusa 62, 118, 119
Frnietta plateauensis 77
Evmiaksia aksinovi 66
Hiemalora stellaris 66, 120, 121
Ichnusina coccozzi 70
Jnkrylovia lata 128, 129
Jrridinites multiradiatus 64, 120, 121
Kaisalia mensae 118, 119
Killingia concentrica 60, 118, 119
Kimberella quodrata 82, 132, 133
Kuibisia glabra 79
Medusinites asteroides 64, 120, 121
Nemiana simplex 56, 59, 60, 116, 117
Onega stepanovi 75, 126, 127
Ovatoscutum cocentricum 63, 118, 119
Paleolina 130, 131
Paliella patelliformis 60, 118, 119
Palaeopascichus delicatus 132, 133
Palaeopascichus sinusus 132, 133
Parvacorina minchami 76, 128, 129
Parvacharnia dengyingensis 80
Persimedusites changasensis 70, 132, 133
Platypholinia pholiata 124, 125
Pomoria coroliformis 124, 125
Precambridium sigillum 56, 74
Protechiurus edmonsi 56
Pseudorhizostomites howchini 77, 130, 131
Pteridinium nenoxa 130, 131
Rangea schneiderhoehni 80
Redkinia spinosa 91
Skinnera brooksi 68
Spriggina floundersi 76, 128, 129
Spriggina wallea 61
Staurinidia crucicula 56, 70, 124, 125
Tirasiana disciformis 60, 116, 117
Tirasiana coccarda 118, 119
Tirasiana concentralis 116, 117

Tribrachidium heraldicum 69, 122, 123
Triptichus bifurcus 132, 133
Triptichus triplex 132, 133
Vaizitsinia sofia 79
Vendia sokolovi 75, 126, 127
Vendmia menneri 126, 127
Vendotaenia antiqua 134, 135
Vladimissa missarzhevskii 124, 125

Тамара Николаевна Титоренко
Алексей Тихонович Корольков

# ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ИСТОРИЯ И ПАЛЕОНТОЛОГИЯ ВЕНДА

Учебно-методическое пособие

Редактор Э. А. Невзорова
Компьютерная верстка: И.В. Карташова-Никитина
Дизайн обложки: М. Г. Яскин

Темплан 2006. Поз. 28.

Подписано в печать10.04.06.
Формат 60x90 1/8. Печать трафаретная.
Усл. печ. л. 17,0. Уч.-изд. л. 13,3. Тираж 100 экз.

На обложке: реконструкция вендского моря
(Бейли Д., Седдон Т. Доисторический мир. – М. : Росмэн, 1995)

РЕДАКЦИННО-ИЗДАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
Иркутского государственного университета
664003, Иркутск, бульвар Гагарина, 36;
тел. (3952) 24–14–36; e-mail; izdat@law.isu.ru