

СООБЩЕСТВА
И БИОЗОНЫ
В СИЛУРЕ
ПРИБАЛТИКИ

СООБЩЕСТВА И БИОЗОНЫ В СИЛУРЕ ПРИБАЛТИКИ



ПРОЕКТ "ЭКОСТРАТИГРАФИЯ"

ACADEMY OF SCIENCES OF THE ESTONIAN S.S.R.
INSTITUTE OF GEOLOGY

COMMUNITIES
AND BIOZONES
IN THE BALTIC
SILURIAN

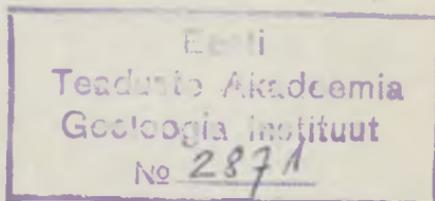
EDITED BY D. KALJO AND E. KLAAMANN

TALLINN „VALGUS” 1982

АКАДЕМИЯ НАУК ЭСТОНСКОЙ ССР
ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИИ

СООБЩЕСТВА И БИОЗОНЫ В СИЛУРЕ ПРИБАЛТИКИ

ПОД РЕДАКЦИЕЙ Д. Л. КАЛЬО
И Э. Р. КЛААМАННА



ТАЛЛИН „ВАЛГУС“ 1982

УДК 557.4+551.733.3 (474)

Редакционная коллегия:

канд. геол.-мин. наук Х.А. Вийдинг, доктор геол.-мин. наук Д.Л. Кальо (председатель), канд. геол.-мин. наук Э.Р. Клааманн (секретарь), доктор геол.-мин. наук Р.М. Мянниль, канд. геол.-мин. наук Э.А. Пиррус, чл.-корр. АН ЭССР А.В. Раукас.

Ответственные редакторы Д.Л. Кальо и Э.Р. Клааманн

Художник оформитель Х. Пузанов

Печатается по постановлению Редакционно-издательского совета Академии наук Эстонской ССР

Монография представляет собой очередную сводку исследований Института геологии АН ЭССР в рамках проекта "Экостратиграфия" Международной программы геологических корреляций. Путем изучения сообществ и биозон выявлен четкий фациальный контроль распространения всех изученных групп: брахиопод, табулят, трилобитов, конодонтов, хитинозой, бесчелюстных и рыб. Установлено, что продолжительность существования сообществ зависит от постоянства фациальных условий. Поэтому глубоководные сообщества более долговечны, чем прибрежно-мелководные. В заключение делается вывод, что в большинстве случаев границы биозон определяются экологическими и лишь иногда эволюционными причинами. Рис. 32. Фото-таблиц 20. Библиогр. 144 назв.

С 1904040000 — 289

М 902 (16) — 82

Заказное

ПРЕДИСЛОВИЕ

Наиболее характерной особенностью биостратиграфических исследований Института геологии АН ЭССР в последние пять лет является целеустремленное внедрение экологического анализа, выявление зависимости распространения организмов от фаций. Исследования, которые проводились в этом направлении, были обобщены в сборнике "Фации и фауна силура Прибалтики" (1977). Составленный в период разработки единой стратиграфической схемы силура Прибалтики, он был призван содействовать достижению этой цели и одновременно подготовить почву для будущих обобщений по экостратиграфии и развитию Палеобалтийского бассейна в целом.

Настоящая книга продолжает линию названного сборника, сосредоточив основное внимание на прослеживании сообществ в разных фациальных зонах бассейна, а также на выявлении последовательных по вертикали ассоциаций видов, составляющих основание биозонального расчленения разрезов. При этом авторами сознательно избран метод выделения и прослеживания сообществ одной группы, позволяющий, несмотря на его недостатки, экономно и довольно ярко описать закономерности распространения и сделать необходимые выводы.

Как легко убедиться уже по оглавлению, предлагаемая книга не преследует цели систематически охарактеризовать все сообщества силурийского Палеобалтийского бассейна в их исторической и пространственной последовательности. Это задача будущего так же, как и реконструкция палеоэкосистемы в целом. На данном уровне знаний мы вынуждены чаще всего лишь ограничиваться примерами о взаимозаменяемости отдельных сообществ или комплексов в разных частях бассейна. Вполне понятно, что при таком разборе исследователь сначала стремится к выявлению сообществ внутри какой-то одной группы ископаемых организмов и к установлению наиболее заметных изменений в их распространении. Как справедливо отметил В. Януссон (1979) на стратиграфическом совещании в Алма-Ате, такие изменения в большей степени маркируют местные изменения в фации, чем появление и вымирание видов. Чтобы в полной мере и наиболее обоснованно пользоваться такой информацией в стратиграфических корреляциях, необходимо выявить, какие условия среды предпочитал тот или другой вид, группировка видов и как в процессе развития сообщества происходит замещение отдельных его составляющих. Раскрыть это

на примере шести групп организмов, различных по своему образу жизни (брахиопод, трилобитов, табулят, конодонтов, хитинозой, агнат и рыб), авторы и попытаются в настоящей работе. Надеемся, что выбранный авторами путь прослеживания частного позволит распознать и контуры общего.

Для лучшего понимания текста в предисловии приведены основные местные стратиграфические (табл. 0.1) термины и их индексы.

Данная книга является коллективным трудом сотрудников секторов биостратиграфии и микропалеонтологии Института геологии АН ЭССР. Кроме авторов отдельных глав, в работе над ней приняли участие Р. Эйнасто (составление колонок буровых скважин и их фациальная интерпретация), Е. Климов (фотографирование микрофауны под растерным электронным микроскопом), Л. Липперт (выполнение рисунков), С. Петрова и С. Рохтсаар (перепечатка текста). Всем им авторы выражают свою искреннюю признательность.

Таблица 0.1

Стратиграфическая схема силура Эстонии
Stratigraphic classification of Estonian Silurian

Ярус	Горизонты, свиты, слои, пачки Regional Stages and other subdivisions			
Даунтон Downton	К ₄	Охессаареский Ohessaare		Каввиская п. Kaavi Member
	К _{3b}	Каугатумаский Kaugatuma	К _{3bL}	Льюские сл. Lõo Beds
К _{3bÄ}			Эйгуские сл. Äigu Beds	
Лудлов Ludlow	К _{3a}	Курессаареский Kuressaare	К _{3aK}	Кудьяпеские сл. Kudjape Beds
			К _{3aT}	Тахулаские сл. Tahula Beds
	К ₂	Паддаский Paadla	К _{2U}	Удувереские сл. Uduvere Beds
			К _{2H}	Химмистеские сл. Himmiste Beds
			К _{2S}	Саувереские сл. Sauvere Beds

Венлок Wenlock	K ₁	Роотсикулаский Rootsiküla	K ₁ Sn	Соэгининаские сл. Soeginina Beds
			K ₁ Va	Везикуские сл. Vesiku Beds
			K ₁ Kn	Куусныммеские сл. Kuusnõmme Beds
			K ₁ Vt	Вийтаские сл. Viita Beds
	J ₂	Яагарахуский Jaagarahu	J ₂ T	Тагаверские сл. Tagavere Beds
			J ₂ M	Маазиские сл. Maasi Beds
J ₂ V			Вилсандиские сл. Vilsandi Beds	
J ₁	Яаниский Jaani		Ниназеская п. Ninase Member	
Лландовери Llandovery	H	Адавереский Adavere	HV	Велизеская св. Velise Formation
			HR	Румбаская св. Rumba Formation
	G ₃	Райккюлаский Raikküla		
	G ₁ - II	Юурусский Juuru	G ₁ - II T	Тамсалуская св. Tamsalu Form.
G ₁ - II V			Варболаская св. Varbola Form. Койгиская п. Koigi Member	

ГЛАВА 1. СООБЩЕСТВА И БИОЗОНЫ В ЭКОСТРАТИГРАФИИ

В изучении силурийского Палеобалтийского бассейна в течение последних лет все шире применяется экостратиграфический подход. В Институте геологии АН ЭССР он стал неотъемлемой частью всех биостратиграфических исследований, и поэтому представляется нелишним перед тем, как перейти к разбору конкретного материала, кратко остановиться на взглядах авторов данной монографии по некоторым общим вопросам: о предмете и задачах экостратиграфии и путях достижения намеченных целей.

Экостратиграфия представляет собой один из разделов биостратиграфии, призванный усовершенствовать региональные стратиграфические схемы на основе (палео) экологического и (палео) экосистемного анализов. На практике она может рассматриваться и как метод исторической геологии и палеогеографии, с помощью которого выявляется фациальное строение и развитие седиментационного бассейна в целом.

На наш взгляд экостратиграфический анализ должен решать две основные задачи: 1) обеспечить корреляцию всех разных фаций бассейна, т.е. преодолеть границы между континентальными, прибрежно мелководными и глубоководными фациями; 2) стратиграфически интерпретировать палеоэкосистемы, т.е. расчленять их по относительному возрасту и сопоставлять с международным стандартом.

Для решения этих задач необходимо в первую очередь выявить стратиграфическое и площадное распространение как отдельных организмов, так и их сообществ в зависимости от фациальных условий, составить и скоррелировать зональные стратиграфические схемы по отдельным группам фауны. Необходимо также осуществить разностороннее изучение неживых компонентов палеоэкосистемы (см. Кальо, 1979), на которых не будем здесь останавливаться более подробно.

В мировой практике палеоэкологических, а в широком смысле и экостратиграфических исследований, анализ сообществ оказался весьма популярным и плодотворным. Количество публикаций на эту тему растет очень быстро. Если до 1960-х гг. появлялось примерно 1 — 2 более заметные работы в год, то начиная с 1970 г. ежегодно стало выходить более 10 таких публикаций. В то же время бросаются в глаза весьма большие расхождения в понимании содержания и объема сообществ.

В настоящей книге нет надобности детально анализировать разные взгляды о сообществах, достаточно отметить основные тенденции.

Если оставить в стороне разные типы ископаемых ассоциаций, различаемые по способу и полноте захоронения (орикто-, танато-, некро- и др. ценозы), то в (палео) экологии можно говорить о двух основных типах сообществ, в пределах которых имеется много разновидностей. Это, во-первых, сообщества, которые определяются как повторяющиеся комбинации количественно преобладающих видов /т.н. сообщества Петерсена и широко применяются в настоящее время (Bretzky, 1969; Calef, Hancock, 1974 и др.) /, и, во-вторых, сообщества, в определении которых подчеркиваются также взаимоотношения членов сообщества (Hedgbeth, 1957).

Последний тип сообществ стоит ближе всего к понятию "биоценоз", составляющему один из компонентов экосистемы.

Второй тип сообществ, как правило, охватывает все входящее в биоценоз организмы, тогда как сообщества первого типа очень часто бывают т.н. сообществами одного филума (см. Boucot, 1957; Ziegler, 1965 и др.). В отношении последних неоднократно высказывались критические замечания (Martinsson, 1976). И надо согласиться, что эта критика была справедливой, особенно с экостратиграфических позиций, когда ставится задача реконструкции экосистемы.

Однако в то же время нельзя забывать о цели, которую ставит перед собой каждое конкретное исследование, представляющее разные ступени процесса познания объекта. В настоящей работе термин "сообщество" в основном используется в смысле монотипных сообществ (в частности сообщества брахиопод, табулят, трилобитов). На наш взгляд, это оправдано, так как предлагаемая книга не преследует цели биоценологического анализа, а стремится к выявлению изменений таксономического состава и распространения разных групп фауны в пространстве (в бассейне) и во времени (в разрезе), обусловленных экологическими и (в меньшей мере) эволюционными факторами. Как видно из последующих глав (не говоря о многих литературных источниках), анализ монотипных сообществ дает для этого достаточно хороший материал. Такой анализ мы рассматриваем как один из этапов изучения палеобиоценозов.

Данные по сообществам в стратиграфии реализуются через руководящие виды, комплексы (ассоциации) органических остатков стратиграфических подразделений или биозоны. Они позволяют обоснованнее оценивать такие наблюдаемые факты, как изменение состава фауны, викарирование, отсутствие одних и присутствие других видов и т.п. Анализ сообществ позволяет вскрыть каузальную основу названных выше стратиграфических событий (признаков) и тем самым повысить достоверность выводов.

Важным способом описания (и обобщения) стратиграфического распространения ископаемых организмов следует, по нашему мнению, считать выделение биозон (термин употребляется нами в широком смысле вместо термина "биостратиграфическая зона", приведенного в Стратиграфическом кодексе СССР) и составление биозональных стратиграфических схем по одной группе организмов (например, граптолитовые зоны, зональное расчленение по хитинозоям и т.п.).

Несмотря на довольно большое разнообразие способов выделения биозон (по пределам распространения, расцвету, совместному нахождению, филогенезу и т.п.), все они должны учитывать, кроме эволюционных аспектов, и экологические факторы, по существу определяющие присутствие интересующих нас таксонов. Таким образом, по нашему мнению, в большинстве случаев границы биозон определяются фаціальными условиями, их изменением и лишь в редких случаях филогенетическими превращениями одного вида в другой.

Каждый организм обитает в специфических условиях, причем общеизвестно, что диапазоны их экологических требований не только являют-

ся узкими или широкими, но прежде всего различны. Это свойство используется в экостратиграфии для корреляции разнофациальных свит. Выбрав для каждой (или нескольких) фациальной зоны наиболее удобные группы организмов (обыкновенно от одного до трех) и разработав по ним биозональные схемы расчленения, можно по ним охарактеризовать и скоррелировать все существующие фации бассейна. При этом следует лишь добиться, чтобы выбирались группы с частично перекрывающимися диапазонами фациального распространения.

Опыт изучения распространения фауны в силурийском периконтинентальном море Прибалтики показывает полезность телодонтов в лагунной зоне, кораллов и строматопорат в отмельной и открытошельфовой, остракод и трилобитов особенно в склоновой и граптолитов в бассейновой фациальных зонах. Наиболее широко распространены брахиоподы, разные сообщества которых встречаются во всех фациях (см. ниже).

Таким образом, биозона приобретает в экостратиграфии не только новую, но и основную свою функцию как средство корреляции разнофациальных свит. В этой функции преимущественно планктонных организмов сохраняется благодаря их широкому распространению, однако поскольку нет организмов, встречающихся во всех фациях, то и т.н. архистратиграфические группы одни не способны решать основных задач экостратиграфии. Следовательно, нужен соответствующий набор групп, и в этом наборе нельзя пренебрегать ни одной группой организмов, ибо она может стать мостом через какую-либо фациальную границу.

Легко понять, что сообщества и биозоны рассматривают два связанных аспекта одной и той же проблемы, вытекающей из фациального контроля распространения организмов. Филогенез определяет эволюционный уровень состава организмов, экология — главным образом границы их ареалов. Более подробно мы остановимся на этой проблеме в последующих главах.

ГЛАВА 2. СВЯЗЬ СООБЩЕСТВ БРАХИПОД С ФАЦИАЛЬНОЙ ЗОНАЛЬНОСТЬЮ (СИЛУР ПРИБАЛТИКИ)

Брахиоподы распространены в силуре Прибалтики в широком диапазоне отложений — от прибрежных до открытоморских включительно. В крайних фациях (лагунной и бассейновой) они весьма редки, но зато во всех остальных многочисленны и разнообразны. Их монографическое изучение еще не завершено. Наиболее полно описана фауна Эстонии и Латвии (см. обзор в статье Рубель, Рыымусокс, 1970; Рубель, 1970, 1977; Рубель, Розман, 1977; Rubel, 1971; Рыбникова в кн: Гайлите, Рыбникова, Ульст, 1967 и др.). Литовский материал много лет изучался И.Ю. Пашкевичюсом, однако им опубликованы лишь списки комплексов (1963, 1968, 1973) и одно описание (1962).

Неодинаковый уровень изученности брахиопод разных фациальных зон и расхождения в понимании их таксономии затрудняют их использование, но стратиграфическое и экологическое значение брахиопод для Прибалтики не вызывает сомнения.

Впервые возможная зависимость распространения ископаемых организмов ордовика и силура Прибалтики от смены среды была отмечена уже Э. Эйхвальдом (1861). Изучение сообществ брахиопод в современном понимании началось с выявления сосуществования видов брахиопод, позволившего установить в нижнем лландовери Эстонии последовательность сообществ (Rubel, 1970), в целом аналогичную последовательности, выявленной в Узльсе, (Ziegler, Cocks, Vambach, 1968). Впоследствии их распространение стали связывать с фациальной моделью силура Прибалтики и, правда, несколько гипотетично, но все же в пределах необходимой точности, установили следующее соответствие между сообществами и фациальными зонами бассейна: в лагунной фации распространено сообщество *Lingula*, в отмельной — *Linoporella* и *Pentamerus*, в детритовой (фации открытого шельфа) — *Stricklandia* и в переходной — *Clorinda*, (Кальо и др., 1970).

Дальнейшие экологические исследования брахиопод силура Прибалтики рассматривали пространственное распространение отдельных, наиболее часто встречающихся видов на фоне большего или меньшего учета литологии отложений (Рубель, Рыымусокс, 1970; Пашкевичюс, 1973; Einasto, 1976) или фациальных зон венлока (Клааманн и др., 1980). И.Ю. Пашкевичюс (1973) показал распространение брахиопод в отношении граптолитовых фаций: на двух картосхемах лландовери отмечены *Dicoelosia* и *Plectodonta*, на схеме зоны *Monoclimacis tauragensis*, в отложениях, соседних с граптолитовой фацией, — *Conchidium*, далее — *Pentamerus*, во всех фациях встречается *Sphaerirhynchia wilsoni*; на схеме зоны "*Monograptus formosus*" указаны в более глубоководной полосе *Dayia*, а ближе к берегу *Atrypella* (= *Atrupoidea*).

В данной работе авторы не преследуют цели подробного описания структуры и состава сообществ брахиопод. Наша задача состоит в первую очередь в выявлении закономерностей их стратиграфического и площадного распространения в бассейне в зависимости от изменения фациальных

условий. При этом сообщество рассматривается нами как повторяющаяся более или менее одинаковая совокупность (ассоциация) видов, связанных, предположительно, с определенной фацией (экологической нишей).

Исходя из поставленной задачи, в приведенном выше определении сообщества, как и во многих других (см. Voucot, 1975; Bretzky, 1969; Calef, Hancock, 1974 и др.), при наличии указания на экологический контроль нет ссылки на связь между членами сообщества. Однако это вовсе не означает, что такая связь нами отрицается.

Установление монотаксонных или слабо дифференцированных сообществ (low - diversity communities) в целом не вызывает особых трудностей благодаря доминированию одного, реже двух видов. Они же представляют и наибольший интерес относительно поставленной задачи. В то же время нами охвачены и наиболее характерные сильно дифференцированные сообщества (high-diversity communities, см. Voucot, 1975).

Многие авторы применяют для выделения сообществ специальную методику. Главной задачей используемых ими статистических приемов является установление встречающихся совместно в каком-либо слое, местонахождении и т.д. таксонов. К сожалению, в нашем случае, когда использовался в основном ядерный материал, эти приемы непосредственно неприменимы. Поэтому мы обратились к более простому способу: сообщества и их связь с фациями устанавливаются выявлением площадного распространения характерных компонентов сообществ путем нанесения точек их местонахождения на литолого-фациальные карты соответствующего интервала отложений.

Фактические данные распространения отдельных таксонов по разрезам обобщались в основном по горизонтам. Такой интервал был выбран потому, что имелись соответствующие литолого-фациальные карты (Кальо, Юргенсон, 1977), нашей целью было лишь выявить наиболее общие закономерности фациального контроля. Однако следует отметить, что горизонт является сравнительно крупным подразделением, разрезы которого, особенно в прибрежной части шельфа, как правило, сложены весьма разнофациальными отложениями. Поскольку цикличность и направленное трансгрессивное или регрессивное развитие бассейна обыкновенно достаточно четко проявляют уже в пределах одного горизонта, то обобщение материала по разрезу всего горизонта может привести к смешиванию не только соседних, но и более удаленных друг от друга сообществ.

В связи со сказанным следует сделать два замечания. Во-первых, большинство изученных разрезов (среди них мало таких, которые пройдены в мелководной части шельфа) являются довольно гомогенными и обыкновенно элементы других, чаще более мелководных (или глубоководных) сообществ появляются в них лишь в верхах (или низах) горизонтов. Как названные, так и остальные случаи совместного распространения разнородных таксонов показаны на картах специальными знаками (см. рис. 22 - 28). И, во-вторых, наши данные, а также данные многих других авторов (см., в частности, Voucot, 1975; Calef, Hancock, 1974; Einasto, 1976

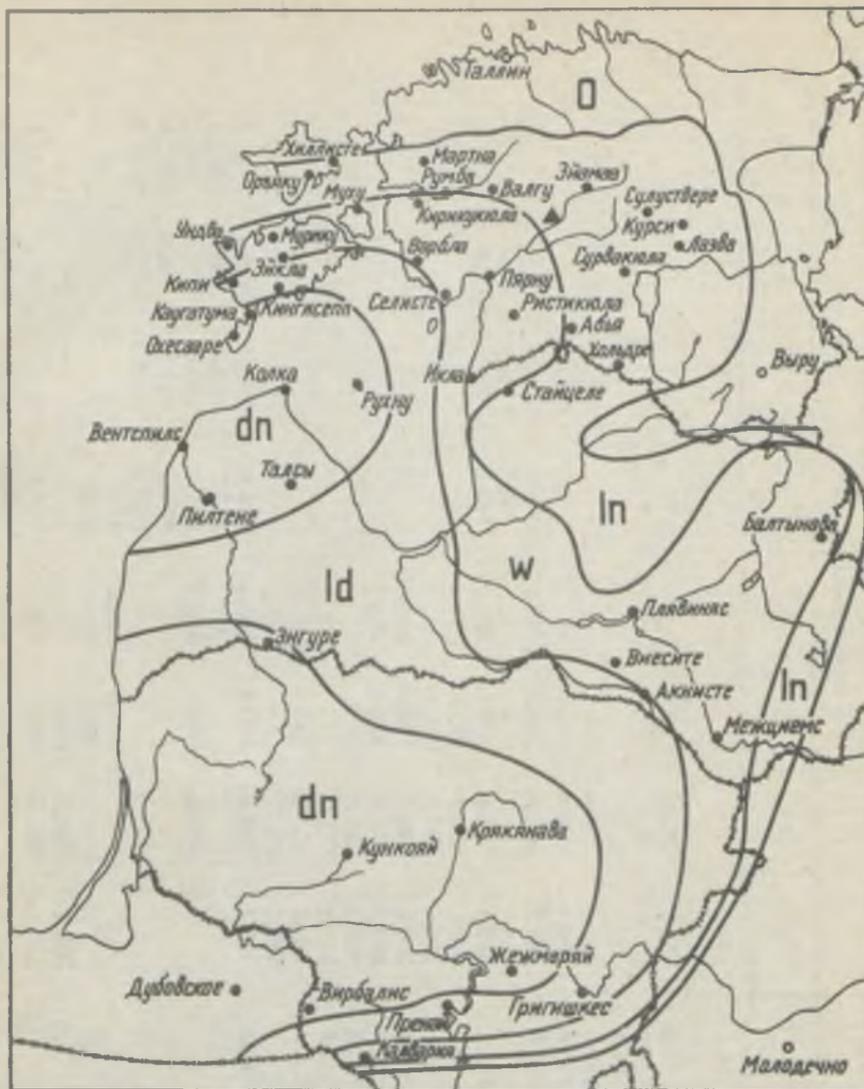


Рис. 2.1. Расположение основных изученных буровых разрезов, нанесенное на схематическую геологическую карту Прибалтики со снятым покровом девонских и более молодых отложений.

Условные обозначения: — буровые разрезы; ▲ — обнажение Вяндря; ○ — ордовик; In — лландовери, w — венлок, Id — лудлов, dn — даунтон.

и др.) свидетельствуют о том, что значительное большинство видов брахиопод встречается не в одном, а в двух-трех соседних сообществах или фациях. Иногда можно установить изменение количества особей или какие-то их морфологические особенности в разных фациях. При качественном анализе материала, когда устанавливается лишь присутствие или отсутствие видов, названные различия не могут быть учтены.

Рабочие интервалы основных изученных разрезов
Studied intervals of borings and their stratigraphical position

Таблица 2.1

Горизонты (см. табл. 0.1) Разрез (скважина)	Глубина подошвы, м								
	G ₁₋₂	G ₃	H	J ₁	J ₂	K ₂	K _{3a}	K _{3b}	K ₄
Орьяку	38,6	14,5							
Эйамаа	74,5	39,8							
Кабала	112,0	73,0	25,0						
Сулуствере	110,5	71,9	19,0						
Курси	107,1	65,7	24,2						
Ундаа	148,0	127,1	106,8	79,0					
Эйкла	217,4	184,1	159,4	116,7					
Кингисеппа	292,9	261,9	216,9	182,2	122,5	43,4	19,8		
Каугатума						82,0	56,4	39,0	
Охесааре	445,9	410,1	372,6	345,8	300,0	118,4	95,1	67,7	
Кирикюкюла	110,6	86,4	50,9	27,0					
Варбла	256,0	218,0	167,4	118,3					
Селисте	343,5	285,6	190,6	165,4	88,6				
Пярну	239,4	189,6	125,6	124,9	39,9				
Сурвакюла	200,0	157,3	63,2	(55,2)					
Абья	363,4	301,8	170,4						
Икла	525,0	494,0	322,3	284,3	181,0				
Рухну		588,1	490,3						
Колка	661,0	643,2	602,5	568,2	500,5	305,0	285,7	246,7	166,2
Вентспилс						662,0	458,3	406,0	269,7
Пилтене			987,0	946,0	856,0	801,0	635,0	574,0	413,6
Талсы						615,0	497,5	446,5	(381,6)
Эзере						1197,5	1080,0	1032,1	(921,0)
Акнисте				605,0	540,0	(481)			
Виесите				630	565,0	(512)			
Межциемс		383,0	354,0	320,0					
Крякянава			862,8	831,0	700,0	634,8	618,2	577,3	539,3
Кункой						1185,0	1067,7	1010,0	898,0
Дубовское							1270,0	1230,0	(973)
Вирбалис		1157,5	1149,4	1120,3	1089,5	1018,2	866,6	815,2	103,8
Калвария			860,3	835,3	770,1				

Фактический материал собран почти из 50 буровых разрезов (см. рис. 2.1), а также из естественных обнажений, которых много в пределах Эстонии. Основная часть палеонтологического материала изучена М.П. Рубелем, кроме того, использовались и определения И.Ю. Пашкевичуса (по скв. Вирбалис, Калвария, Кункойй, Крякянава, Григишкес и другими на территории Литвы, М.В. Рыбниковой (по скв. Акнисте, Виесите, Межциемс, Пилтене, Эзере, Холдре, см. Гайлите, Рыбникова, Ульст, 1967) и других авторов (см. соответствующие ссылки).

Часть прежних определений в данной работе изменена: *Atrypella* на *Atrypoidea*, *Atrypa dzvinogrodensis* на *A. reticularis* и др. Некоторые виды брахиопод упомянуты здесь впервые. Из них особого внимания заслуживает *Protatrypa malmoyensis*, представители которого из райккюлаского горизонта ранее относились к виду *Zygospiraella duboisi*. Последний распространён (притом в массовом количестве) только в юруском горизонте. Названия видов *Dicoelosia* приводятся по П. Мустейкису и И. Пуура (устн. сообщ.).

Стратиграфический интервал для обобщения материала принят тот же, что и при построении литолого-фациальных карт (Кальо, Юргенсон, 1977), использованных при данном анализе. Конкретные рабочие интервалы более важных буровых разрезов, использованные при составлении рис. 2.2 — 2.8, приведены в таблице 2.1. (указываются лишь интервалы, материал по которым отражен на картах).

Обзор распространения брахиопод по горизонтам

Юруский горизонт. Выявив совместное распространение ряда видов брахиопод, М.П. Рубель (Rubel, 1970) установил здесь четыре совокупности, которые сопоставил со следующими позднелландоверийскими сообществами А. Циглера (Ziegler, 1965): *Clorinda*, *Stricklandia*, *Pentamerus* и сообществом твердого дна. В соответствии с номенклатурой сообществ, предложенной А. Буко (Boucot, 1975), для их обозначения используются следующие названия: *Clorinda*, *Stricklandia-Zygospiraella*, *Borealis* и *Linoporella*. Необходимо иметь в виду, что в данной работе недостаточно изученные близкие роды "*Plectodonta*", *Sowerbyella*, *Ygera* и *Ygerodiscus* рассматриваются под одним названием *Eoplectodonta*.

Как видно из рис. 2.2, сообщество *Linoporella*, состоящее по крайней мере из семи только для него характерных видов брахиопод без явного доминирования какого-либо из них, установлено только на ограниченной площади распространения биогермов хиллистеской пачки. Восточнее, также в пределах отмельной фациальной зоны, распространено почти монотаксонное сообщество *Borealis* с доминирующим видом *Borealis borealis*. Если иметь в виду только варболаскую свиту, то в наиболее северной полосе выходов горизонта распространено сообщество *Stricklandia — Zygospiraella*. Последнее превалирует и южнее, в зоне открытого шельфа. Наиболее распространенными членами сообщества являются подвиды *Stricklandia lens* и *Zygospiraella duboisi*.

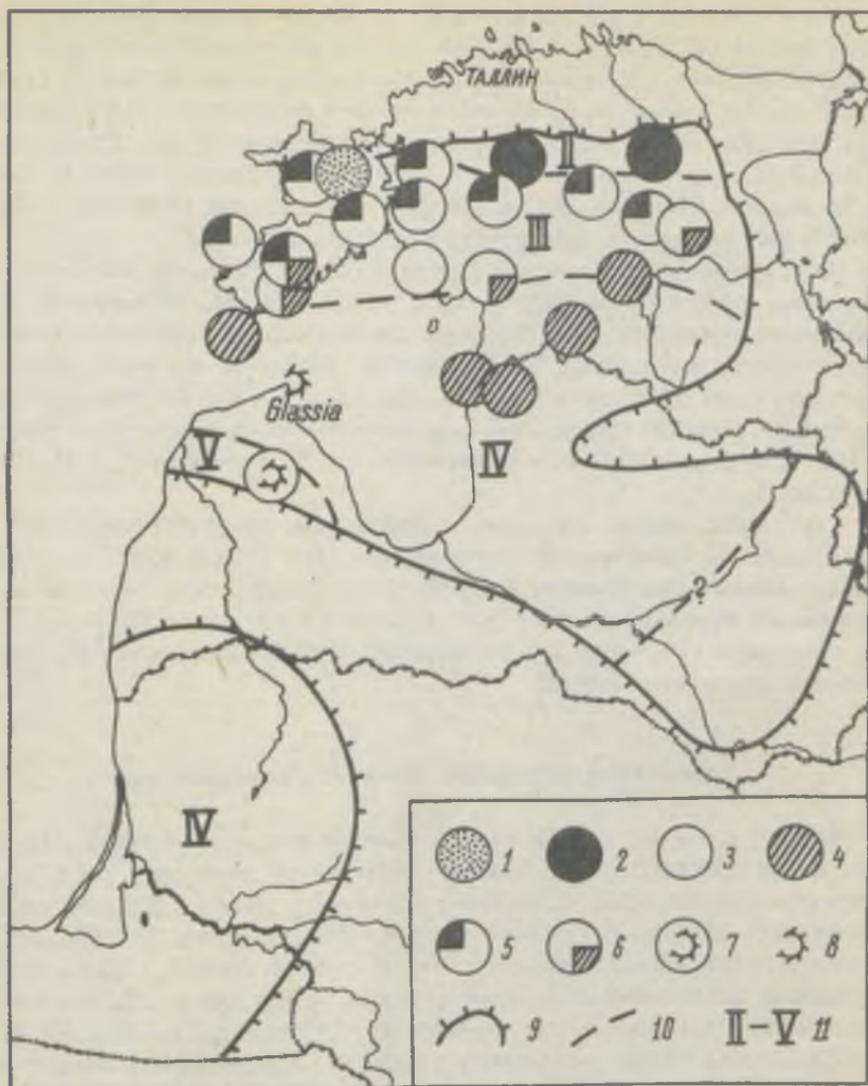


Рис. 2.2. Распространение брахиопод в юруское время.

1 – 7 – сообщества: 1 – *Linoporella*, 2 – *Borealis*, 3 – *Stricklandia* – *Zygospiraella*, 4 – *Clorinda*, 5 – *Stricklandia* – *Zygospiraella* и подчиненный слой с *Borealis*, 6 – *Stricklandia* – *Zygospiraella* отдельными элементами *Clorinda*, 7 – граптолитовое; 8 – отдельные граптолиты; 9 – современная граница распространения соответствующих отложений; 10 – граница фациальных зон; II – фации: II – отмельная, III – открытосельфовая, IV – склоновая, V – бассейновая.

В верхних частях многих разрезов фации открытого шельфа встречаются прослои и пакки с *Borealis borealis*. Южнее, ближе к границе со склоновой фацией, их роль уменьшается и появляются отдельные элементы сообщества *Clorinda* (см. рис. 2.2). В склоновой фации господствует со-

общество *Clorinda*. Списки видов брахиопод по всем упомянутым сообществам приведены в работе М. Рубеля (Rubel, 1970, table 3).

Как и можно было ожидать, приведенная картина распространения сообществ брахиопод в юруское время хорошо согласуется с фациальной зональностью, выявленной по литологическим признакам и по групповому составу фауны (см. Кальо, Юргенсон, 1977). Конечно, цикличное строение разреза обуславливает чередование в нем сообществ, в частности появления "языков" с *Borealis borealis* значительно южнее собственно "бореалисовой банки", в связи с чем встает вопрос о границах распространения сообществ. При его решении мы ориентируемся, как и при определении границ фациальных зон, на преобладание одного из компонентов. Здесь следует иметь в виду два разных аспекта: во-первых, связь сообщества с конкретной фацией, т.е. со специфическими условиями обитания, и, во-вторых, распространение сообществ в пределах фациальных зон бассейна, выявленных для какого-то интервала времени. На этом основании мы считаем, что сообщество *Borealis* связано с отмельной фацией, но отдельные прослои, содержащие его элементы, могут появляться и в пределах открытошельфовой фациальной зоны.

Райккюлаский горизонт. М.П. Рубель и А.К. Рыымусокс (1970) провели границу между относительно глубоководными и мелководными фациями (и соответственными фаунами) примерно по той же линии, по которой проходит северная граница переходной фации на рис. 2.3. Лишь в пределах материковой части Эстонии граница определена Д.Л. Кальо и Э.А. Юргенсон (1977) несколько севернее.

Брахиоподы райккюлаского времени малочисленны, специфичны и недостаточно изучены. Однако приведенные на рис. 2.3 данные все же позволяют выделить несколько группировок, которые здесь условно (предварительно) рассматриваются в качестве сообществ.

О брахиоподах отмельной зоны известно очень мало, и поэтому мы на них не останавливаемся.

В пределах зоны открытого шельфа наиболее частыми являются *Borealis borealis osloensis* или *pumilus*, составляющие основное ядро сообщества. В более северных разрезах (Ундва, Муху, Кирикукюла) наряду с ними встречаются редкие элементы сообщества *Linoporella* (*Clintonella arinis*, *Stegerhynchus borealis*), а в более южных разрезах немногочисленные *Stricklandia lens progressa* или *ultima*.

Описанная совокупность брахиопод, ассоциирующаяся с *Borealis borealis osloensis* и имеющая связи, с одной стороны, с более мелководным сообществом *Linoporella*, обитавшим обыкновенно в рифовой фации, и, с другой — с более удаленным от берега сообществом *Stricklandia*, позволяет, по нашему мнению, отнести рассматриваемое сообщество к позиции третьей ассоциации А. Буко, т.е. считать его аналогом не бореалисовой банки отмельной фации, а сообщества *Pentamerus* зоны открытого шельфа. Таким образом, оно стоит ближе к соответствующему сообществу адавереского горизонта (см. ниже) и, на наш взгляд, также к оригинальному сообществу *Pentamerus* в лландовери Уэльса (Ziegler, Cocks, Vambach, 1968). В Средней Эстонии основными являются *Protatrypa malmoeensis*

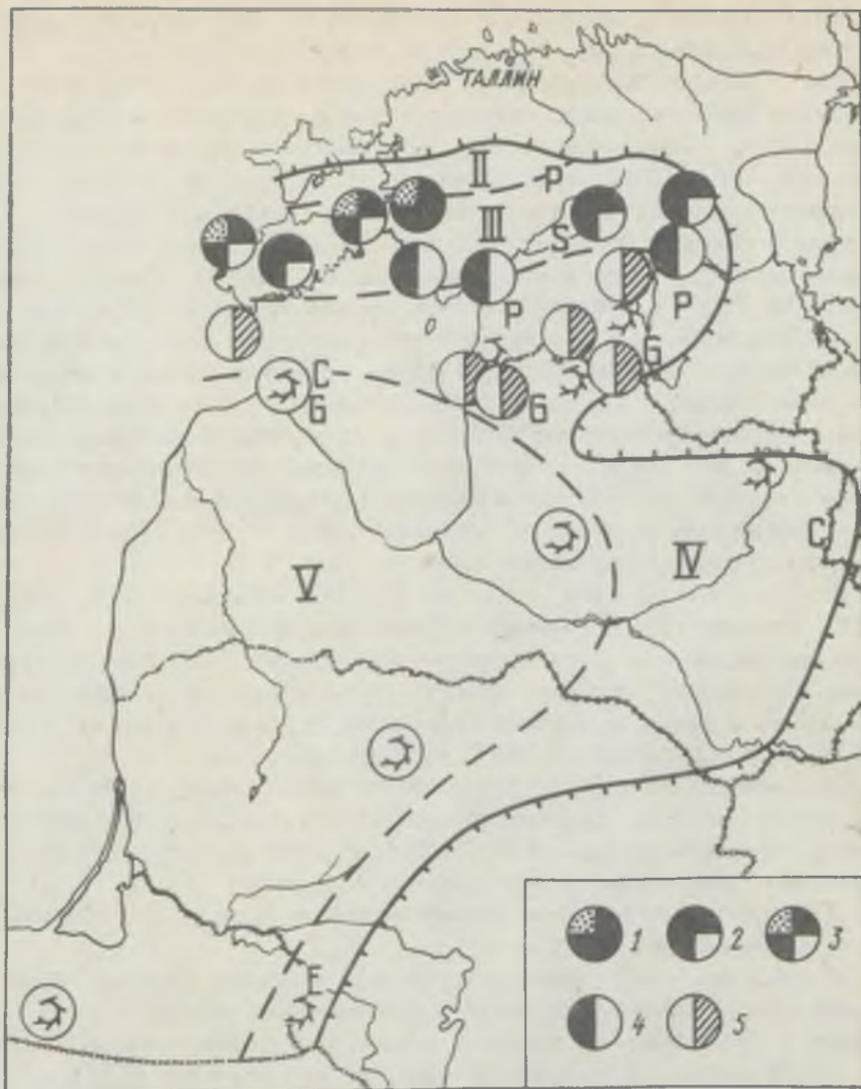


Рис. 2.3. Распространение брахиопод в райккюлаское время. 1 — сообщество *Pentamerus* (*P. cf. oblongus*, *Borealis pumilus*) с отдельными элементами сообщества *Linoporella* (*Clintonella aprinis*, *Stegerhynchus borealis*); 2 — сообщество *Pentamerus* с *Protatrypa malmoeensis* и *Stricklandia lens* в некоторых частях разреза; 3 — случай комбинации обстановок (знаков) 1 и 2; 4 — сообщества *Pentamerus* и *Stricklandia* в одном разрезе; 5 — сообщества *Stricklandia* и *Clorinda* в одном разрезе. Отдельные элементы: P — *Protatrypa*, S — *Stricklandia*, G — *Glassia*, C — *Clorinda*, E — *Eoplectodonta*. Остальные обозначения см. рис. 2.2.

и *Stricklandia lens* (от *intermedia* до *ultima*), составляющие, по всей вероятности, обедненный вариант сообщества *Stricklandia*.

В склоновой фациальной зоне распространено сообщество *Clorinda* с наиболее богатым составом (*Clorinda* sp. sp., *Dicoelosia* aff. *osloensis*, *Ske-*

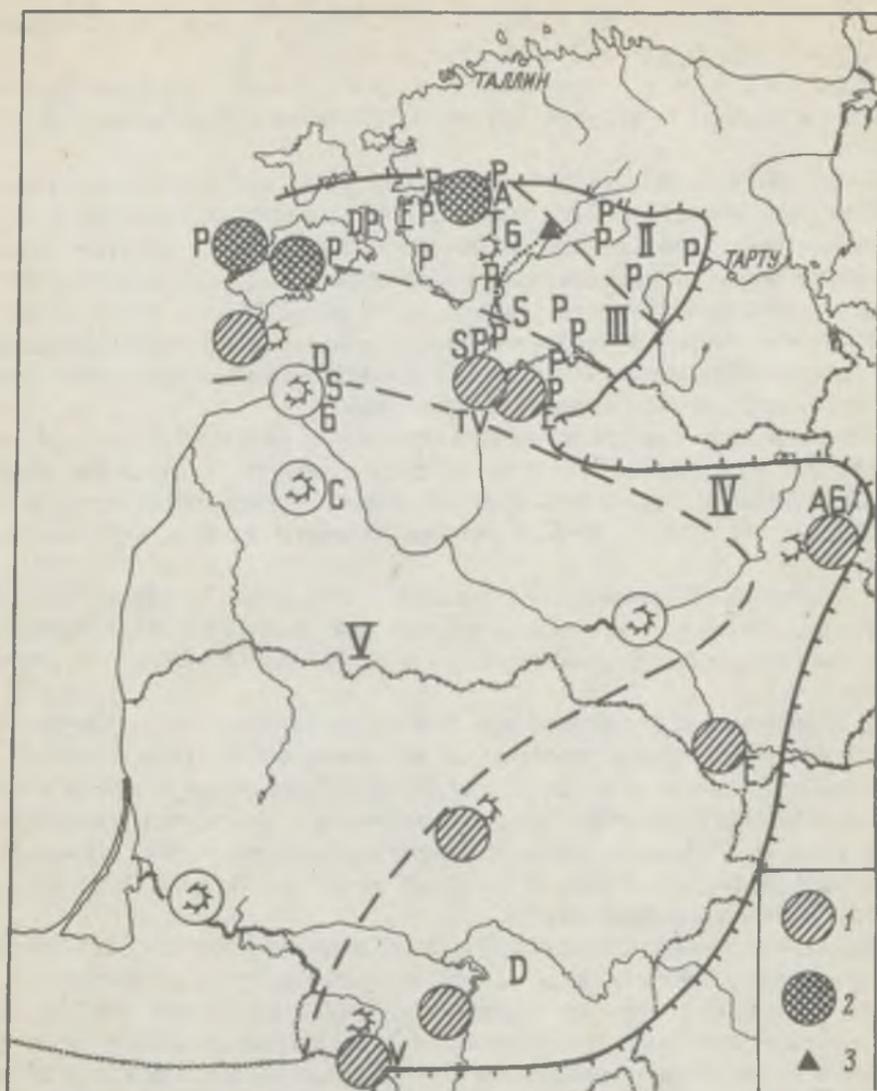


Рис. 2.4. Распространение брахиопод в адаверское время.

1 — сообщество *Dicoelosis* — *Skenidioides*; 2 — сообщество *Dicoelosis* — *Atrypa hedei* — *Glossia* sp. sp.; 3 — сообщество *Costistricklandia*. Восточная граница распространения велизеской свиты показана точечной линией, P — сообщество *Pentamerus oblongus* (в пределах ареала сообщества *Dicoelosis* — *Skenidioides*, под последним). Отдельные элементы: D — *Dicoelosis osloensis*, E — *Cyrtia exprorecta*, T — *Cyrtia trapezoidalis*, A — *Atrypa hedei*, G — *Glossia* sp., S — *Stricklandia lens*, V — *Visbyella visbyensis*, Sc — *Skenidioides lewisi*, C — *Clorinda*.

Остальные обозначения см. рис. 2.2.

nidioides sp., *Leangella scissa*, *Eoplectodonta undulata*, *E. exception*; *E. propinqua*, *Onniella trigona*, *Meifodia* sp., *Protatrypa malmoeensis* и др.) .

А давереский горизонт. Для лучшего понимания состава сообществ нижняя и верхняя половина горизонта рассматриваются раздельно.

В нижней части горизонта (в румбаской свите) широко распространен *Pentamerus oblongus* (рис. 2.4), являющийся доминантом соответствующего сообщества. В зависимости от сопутствующих форм и условий среды *P. oblongus* может составлять разные варианты сообщества, детальное изучение которых является делом будущего. На рис. 2.4 видно, что сообщество *Pentamerus* связано в основном с отмельными и открытошельфовыми отложениями. Возможно, что здесь мы имеем дело с двумя разными сообществами, как в раннем и среднем лландовери.

Немногочисленные представители сообщества *Costistricklandia* (*Costistricklandia lirata lirata* и *Pentameroides* sp.), являющегося аналогом сообщества *Stricklandia*, выявлены (Нестор, Нестор, Рубель, 1978) в открытошельфовых отложениях верхов румбаской свиты лишь в окрестностях Вяндра.

В Южной Прибалтике рассматриваемые сообщества не обнаружены. В разрезе скв. Балтинава на этом уровне (зоны *M. sedgwickii*) М.П. Рубелем обнаружен *Atrypa hedei*, принадлежащий к сообществу *Dicoelosia* — *Skenidioides*.

В велизеской и в шванченской свитах распространено сравнительно однообразное сообщество, которое мы называем сообществом *Dicoelosia*—*Skenidioides* (терминология по Boucot, 1975). Основными членами сообщества являются *Dicoelosia paralata* и *Skenidioides lewisi*, встречающиеся почти во всех изученных разрезах. Менее частыми являются *Leangella scissa*, *Eoplectodonta undulata*, *Atrypa hedei*, *Visbyella visbyensis*, виды родов *Glassia*, *Cyrtia* и некоторые другие.

Возможно, что *Atrypa hedei* и *Glassia* sp. распространены несколько ближе к берегу, чем основной состав сообщества, что в дальнейшем послужит основанием для их выделения в самостоятельное сообщество (см. рис. 2.4; обращаем внимание на то, что на этом рисунке в пределах западной части открытошельфовой зоны румбаская свита покрыта велизеской и поэтому знаки двух типов фауны стоят рядом — к румбаской фауне относятся только знаки "P").

Я н и с к и й г о р и з о н т. Фациальная дифференциация сохранившихся отложений горизонта незначительна (см. рис. 2.5). Соответственно в пределах Прибалтики сравнительно однообразен и состав фауны. Лишь в обнажениях северного побережья о. Сааремаа (Парамая, Лийва, Панга, Ниназе, Суурику, Ундва) встречаются элементы более мелководного сообщества: *Stegerhynchus estonicus*, *Howellella nucula*, *Whitfieldella upsilon*, *Gypidula galeata* и др. Вместе с ними встречаются и виды широкого географического и фациального диапазона, например *Eospirifer radiatus*, *Cyrtia exporrecta*, *Atrypa reticularis* и другие.

В составе рассматриваемого относительно мелководного сообщества представлены элементы сообществ *Striispirifer* и *Gypidulinae* (Boucot,

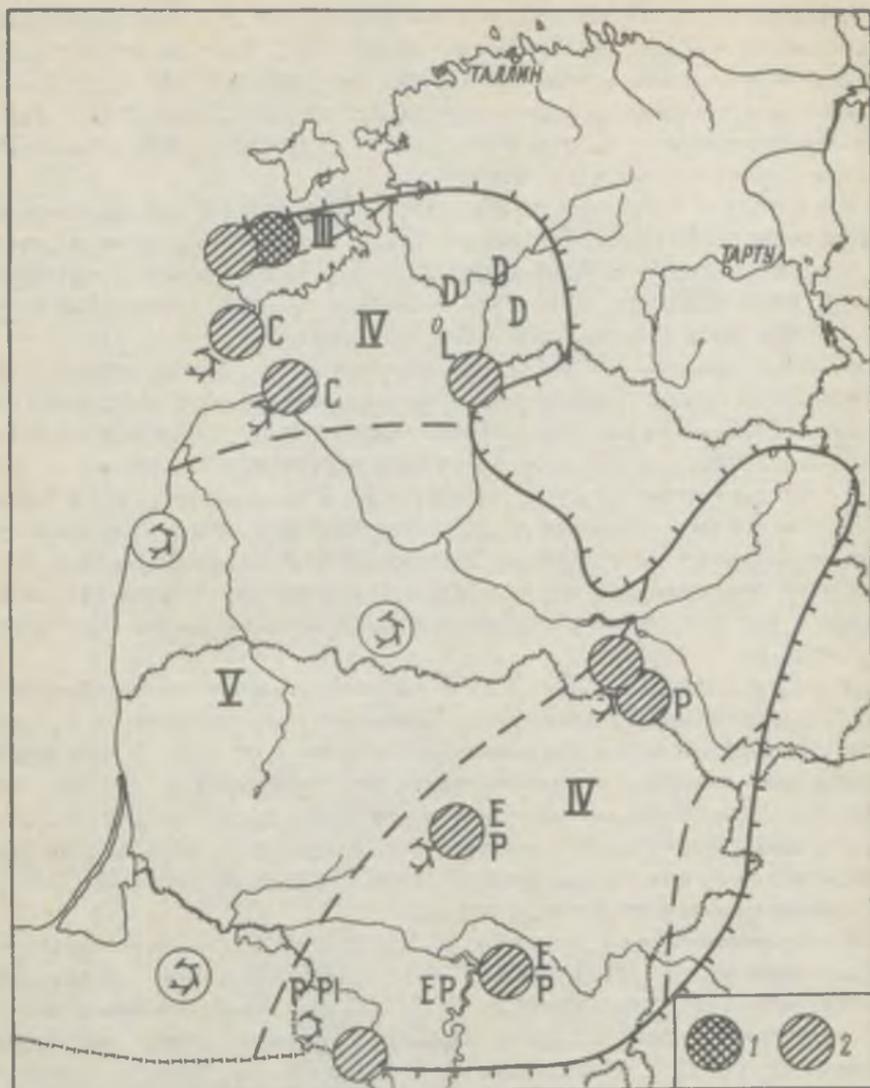


Рис. 2.5. Распространение брахиопод в яниское время.

1 — сообщество *Whitfieldella*; 2 — сообщество *Dicoelosia* — *Skenidioides*. Отдельные элементы: D — *Dicoelosia biloba*, C — *Clorinda* sp., P — *Eoplectodonta*, E — *Cytita exorrecta*, PI — *Plagiorhyncha subanaloga*. Остальные обозначения см. рис. 2.2.

1975), позволяющие считать наше сообщество их аналогом или смешанным вариантом (для удобства назовем его здесь условно сообществом *Whitfieldella*). А. Буко рассматривает названные сообщества в позиции третьей бентосной ассоциации, причем первое в условиях спокойной, а второе — подвижной среды. Такое положение сообщества *Whitfieldella* хорошо согласуется с фаціальным характером отложений и с присутствием в них отдельных элементов сообщества *Stegerhynchus*.

В пределах обширной переходной фациальной зоны распространено однообразное сообщество *Dicoelosia* — *Skenidioides*. Помимо *Dicoelosia biloba* и *Skenidioides lewisi*, в этом сообществе наиболее широко представлены *Plagiorhyncha subanaloga* и *Glassia obovata*. Встречаются также *Cyrtia exprorecta*, *Eoplectodonta* sp. sp., *Resserella* sp. sp. и ряд видов, распространенных и в более мелководных отложениях.

Я ага рах у с к и й г о р и з о н т . Состав и распространение брахиопод мало отличаются от яаниских, лишь в отмельной зоне появляется сообщество биогермных брахиопод, состоящее из *Didymothyris biohermica*, *Stegerhynchus diodontus*, *Howellella cuneata* и других видов. Здесь мы назовем его условно сообществом *Stegerhynchus*.

В более удаленных от берега фациальных зонах господствует в основном яаниская фауна, обогащенная отдельными новыми, малоизученными формами (Рубель, Рыымусокс, 1970). Недостаточная изученность и широкая доломитизация пород затрудняют прослеживание сообществ.

Р о т с и к ю л а с к и й г о р и з о н т . В мелководной части бассейна содержится мало брахиопод. Для более глубоководных отложений характерна недостаточно изученная венлокская ассоциация брахиопод. Из-за недостатка полноценного материала мы воздержимся от более детального анализа и укажем лишь на присутствие лингулид в лагунных отложениях горизонта.

П а а д л а с к и й г о р и з о н т . В пределах отмельной фации выделяются два сообщества брахиопод. Первое из них, называемое здесь сообществом *Stegerhynchus*, связано с биогермами (рис. 2.6). В него входят *Stegerhynchus diodontus*, *Gypidula galeata*, *Sphaerirhynchia* sp., *Didymothyris biohermica*, *Quadrithyris sinuata* и ряд видов более широкого распространения. По всей вероятности, это сообщество занимает ту же позицию, что и сообщество *Linoporella* в ландовери. Аналогия дополняется и тем, что оба сообщества сильно дифференцированы.

В несколько более удаленных от берега частях отмельной фации и в открытошельфовой фациальной зоне распространено сообщество *Didymothyris* — *Salopina*, состоящее из *D. didyma*, *Protochonetes striatellus*, *Delthyris elevata*, *Howellella elegans*, *Salopina* sp. и других видов (см. Рубель, Рыымусокс, 1970). Учитывая данные А. Буко (Boucot, 1975), приведенный список следует рассматривать как результат смешения элементов двух сообществ — *Didymothyris* (обыкновенно слабодифференцированного) и *Salopina* (сильнодифференцированного), распространенных, по А. Буко, в позиции второй бентосной ассоциации.

На возможные соотношения этих сообществ проливает свет исследование Р.Э. Эйнасто (Einasto, 1976), детально изучившего распределение *D. didyma* в разных отложениях. По его данным, массовое распространение этого вида связано с домеритами и доломитовыми известняками внешнего края лагунной зоны (в основном цельные экземпляры) и детритовыми известняками внутреннего края отмельной зоны (в основном обломки створок). Спорадически *D. didyma* встречается и в полидетритовых глинистых известняках открытошельфовой фациальной зоны.

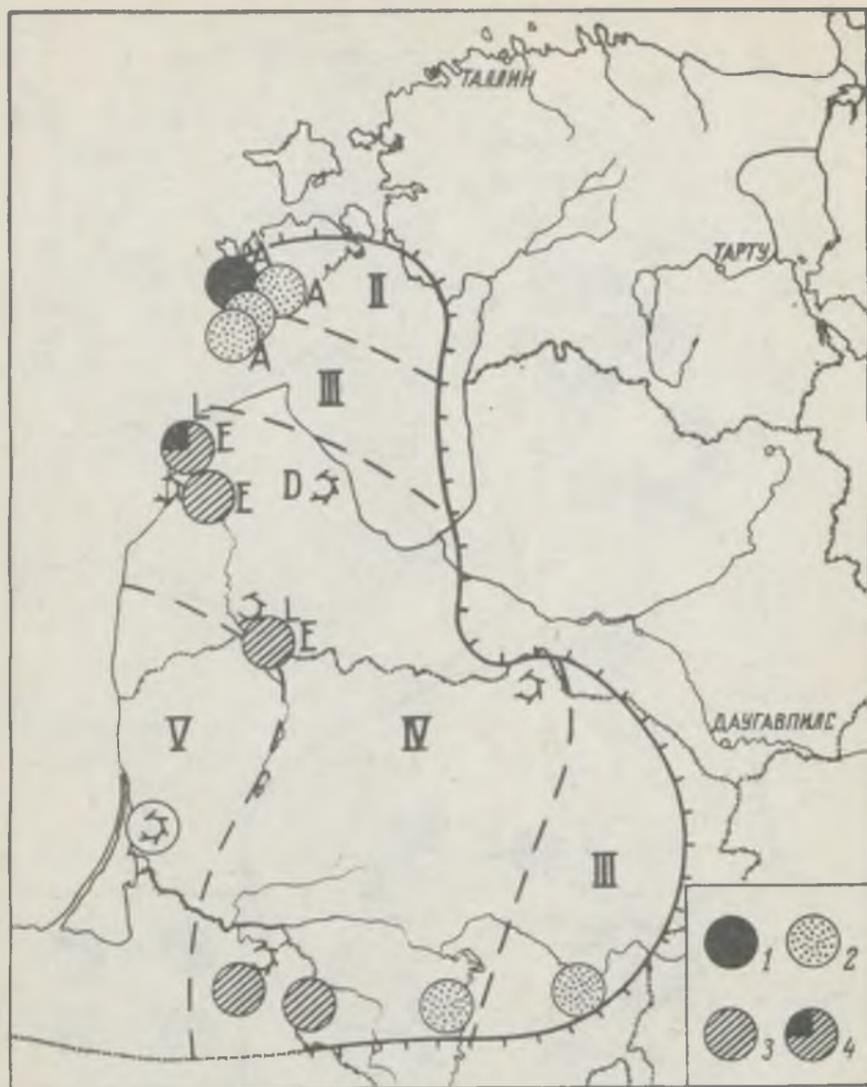


Рис. 2.6. Распространение брахиопод в пладаское время.

1 — сообщество *Stegerhynchus*; 2 — сообщество *Didymothyris* — *Salopina*; 3 — сообщество *Dayia* (*D. navicula*, *Glassia* sp. sp и *Isorthis* sp.); 4 — то же самое с элементами сообщества *Stegerhynchus* в верхней части разреза. Отдельные элементы: А — *Microsphaeridiorhynchus nucula*, Е — *Eomartiniopsis ludloviensis*, D — *Dayia navicula*, L — *Leptaena venzavensis*. Остальные обозначения см. рис. 2.2.

По приведенным выше данным можно заключить, что более или менее моноксонное сообщество *Didymothyris* распространено в отмельной и частично в лагунной фациальных зонах, тогда как некоторая часть особей *D. didyma*, вероятно, входит в более разнообразное сообщество *Salopina*.

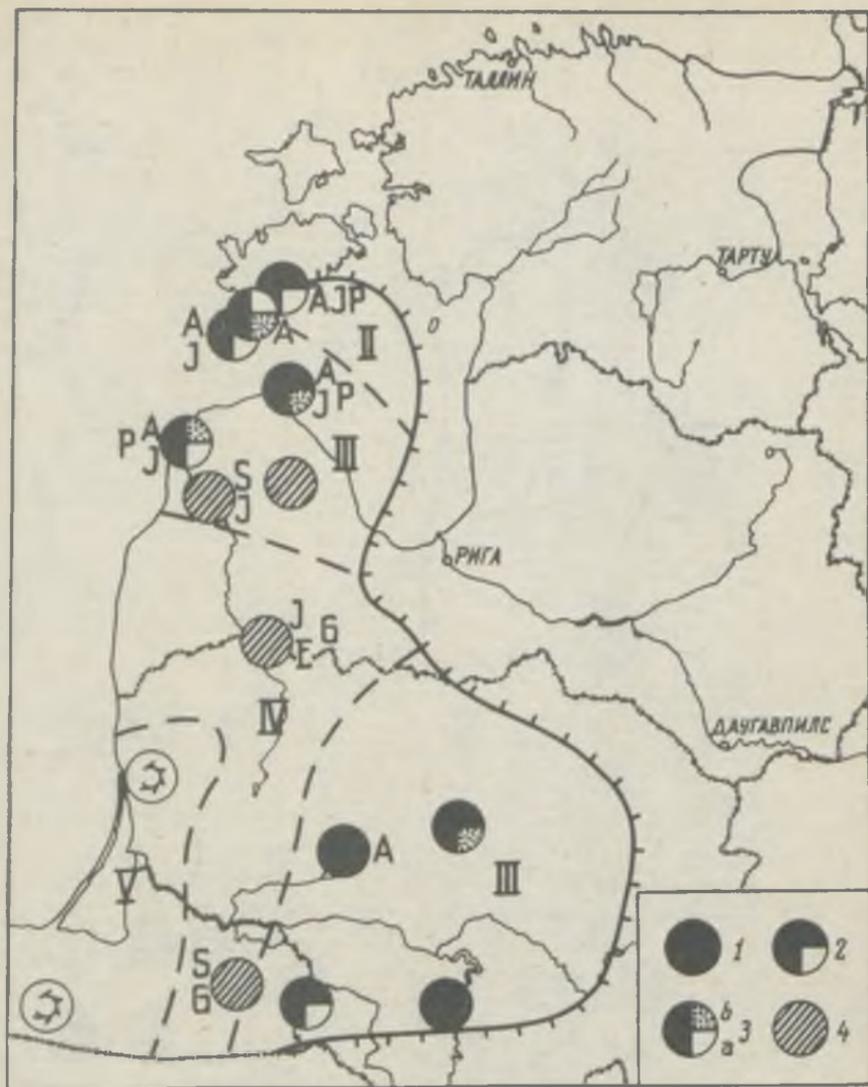


Рис. 2.7. Распространение брахиопод в курссааресков время.

1 — *Atrypoides prunum*; 2 — *A. prunum* с элементами сообщества *Номоэспира* (см. 3), 3 — *A. prunum* совместно с *Delthyris magna* (а) и *Номоэспира baylei* (б), 4 — *Dayia navicula*. Отдельные элементы: А — *Microsphaeridiorhynchus nucula*, J — *Isorthis canaliculata*, S — *Protochonetes stonishkensis*, E — *Eomartiopsis ludloviensis*, G — *Glossia* sp., P — *Protochonetes piltensis*. Остальные обозначения см. рис. 2.2.

Вследствие того, что соотношения вышеназванных сообществ не установлены, сохраним условное название *Didymothyris — Salopina*, но в том случае, когда в сообществе будет доминировать *Didymothyris* (что бывает довольно часто), расширим это название на все сообщество.

Учитывая распространение *Didymothyris* в разрезах скважин Охесааре, Каугатума, Григишкес и других, а также данные Р.Э. Эйнасто (Einasto, 1976), считаем, что это сообщество отчасти охватывает и позицию третьей бентосной ассоциации.

В склоновой фациальной зоне распространяется сообщество *Dayia* (рис. 2.6), в котором совместно с *D. navicula* встречаются *Isorthis* sp., *Eomartiniopsis ludloviensis*, *Leptaena venzavensis*, *Glassia* sp., *Dalejina hybrida* и некоторые другие.

Вопрос о соотношениях компонентов этого сообщества будет рассмотрен ниже. Здесь следует лишь отметить первое появление *Microsphaeridiorhynchus nucula* в сравнительно мелководных фациях.

Курессаареский, каугатумаский и охесаареский горизонты. Названные горизонты весьма близки по составу брахиопод (рис. 2.7 и 2.8), и на первый план поэтому выступают экологические различия и последовательность смены сообществ. Поэтому рассмотрим их совместно.

В курессаареское время в отмельной, а частично и в пределах открытошельфовой зоны распространяется *Atrypoidea prunum* (рис. 2.7), составляющий одноименное слабодифференцированное сообщество. Последнее часто перемежается с соседним сообществом, называемым здесь сообществом *Homoeospira*, в котором наибольшее значение имеют *Homoeospira baylei* и *Delthyris magna*, реже встречаются *H. cf. bouchardi*, *Dalejina hybrida* и некоторые эврифациальные виды (*Microsphaeridiorhynchus nucula*, *Protochonetes piltensis*). Недостаточно ясно положение *Protochonetes stonishkensis* — он встречается в разрезах как вместе с *Dayia navicula*, так и с видами сообщества *Homoeospira*, причем в разрезах с *Dayia* он занимает регрессивные участки, т.е. более прибрежную часть фациальной зоны.

В разрезах Дубовское, Эзере и Вентспилс хорошо прослеживается следующий порядок появления сообществ по ходу регрессивной фазы развития (рис. 2.9 и 2.10): граптолиты, *Dayia*, *Homoeospira* и, наконец, *Atrypoidea* (если он вообще представлен в данном разрезе). Лишь в разрезе Пилтене до *Atrypoidea* встречаются *Dalejina* и *Protochonetes*, а *Delthyris magna* и *Homoeospira baylei* появляются позже.

В разрезах, расположенных ближе к берегу (в пределах отмельной и открытошельфовой зон), после лудловского сообщества *Didymothyris* первыми появляются элементы сообщества *Homoeospira*, а затем *Atrypoidea* (Кингисепп, Каугатума, — см. рис. 2.11 — и Охесааре). Такая последовательность свидетельствует, по нашему мнению, о непродолжительной трансгрессии в курессаареское время и о последующей более продолжительной регрессии. С последней связано и появление *Stegerhynchus pseudo-bidentatus* в мелководных отложениях даунтона.

А. Буко (Boucot, 1975) помещает сообщество *Atrypoidea* (так же, как и *Didymothyris*) в позицию второй бентосной ассоциации, а *Dayia* — в пределы третьей ассоциации, т.е. считает их соответственно аналогами ландоверийских сообществ *Eocoelia* и *Pentamerus*.

В составе сообщества *Homoeospira* имеется ряд общих элементов с сообществами *Striispirifer* (*Dalejina*, *Microsphaeridiorhynchus*) и *Eccentricosta*

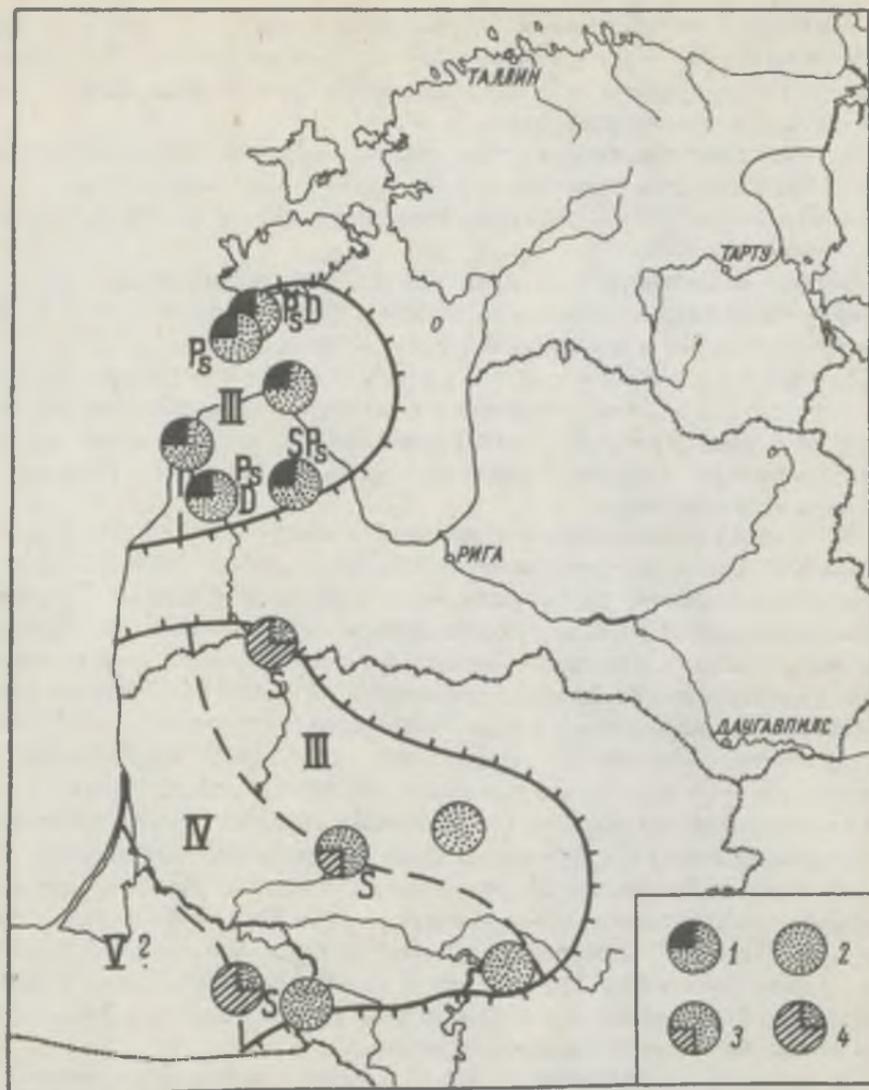


Рис. 2.8. Распространение брехиопод в каугатурмаское время.

1 — *Atrypoides prunum*, *Delthyris magna*, *Homoeospira baylei*; 2 — *Delthyris magna* или *Homoeospira baylei* (в разрезе скв. Вирбалис); 3 — те же вместе и редкий *Dayia navicula* внизу; 4 — *Dayia navicula* и редкий *Delthyris magna* наверху. Отдельные элементы: D — *Dayia navicula*, Ps — *Stegorhynchus pseudobidentata*; S — *Protochonetes stonishkensis*. *Microsphaeridiorhynchus nucula*, *Isorthis canaliculata*, *Protochonetes piltensis* встречаются во всех разрезах (последние два вида не установлены только в разрезе скважины Дубовское). Остальные обозначения см. рис. 2.2.

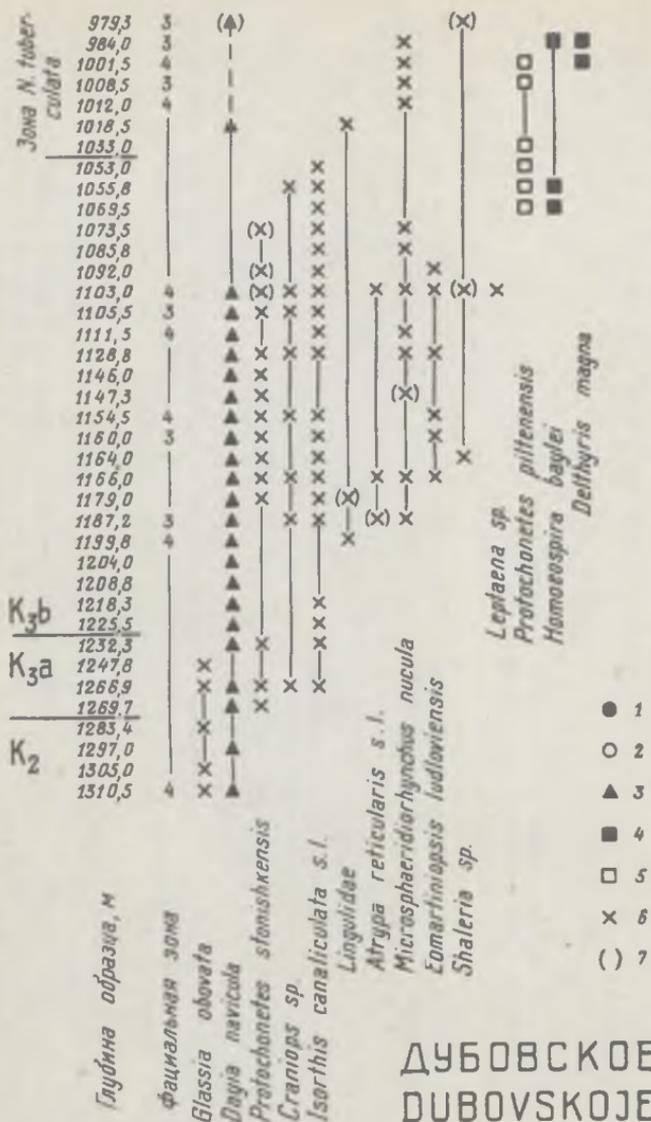


Рис. 2.9. Распространение брахиопод в разрезе скважины Дубовское. К₂ — павдласский горизонт; К_{3a} — курессаареский горизонт; К_{3b} — каугатумасский горизонт с зоной *Nodibeyrichia tuberculata* в верхней части. Условные обозначения. 1 — 4 — характерные виды сообществ: 1 — *Didymothyris didyma*, 2 — *Atrypoides prunum*, 3 — *Dayia navicula*, 4 — *Homotospira baylei* и *Delthyris magna*; 5 — остальные виды сообщества *Homotospira*; 6 — эврифациальные и другие виды; 7 — неуверенные определения, *conformis* и т.д.

Фациальная интерпретация образцов указана цифрами: 1 — лагунная, 2 — отшельная, 3 — открытотельфовая, 4 — склоновая. Линия заменяет повторяющиеся одинаковые цифры.

В пределах К₂ вместе с брахиоподами сравнительно часто встречаются граптолиты, в К_{3a} они редки (см. Кальо, Сарв, 1976).

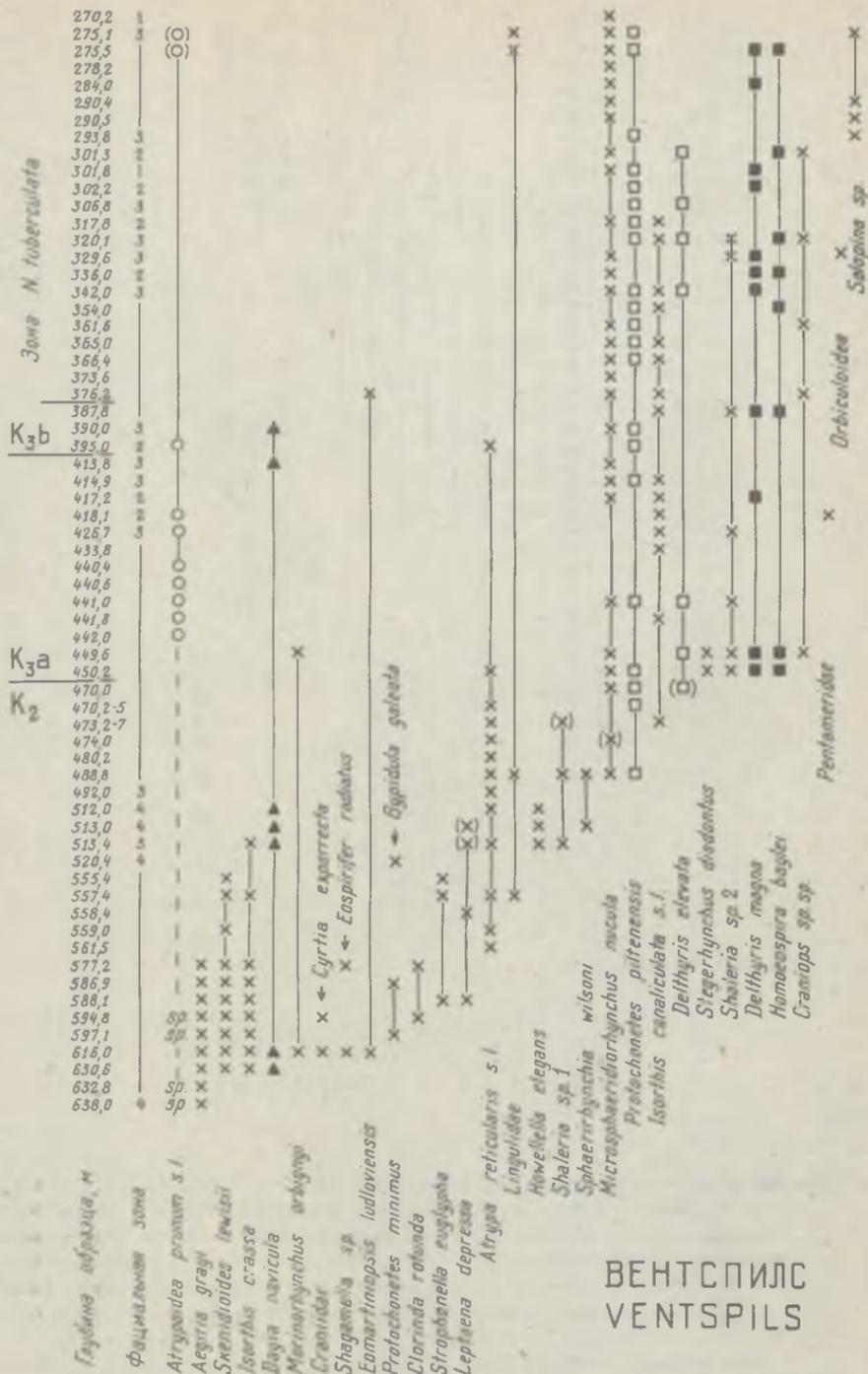


Рис. 2.10. Распространение брахиопод в разрезе скважины Вентспилс. Обозначения см. рис. 2.9. Отдельные граптолиты в интервале 557 — 580 м, глубже их остатки становятся многочисленными.

(*Isorthis*, *Delthyris*, *Atrypa reticularis*) (см. Boucot, 1975). Это увеличивает возможность считать их аналогами какого-то сообщества в позиции третьей бентосной ассоциации, т.е. они распространены более глубоко, чем *Atrypa*, но, по ориентации А. Буко, — на одном уровне с *Dayia*.

Последний вывод не согласуется с прибалтийским материалом. Рис. 2.7. и 2.8 убеждают нас в том, что сообщество *Dayia* в чистом виде распространялось в зоне тиховодных отложений переходной фации, которая, учитывая данные по верхнему лландовери и венлоку (см. выше), соответствует по положению четвертой и пятой бентосным ассоциациям А. Буко (Boucot, 1975).

Таким образом, учитывая порядок появления брахиопод в регрессивном разрезе (после граптолитов сразу, и отчасти уже совместно с ними, появляется *Dayia*, а затем другие — см. рис. 2.9 и 2.10), и распространение их в основном в пределах склоновой фациальной зоны (см. рис. 2.7 и 2.8), мы помещаем сообщество *Dayia* в положение четвертой и пятой бентосных ассоциаций.

Это конечно, не означает, что отдельные особи *Dayia* не могут быть найдены в более мелководных отложениях (см. рис. 2.10) (возможно, также в "языках" соответствующих отложений. Например, *D. navicula* обнаружен М.П. Рубелем в разрезе скв. Каугатума, в эйгуских слоях).

Связь сообществ с фациальной зональностью. Выводы

Наш анализ проводился до сих пор на основе литолого-фациальных карт горизонтов. С целью показать действительные соотношения в разрезах сообществ, отраженных на картах одним знаком, обобщающим присутствие двух-трех сообществ, рассмотрим распространение брахиопод в трех буровых разрезах в пределах верхнего силура (см. рис. 2.9 — 2.11). Выбранные разрезы расположены в разном удалении от берега: Дубовское — в относительно глубокой, Вентспилс — в средней и Каугатума — в прибрежной части моря.

Для каждого образца, содержащего остатки брахиопод, определялись его фациальная принадлежность (использовались работы Кальо, Сарв, 1976; Мярсс, Эйнасто, 1978 и рукописное описание разреза Каугатума, составленное Р.Э. Эйнасто, интерпретация велась главным образом по критериям, предложенным в труде Нестор, Эйнасто, 1977) и состав ассоциаций брахиопод. Это позволило выявить связь сообществ с фациями не только обобщенно, на уровне горизонта, как на картах, а детально — в основном на уровне слоя мощностью около 10 см.

Главные результаты анализа отражены в табл. 2.2. При этом в таблице учитывались для большей точности лишь те образцы, в которых содержались остатки характерных (номинальных) видов сообществ (114 из 189 изученных образцов).

Объяснение к табл. 2.2: в графах по фациальным зонам (II — отмельная, III — открытошельфовая, IV — склоновая) приведены данные о коли-

Таблица 2.2

Распределение сообществ брахиопод по фациальным зонам в трех буровых разрезах
 Brachiopod communities and facies in the Kaugatuma, Ventspils and Dubovskoje boring
 sections

Разрез		Кaugатума		Вентспилс			Дубов- ское	Итого, %			
		II	III	II	III	IV		III	IV	II	III
Сообщест- во	Гори- зонт	Фациальная зона									
		II	III	II	III	IV	III	IV	II	III	IV
<i>Salopina</i>	K _{3b}	—	—	—	4/100	—	—	—	—	100	—
<i>Dayia</i>	K _{3b}	—	2/9	—	1/5	—	7/32	12/54	—	46	54
	K _{3a}	—	—	—	1/25	—	—	3/75	—	25	75
	K ₂	—	—	—	1/14	4/58	—	2/28	—	14	86
<i>Homoeospira</i>	K _{3b}	8/23	8/23	4/12	7/21	—	2/6	5/15	35	50	15
	K _{3a}	5/38	5/38	1/8	2/16	—	—	—	46	54	—
<i>Atrypoides</i>	K _{3b}	15/59	10/38	1/4	—	—	—	—	62	38	—
	K _{3a}	2/25	—	2/25	4/50	—	—	—	50	50	—
<i>Didymo- thyris</i>	K ₂	2/50	2/50	—	—	—	—	—	50	50	—

честве образцов, в которых выявлено соответствующее сообщество — первая цифра показывает число образцов, вторая (после наклонной черточки) — их долю среди образцов определенного сообщества одного горизонта в %. Графы "итога" показывают процентное распределение сообществ по фаціальным зонам.

Приведенные на рис. 2.9 — 2.11 и в табл. 2.2 данные позволяют сделать некоторые выводы.

1. Сообщества (в данном случае их характерные виды) встречаются, как правило, более чем в одной фаціальной зоне, предпочитая, однако, при этом одну из них (данные табл. 2.2 по сообществам *Didymothyris* и *Salopina* для анализа недостаточны). Например, *Atrypoides* встречается преимущественно в отмельной (59%), *Homoeospira* — в открытошельфовой (51%) и *Dayia* — в склоновой фаціальной зоне (64%) (% выведен по сумме образцов, содержащих соответственное сообщество).

2. Во времени и пространстве проявляются некоторые тенденции изменения распределения, имеющие явно каузальный характер (обусловленный фаціальным развитием бассейна). Из-за ограниченности материала воздержимся от их комментирования.

3. Сообщества перемежаются в разрезах, практически не смешиваясь (совместное нахождение представителей разных сообществ установлено лишь в разрезе Каугатума, где оно наблюдалось в случаях (10%) 6 и 59.

4. Полученные путем детального анализа результаты уточняют и конкретизируют, но не изменяют выявленные на базе литолого-фаціальных карт выводы о связях сообществ с фаціальными зонами.

Рассмотренные выше сообщества брахиопод приведены в табл. 2.3. Они расположены в таблице согласно их расположению относительно фаціальных зон. Тем самым они скоррелированы и между собой и могут быть сопоставлены с точки зрения фаціальной интерпретации. В таблице указана и позиция каждого сообщества в пределах бентосных ассоциаций по А. Буко (Boucot, 1975).

Таблица показывает, что последовательность распространения прибалтийских сообществ и сообществ приведенных А. Буко, одинакова. Однако оценка позиции сообществ А. Буко в некоторых случаях вызывает сомнение и, на наш взгляд, требует уточнения.

Так, например, М.П. Рубель (Rubel, 1970) считает выделенное им сообщество *Linoporella* аналогом сообщества *Eocoelia* (вторая бентосная ассоциация). А. Буко (Boucot, 1975) относит его, как и сообщество *Borealis*, к третьей бентосной ассоциации. Учитывая распространение названных сообществ в фаціальных зонах Прибалтийского бассейна, мы придерживаемся первого мнения.

Весьма интересно (см. табл. 2.3), что переходную фаціальную зону в течение силура постепенно населяет, если использовать интерпретацию А. Буко, более мелководное сообщество: в начале силура в этой зоне установлена *Clorinda*, в середине его — *Dicoelosia* — *Skenidipoides* и в конце — *Dayia*. На первый взгляд, это хорошо согласуется с общей регрессией Палеобалтийского моря и с его обмелением в пределах соответствующей зо-

СООБЩЕСТВА БРАХИОПОД (Brachiopod communities)

Фациальная зона Facies belt	Нижний-средний лландовери Lower-Middle Llandovery	Верхний лландовери Upper Llandovery	Венлок Wenlock	Нижний лудлов Lower Ludlow	Верхний лудлов-даунтон Upper Ludlow-Downton
	Сообщества			Communities	
I	2	2	„Lingula“	2	2
II	<i>Linoporella</i> 3(2)	<i>Borealis</i> 3(2)	<i>Stegerhynchus</i> (2)	<i>Stegerhynchus</i> (2)	<i>Stegerhynchus</i> ? (2)
III	<i>Pentamerus</i> 3	<i>Pentamerus</i> 3	<i>Whitfieldella</i> (3)	<i>Didymothyris-Salopina</i> 2 (2-3)	<i>Atrypa</i> (2)
	<i>Stricklandia-Zygospiraella</i> 4	<i>Castrostricklandia</i> 4			<i>Homaeospira</i> (3)
IV	<i>Clorinda</i> 5	<i>Dicoelasia-Skenidioides</i> 4 (4-5)	<i>Dicoelasia-Skenidioides</i> 4 (4-5)	<i>Dayia</i> 3 (4-5)	<i>Dayia</i> 3 (4-5)

Примечание: первая цифра под названием сообщества означает номер бентосной ассоциации по А. Буко (Boucot, 1975), в скобках приведена наша интерпретация в том случае, если она отличается.

ны. Однако фациальные карты, опубликованные Д.Л. Кальо и Э.А. Юргенсон (1977), все же показывают, что это могло иметь значение только на отдельных стадиях развития бассейна. Например, паадлаские и каугатумаские отложения склоновой фациальной зоны содержат несколько больше карбонатов (мергели с комками и прослоями известняка), чем отложения предыдущих горизонтов. Но, с другой стороны, именно в таких же отложениях ыхнеской свиты встречалась *Clorinda* в начале силура. Поэтому нам кажется возможным сделать в данном случае следующий вывод: во-первых, вероятно, не всегда достаточно ясно выделяется самостоятельная пятая бентосная ассоциация, так как число и разнообразие ассоциаций может изменяться в зависимости от местных фациальных условий, стадии развития бассейна и т.д. Во-вторых, и интерпретация позиции бентосной ассоциации не всегда является однозначной, важнее одинаково понимать последовательность сообществ, которая дает важную информацию о фациальном характере и тенденциях развития бассейна.

Изученный материал еще раз подтверждает известную ранее закономерность, согласно которой разнообразие сообществ увеличивается по мере удаления от берега. Так, и в силуре Прибалтики подобные слабо дифференцированные сообщества, как *Borealis*, *Pentamerus*, *Didymothyris*, распространены в прибрежных отложениях (отмельных, реже лагунных или открытошельфовых), тогда как наиболее дифференцированные сообщества (*Dicoelasia* — *Skenidioides*, *Clorinda* и др.) приурочены к склоновой фациальной зоне.

Табл. 2.2, 2.3 и рис. 2.2 — 2.8 убеждают нас также в существовании тесного фациального контроля распространения сообществ — в однотип-

ных (в фациальном смысле) отложениях встречаются однотипные сообщества. Наш материал не позволяет утверждать, что определенные виды брахиопод встречаются лишь в определенных породах — для этого нужно провести более длительный анализ, но общая зависимость очевидна.

Хочется еще добавить, что по нашему мнению, эту связь следует интерпретировать как комплексное влияние среды и биоса, т.е. экосистемы в целом, а не одного только компонента, как например, батиметрии, характера грунта и т.п., хотя в определенных условиях отдельные компоненты могут приобретать ведущее значение. Так, видимо, в условиях отменили большее внимание имели характер грунта, защищенность от волн, соседи и другие факторы, тогда как в более глубоководных частях моря на первый план выступали батиметрия, условия питания и т.п. (об этом свидетельствует постепенное появление разных брахиопод по мере уменьшения глубины моря в позднем силуре, см. рис. 2.9).

В заключение следует остановиться на значении брахиоподовых сообществ. Как известно, А. Мартинссон (Martinsson, 1976) высказался весьма отрицательно в отношении сообществ "одного филума", не имеющих, по его мнению, биосоциологической реальности. Это высказывание А. Мартинссона кажется нам слишком категоричным. Конечно, при анализе экосистем можно считать полноценными лишь сообщества на уровне биоценозов или хотя бы палеоценозов. Выделение таких сообществ, разработка иерархической классификации, методики выделения и т.п. являются, несомненно, одной из актуальнейших задач палео (био) ценологии. С другой стороны, нельзя не отдать должного и монотипным сообществам, выделяемым А. Циглером и другими авторами. Благодаря этому значительно повысилось внимание исследователей к вопросам палеоэкологии и фациального контроля.

Наш опыт показывает, что хотя брахиоподовые сообщества сами по себе не дают полного представления о биоценозах, их последовательная смена в пространстве и во времени, обусловленная фациальной зависимостью, может быть истолкована как отражение смены экосистем. С другой стороны выявление закономерностей распространения и фациальной зависимости брахиопод дает в руки исследователя важнейшие для экостратиграфии параметры, имеющие также большое значение для практической геологии при поисках углеводородов и других полезных ископаемых.

ГЛАВА 3. СООБЩЕСТВА ТАБУЛЯТ (ПОЗДНИЙ ВЕНЛОК И ЛУДЛОВ ОСТРОВА ГОТЛАНД)

В истории развития силурийского Палеобалтийского бассейна наиболее сложным является этап, охватывающий переход от венлока в лудлов. Обмеление северной окраины бассейна (район Прибалтики) и сохранившиеся более глубоководные условия в его юго-западной части (район о. Готланд) привели к тому, что в этом стратиграфическом интервале мы в настоящее время встречаем порою довольно различные ассоциации фауны в весьма близких районах. Это значительно затрудняет детальную корреляцию разрезов с помощью традиционных палеонтологических критериев, т.е. по распространению руководящих видов и целых фаунистических комплексов, так как они могут иметь различный интервал распространения. Сказанное, в частности, относится к табулятам. Будучи обитателями преимущественно отмельной фациальной зоны и более мелкой части открытого шельфа, они чаще подвергались воздействию быстрых и кратковременных изменений береговой линии, чем сообщества более удаленных от берега групп организмов.

В настоящей главе рассматриваются сообщества табулят силура о. Готланд начиная от верхней половины слоев Слите до слоев Хемсе включительно и их соотношения с коралловыми сообществами из поздневенлокских и лудловских отложений Эстонии. Исследование основывается на материалах, полученных из фондов Государственного музея естествознания (Стокгольм) или собранных самим автором.

Сообщество *Halysites junior*

Большая часть слитеского времени ознаменовалась в развитии Палеобалтийского бассейна широким распространением табулятового сообщества *Halysites junior*. Наряду с видом-индексом, в это наиболее богатое венлокское сообщество вошли *Palaeofavosites collatatus* Klaam., *Multisolenia excelsa* Klaam., *Thecia confluens* (Eichw.), *Barrandeolites bowerbanki* (M. — Edw. et Haime), *Coenites juniperinus* Eichw., *Heliolites decipiens* (M'Coу) и др. На Готланде сообщество представлено наиболее богато в подразделениях "d" и "g" слоев Слите, но *Halysites junior* встречается довольно часто начиная с известняка Катринелунд (Слите "с") до оолита Бара (Халла "а") и также в мергелях Слите, вероятно фациально замещающих другие подразделения слоев Слите. В силуре Эстонии сообщество *Halysites junior* приурочено к нижней половине маазиских слоев яагарахусского горизонта. В пространстве рассматриваемое сообщество заняло вполне четко очерченную полосу, протянувшуюся параллельно предполагаемому северному берегу периконтинентального бассейна того времени (рис. 3.1), хорошо согласуясь с имеющимися фациальными реконструкциями (Кальо, 1970; Кальо, Юргенсон, 1976), разработанными для Прибалтики. По своему составу сообщество обнаруживает большое постоянство по всей площади распространения, и единственным существенным отличием, по

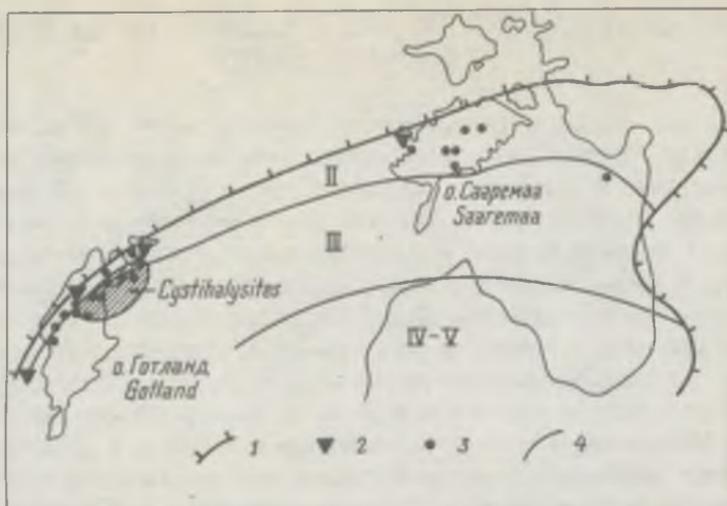


Рис. 3.1. Распространение сообщества *Halysites junior* и фации Палеобалтийского бассейна в позднеплистосенское — маазиское время. Зоны: I — лагунная, II — отмельная, III — открытошельфовая, IV — склоновая, V — бассейновая. 1 — северная граница выхода отложений, 2 — биогермы, 3 — местонахождения кораллов данного сообщества, 4 — граница фациальных зон. Косой штриховкой выделен ареал распространения цистихализитов.

сравнению с Эстонией, является присутствие в нем на Готланде цистихализитов — *Cystihalysites cavernosus* (Fischer-Benzon) и *C. blackwayensis* Sutton, найденных в полосе от юго-восточного берега о. Форэ через Хеллви, Отхем и Боге до Далхема. Эти виды обнаруживают привязанность к мергелям Слите и слоям с *Pentamerus gothlandicus*, занимающим в сводном разрезе слоев Слите высокое положение. Как известно, слои с *P. gothlandicus* в юго-западной части Готланда непосредственно подстилают т.н. *Slite Siltstone*, образующий кровлю слитеских слоев (Laufeld, 1974a).

Кораллы данного сообщества образуют биогермы и биостромы в зернистых детритовых известняках с четкой слоистостью, содержащих ругозы, строматопораты, брахиоподы, остракоды, местами двухстворки. При этом рифовые образования лучше развиты в противоположных концах полосы выхода слоев Слите — на юго-восточном побережье о. Форэ и на о. Стура Карлсе. На большей части территории распространения сообщество *Halysites junior* рассредоточено в виде спорадически разбросанных колоний в более или менее четко стратифицированных зернистых или илито-зернистых известняках. Это показывает, что оно занимало как отмельную зону моря, так и граничившую с ней часть открытого шельфа.

Со стратиграфической точки зрения примечательно, что рассматриваемое коралловое сообщество занимает тот же интервал разреза слоев Слите, в котором распространяется остракодовая фауна *Leptobolbina quadricuspidata* и *Craspedobolbina cuspidulata* (Martinsson, 1967). Для определения геологического возраста сообщества важны также найденные Т. Мярсс че-

шуи телодонта *Logania taiti* в заполнении лакун *Cystihalysites cavernosus* из местонахождения Нюгрод 1/мергели Слите или слои с *Pentamerus gothlandicus* (Laufeld, 1974 b)/. В Эстонии зона *L. taiti* является древнейшей телодонтовой зоной в объеме маазиских и тагавереских слоев ягаарахуского горизонта (см. главу, написанную Т. Мярсс в настоящем сборнике). На появление первых вертебрат в силуре Готланда в верхах слоев с *Leptobolbina quadricuspidata* и *Craspedobolbina cuspidulata* указал и А. Мартинссон в выше упомянутой работе 1967 г. Эти данные еще раз подтверждают, что сообщество *H. junior* занимает в силуре Готланда и о. Сааремаа примерно одинаковое стратиграфическое положение, т.е. уровень не выше кровли ягаарахуского горизонта Эстонии, вероятнее всего уровень маазиских слоев.

Сообщество *Parastriatopora priva*

Это сообщество выделяется по материалам из местонахождений Херсне 1 — 4 (слои Халла, подразделение "b"). Оно состоит в основном из мелких цилиндрических, ветвистых и корковидных форм табулят, которые вместе со строматопоратами и многочисленными известковыми водорослями слагают небольшие биогермы (мощность 1 — 2 м, около 10 м.в поперечнике). В Херсне 3 можно наблюдать, что биогермы залегают выше слоя синевато-серого глинистого доломита, покрытого пластом метабендонита толщиной до 20 см. В известной сводке о метабендонитах Готланда (Laufeld, Jeppsson, 1976) этот пласт упущен из виду. В сторону биогерма пласт становится волнистым и его мощность значительно убывает. В основании биогерма встречаются только сферические известковые водоросли с мелкобугорчатой поверхностью, переросшие корковидными строматопоратами *Labechia conferta* (Lonsdale)/. Которые в свою очередь, перевиты неправильными тонкими пластинчатыми табулятами. Такое сочетание жизненных форм, т.е. сильное преобладание тонковетвистых и корковидных колоний кишечнополостных, создает аналогию с некоторыми современными органогенными постройками, расположенными в тыльной стороне рифового барьера или в мористой стороне лагун (patch reefs). Подобное место могло бы занимать и сообщество *Parastriatopora priva*. Вероятность такого вывода вытекает из общего регрессивного развития Палеобалтийского бассейна в позднем венлоке, ставшего очевидным именно после исчезновения кораллового сообщества *Halysites junior*.

По видовому составу сообщество *Parastriatopora priva* небогатое. Кроме вида-индекса, в него входят: *Thecia expatiata* (Lonsdale), *Thecia confluens* (Eichwald), *Coenites juniperinus* Eichwald, *Palaeofavosites imbellis* (Klaam), *Pf. tersus* Klaam., *Pf. asper* (d'Orbigny), *Desmidopora acuminata* (Lindström). Из них 4 вида являются переходными из предыдущего сообщества, а 2 (*Pf. imbellis* и *Desmidopora acuminata*) — рекуррентными из сообществ хегклинтского времени. *Thecia expatiata* представляет собой первый элемент из коралловой фауны формации Мач Венлок Англии. Оттуда же происходят и некоторые наиболее часто встречающиеся в слоях Халла

строматопораты (Mori, 1970). Видовой состав сообщества показывает его близость к предыдущему сообществу. К этому же заключению приводит его распространение в венлоке Эстонии, где *P. priva* приурочен к верхам маазиских слоев (Клааманн, 1980) и его первые находки сделаны на одном уровне с последними представителями *H. junior* /разрез скв. Кингисепп (Ин-та геологии), глуб. 94,8 – 94,9 м/. Выше, как и на Готланде, постепенно исчезают виды, известные по сообществу *H. junior*, и начиная с тагавереских слоев распространяется практически монотаксонное лагунное сообщество *Riphaeolites lamelliformis*. Примечательно, что и в Эстонии появление *Parastriatopora priva* приурочено к непосредственной близости сравнительно мощного пласта метабентонита внутри маазиских слоев. На основе такой аналогии появление сообщества *P. priva* в районах о. Сааремаа и о. Готланд можно считать более или менее одновременным. В первом оно существовало до конца маазиского времени, во втором, видимо, несколько дольше, будучи одновременно и сообществом *Riphaeolites lamelliformis* Прибалтики. Такой вывод вытекает из геологического возраста следующего готландского кораллового сообщества (см. ниже).

Сообщество *Palaeofavosites asper*

Под таким названием на Готланде выделяется однообразное, почти монотаксонное сообщество карликовых фавозитид, заключенное в плотный буровато-серый илесто-детритовый известковый доломит. Кроме *Pf. asper*, в сообщество входят и первые на Готланде представители из группы *Favosites forbesi*. Сообщество выделяется по материалу из местонахождения Меллбос I. По данным шведских стратиграфов (Laufeld, 1974b), этот разрез отнесен к подразделению "b" слоев Халла, но, по нашему представлению он может занимать и более высокое положение и сопоставляться с подразделением "c" халласких слоев на клифе Готхемсхаммар (восточное побережье Готланда). В пользу этого говорит более высокое (на 15 – 17 м) гипсометрическое положение разреза Меллбос по сравнению с другими разрезами Халла и в еще большей степени обнаруженные Т. Мярсс во вмещающей в Меллбосе *Pf. asper* породе чешуи телодонта *Logania martinssoni*. Последние на Готланде выявлены В. Гроссом (Gross, 1968) в большом количестве в верхах халласких слоев в Готхемсхаммаре. Это обстоятельство имеет существенное значение для установления аналогов сообщества *Pf. asper* в Эстонии. По данным Т. Мярсс (1980), *Logania martinssoni* появляется в Прибалтике в низах роотсикюлаского горизонта (вийтаские слои). В случае, если при появлении этих вертебрал в разных частях Палеобалтийского бассейна не было "скольжения" во времени (что трудно предположить у нектонных организмов), то сообщество *Pf. asper* следует считать приблизительно одновозрастным с сообществами *Favosites similis* и *Parastriatopora commutabilis* соответственно вийтаских и куусныммеских слоев роотсикюлаского горизонта о. Сааремаа. Это сопоставление подтверждают и литологические признаки: известковые долами-

ты Меллбоса и в верхах вийтаских слоев (например, в разрезе клифа Эльда) очень сходны. При этом, однако, не следует забывать о возможном повторении одинаковых типов пород в разных седиментационных циклах. Поэтому при обосновании одновозрастности сравниваемых сообществ мы придаем большее значение тому факту, что как на Готланде, так и в Эстони в них появляются первые фавозиты из группы *Favosites forbesi*. Таким образом, в нашей трактовке сообщество *Pf. asper* замещало в сторону отдели лагунные сообщества *Favosites similis* и *Parastriatopora commutabilis*. Несмотря на наличие некоторого лудловско-даунтонского элемента (форбезиоидных фавозитов) и сосуществование с телодонтами, распространенными в силуре Балтоскандии почти до конца лудлова, сообщество *Pf. asper* стоит ближе к венлонским коралловым сообществам, так как его основной составляющий — *Pf. asper* — представляет собой наиболее стойкий эврифациальный элемент фауны табулят, существовавший в юго-западной части бассейна начиная с слитеского времени, но переживший свой расцвет лишь перед началом максимума силурийской регрессии.

Сообщество *Palaeofavosites tersus* — *Halysites klintebergensis*.

Под таким названием в настоящей работе трактуется вся коралловая фауна слоев Клинтеберг. Несомненно, выделение этого сообщества является несколько условным и упрощает действительную картину, но имеющийся в наших руках материал пока еще слишком фрагментарен и не позволяет детализировать картину. К тому же слои Клинтеберг представляют собой фациально весьма сложное в силуре Готланда подразделение, северо-восточные и юго-западные разрезы которого практически не сопоставлены между собой, и даже расчленение его на большей части территории распространения разработано лишь в самых общих чертах. Затрудняющим фактором является и сама специфика клинтебергской коралловой фауны. В ней много тонких ветвистых форм, разработка таксономии которых еще не осуществлена. Поэтому многие определения выполнены только на родовом уровне (см. табл. 3.1).

В клинтебергском сообществе доминирует *Palaeofavosites tersus*, установленный во всех подразделениях горизонта. В силуре Готланда этот вид имеет сравнительно протяженный диапазон распространения, начиная от подразделения "d" слоев Слите до слоев Хемсе включительно. В последних, однако он довольно редок. По времени его распространение почти совпадает с *Pf. asper*, но максимум приходится на несколько более поздний период. Учитывая распространение обоих видов в Палеобалтийском бассейне можно предположить, что для *Pf. tersus* лагунная фация была неблагоприятной; он предпочитал отмели и близость рифов. В районе Прибалтики такие условия, а соответственно и распространение *Pf. tersus*, ограничивались только маазиским временем. Лишь в разрезе скв. Охессааре установлена его кратковременная рекуррентия в самых низах роотсикюласского горизонта (в илесто-зернистых известняках). Большой удельный

Таблица 3.1

Распределение кораллов внутри слоев Клинтеберг (сообщество
Palaeofavosites tersus — *Halysites klintebergensis*)
 Distribution of the tabulate corals in the Klinteberg Beds (*Palaeofavosites tersus* —
Halysites klintebergensis Community)

Название вида	Переходит из более древних слоев	ЮЗ фация			СВ фация		Слой Хемсе
		нижн. часть	нерасчл. нижне-ср. часть	верхн. часть	подразд. "с"	подразд. "в"	
<i>Palaeofavosites tersus</i>	+	р	м	р	ч	р	+
<i>Pf. sp. A,</i>			м				
<i>Pf. asper</i> (d'Orb.)	+		м	р			
<i>Thecia sp.</i>			м				
<i>Striatopora sp. sp.</i>			м				
<i>Thamnopora sp.</i>			р				
<i>Coenites sp.</i>			м				
<i>Subalveolites sp.</i>			р				
<i>Heliolites sp. sp.</i>			р				
<i>Halysites klintebergensis</i>			м	ч			
<i>Planalveolites</i>				р			
<i>Riphaeolites lamelliformis</i>					р		+
<i>Favosites subgothlandicus</i>				р		р	+

Обнажения	Рогокре 1 Форсе 1	Клинтеберг 1, Лилла-Снэгринде 1, Хуннинге 1	Бофри-де 1, Стяр-нарве 1	Ботелс 1 Фяле 3
-----------	----------------------	---	--------------------------	--------------------

Обозначения: р — редкий, ч — частый, м — многочисленный.

вес этого вида придает клинтебергскому сообществу также венлокский характер. И местами наблюдаемые богатые скопления тамнопорид, ценитид и тециид как бы повторяют ассоциации из верхов слоев Слите (Сулклинт) или Халла (Херсне). Лудловский элемент (*Favosites subgothlandicus*) намечается лишь в верхах слоев Клинтеберг. В этом отношении сообщество кораллов названных слоев удивительно резко отличается от сообщества строматопорат, в котором большую часть составляют виды, свойственные лудловскому и даже даунтонскому ярусам (Mori, 1970).

По имеющимся данным, рассматриваемое сообщество наиболее богато представлено в нерасчлененной нижней и средней части клинтебергских слоев в окрестностях Клинте (юго-западная фация). Это ареал развития

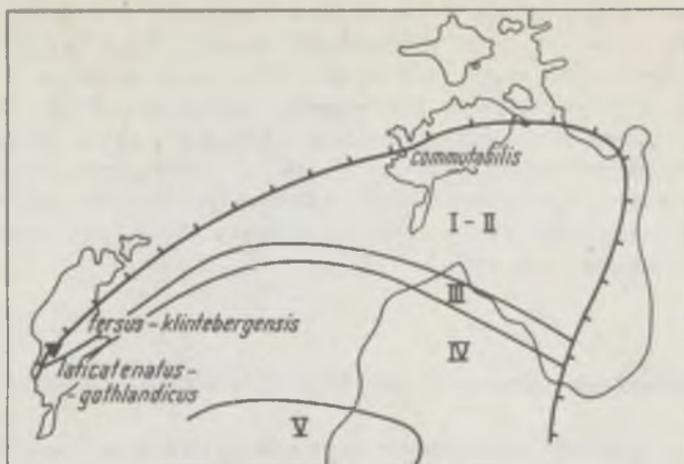


Рис. 3.2. Распространение фаций и коралловых сообществ в позднем венлоке (клинтебергское — позднероотсикюлаское время).
 Обозначения фациальных зон те же, что на рис. 3.1.

зернистых детритовых известняков с четкой слоистостью, содержащих строматопоратовые биогермы, в которых нередки и кораллы, в частности колонии *Halysites klintebergensis*. Рифовые образования отличаются от окружающей породы повышенной глинистостью. Общий характер отложений, их текстура и групповой состав фауны позволяют считать их продуктом отмельной фациальной зоны. Таков же генезис отложений северо-восточной фации, с той лишь разницей, что этот район был более мелководным, о чем свидетельствует обилие изветковывых водорослей, особенно в подразделениях "b" и "c". Этим, вероятно, и объясняется бедность коралловой фауны северо-восточной фации. Возможно в этой части бассейна в клинтебергское время могли возникать условия, переходные к лагунным, так как именно здесь намечается первое появление в районе Готланда *Riphaeolites lamelliformis*, населявшего в Прибалтике лагуны конца яагархусского времени и ставшего одним из доминантов в межрифовых участках бассейна в позднемемсское время.

О связях сообщества *Palaeofavosites tersus* и *Halysites klintebergensis* с коралловыми сообществами Прибалтики можно судить только по данным стратиграфических корреляций и фациального анализа. А. Мартинссон (Martinsson, 1967) выделил в северо-восточной фации клинтебергских слоев фауну *Prisculella garnielloides* и *Calcaribeyrichia duplicalcarata*. Поскольку эти остракоды ассоциируют с богатой фауной вертебрат, А. Мартинссон пришел к выводу о сопоставимости клинтебергских слоев с роотсикюласким горизонтом. То же самое вытекает и из возраста предыдущего сообщества *Pf. asper*. Однако заслуживает внимания тот факт, что в северо-восточной и центральной частях выхода слои Клинтеберг залегают на слоях Халла несогласно (Hede, 1924). Наиболее логично предположить, что подобный перерыв мог возникнуть только в период макси-

мума силурийской регрессии, отмеченной в восточной части Палеобалтийского бассейна широким распространением везикуских слоев роотсикюласского горизонта. Сказанное не означает, что в районе, где проявляется этот перерыв, море осушалось. Мы можем иметь здесь дело с районом т.н. нулевой седиментации, существование которого в своих фациальных конструкциях предполагает Р. Эйнасто (1979). Из вышесказанного напрашивается вывод, что клинтебергские слои представляют собой аналогии отложений отмельной зоны роотсикюласского времени, вероятнее всего его второй половины (рис. 3.2).

Сообщество *Halysites laticatenatus* – *Favosites gothlandicus*¹

Данное сообщество прослеживается на сравнительно небольшой территории в юго-западной части Готланда, где оно связано с мергелями Мульде и Хемсе (местонахождения Мульде, Блохэлл, Дюпвик, Снудер, Оксарве, Хаблингбу и Петесвик-1 на рис. 3.3). Таким образом, оно перекрывается с тем ареалом, по которому известны немногочисленные общие виды строматопорат слоев Мульде и Хемсе, в частности *Pycnodictyon densum* Mori (Mori, 1970, рис. 21 на с. 107), а также *Actinostromella vaiverensis* Nestor и *Clathrodiction sul Levi* Nestor. В основном сообщество слагают два вида, по которым оно и названо. В мергелях Мульде им сопутствуют ветвистые гелиолитоидеи, образующие в разрезе Блохэлл биостром мощностью 25 см, и редки крупноячеистые пропориды (в Дюпвике); спорадически встречается *Cystihalysites magnitubus* (Buehler). В юго-восточном направлении в сообщество постепенно входит элемент, известный по слоям Клинтеберг (*Palaeofavosites* sp. A) или встречающийся повсеместно в слоях Хемсе (*Pf.* sp. B), *Favosites subgothlandicus* Sok., *Riphaeolites lamelliformis* Klaam., *Barrandeolites* sp., *Syringopora* aff. *affabilis* Klaam.). Реликт из коралловых сообществ предыдущих эпох представляет собой *Pf. tersus* (Снудер 1), транзитным является *Cystihalysites magnitubus*, впервые появляющийся в силуре Готланда в слоях Слите (Хиде 1), рекуррентным – *Favosites gothlandicus*, широко представленный в верхних мергелях Висбю и особенно в подразделении "b" слоев Хегклинт, т.е. в относительно глубоководных фациях начала венлока. Аналогичным является и фациальное положение сообщества *H. laticatenatus* и *F. gothlandicus*, так как в слоях Мульде оно происходит из синевато-серых мергелей и волнистослоистых, сильно глинистых известняков с прослоями темной глины, а в слоях Хемсе – из глинистых комковатых известняков, которые, согласно фациально-седиментологической модели силурийского Палеобалтийского бассейна (Нестор, Эйнасто, 1977), характерны материковому склону или открыто-

¹В настоящей статье *F. gothlandicus* рассматривается в соответствии с неотипом, выделенным Джонсом (Jones, 1936). Его младшим синонимом является *F. jaaniensis* Sokolov. Пландоверийский *F. gothlandicus* в трактовке советских авторов (Соколов, 1952; Клааманн, 1964 и др.) нуждается в переименовании.

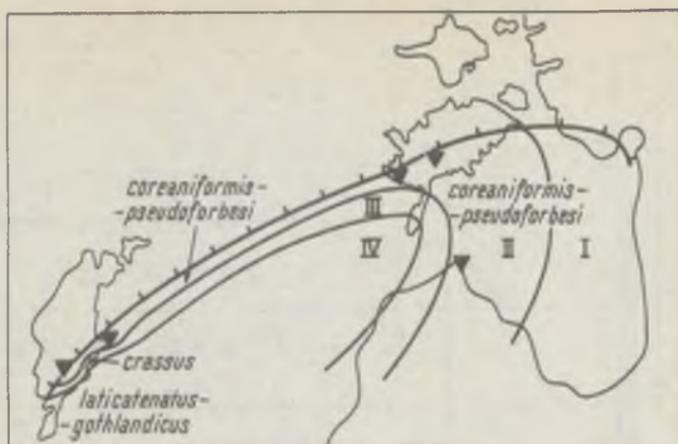


Рис. 3.3. Распространение фаций и коралловых сообществ в лудове (хемское — паадлаское время).
Условные обозначения см. на рис. 3.1.

му шельфу. Рассматриваемое сообщество существовало в юго-западной части Готланда от позднехаллаского до хемского времени, замещая последовательно в более глубоководную сторону бассейна сообщества *Palaeofavosites asper*, *Pf. tersus* — *Halysites klintebergensis* и *Halysites crassus* (рис. 3.5).

Что касается много дискутировавшегося вопроса о стратиграфическом положении слоев Мульде, то из вышесказанного вытекает, что они, вероятнее всего, являются аналогом верхов слоев Халла, слоев Клинтеберг и роотсикюлаского горизонта Эстонии /в последнем установлены и некоторые мульдеские виды остракод (Сарв, 1980) / на уровне верхов граптолитовой зоны *Cyrtograptus lundgreni* или низов зоны *Pristiograptus ludensis*. Это определяется большим содержанием остатков *Gothograptus passa* в мергелях из Блохелл и Дюпвик, полученных при растворении их на микрофауну и известных уже Э. Хеде (Hede, 1942). Обращает на себя внимание общий элемент кораллов в мергелях Мульде и Хемсе, свидетельствующий о большой фациальной близости этих отложений.

Сообщество *Halysites crassus*

Большую часть выхода слоев Хемсе занимает область распространения сообщества *Halysites crassus* (2 на рис. 3.4). Оно встречается в глинистых илисто-детритовых известняках, имеющих комковатую текстуру. По этому признаку их можно трактовать как отложения открытого шельфа. Сообщество весьма бедное как по своему видовому составу (всего 7 видов), так и по количеству особей (табл. 3.2). Только вид-индекс оказался способным создать небольшие скопления, что свидетельствует о заме-

Распределение кораллов внутри слоев Хемсе

Подразделение слов Хемсе	Мергели Хемсе		Центральная часть			Восточная часть выхода, подразделения:					
	СВ район	ЮВ район	Нижняя — средняя часть	Средняя часть	Верхняя часть	a	b	c	c-d	d	d-e
№ сообщества на рис. 3.3	I	IV	II			III			IV		
1	2	3	4			5			6		
Виды											
<i>Halysites laticatenatus</i>	ч	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Favosites gothlandicus</i>	м	—	—	—	—	р	—	—	—	—	—
<i>Cystihalysites magnitubus</i>	р	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Palaeofavosites tersus</i>	р	—	—	—	—	—	р	—	—	—	—
<i>Palaeofavosites sp. A</i>	р	—	р	—	—	—	—	ч	—	—	—
<i>Palaeofavosites sp. B</i>	р	р	р	—	ч	р	р	ч	р	р	—
<i>Palaeofavosites sp. C</i>	р	—	—	—	—	р	—	ч	р	р	—
<i>Favosites subgothlandicus</i>	р	р	—	р	р	—	р	р	р	м	ч
<i>Riphaeolites lamelliformis</i>	р	ч	р	р	ч	—	—	ч	—	—	м
<i>Barrandeolites sp.</i>	р	—	—	—	р	—	—	—	ч	—	—
<i>Favosites similis</i>	р	р	—	—	—	—	—	р	—	м	р
<i>Syringopora aff. affabilis</i>	р	—	р	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Favosites forbesi</i>	—	р	—	—	—	—	—	ч	—	—	—
<i>Heliolites sp.</i>	р	ч	р	—	—	р	р	—	—	р	—
<i>Halysites crassus</i>	—	—	—	ч	ч	—	—	—	—	—	—
<i>Subalveolites sokolovi</i>	—	—	—	—	ч	—	—	—	—	р	—
<i>Parastriatopora coreaniformis</i>	—	р	—	—	—	ч	—	м	—	м	—
<i>Palaeofavosites sp. D</i>	—	—	—	—	—	р	—	—	—	—	—
<i>Syringopora schmidti</i>	—	—	—	—	—	р	—	—	—	—	—

1	2	3	4			5			6		
<i>Aulopora sp.</i>	—	—	—	—	—	—	р	—	р	—	—
<i>Favosites pseudoforbesi</i>	—	р	—	—	—	—	р	ч	р	р	—
<i>Laceripora cribrosa</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	р	ч	—
<i>Syringopora multifaria</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	м	—	—
Местонахождения	Снодар 1, Оксарве 1, Петесвик 1, Хаблингбу 1, Стенбру, Хемсе	Фие 2, Кодинге 1, Халлсарве 1, Ганнор, Ботвиде 1	Тэнглингс 2, Раммтрэск 1	Лилла Ронэ 1, Тонниклинт 1, Ботескулле 1	Рангсарве 1, Сандарве кулле, Линдеклинт, Хаммарен	Каттхаммарсвик 1	Гюле 1, Видфялле 1, Вялингвмюр	Хаммарудден 1, Эстергарн, Хаммарс, Дяупсвикудден 1, Сконе 1	Гругарн-схювуд 2, Гутенвикс 1, Ардре	Херрвик 1, Куппен 1, Сюсснеудд 1	Торсбурген 1

Обозначения: р — редкий, ч — частый, м — многочисленный.

ченной уже Я. Стелом (Stel, 1978) склонности большинства силурийских хализитид к илистым грунтам. Спорадически встречаются некоторые фавозитиды, гелиолитоидеи и сирингопориды, известные из других фаций хемсеского времени, а также последние венлокские реликты (*Pf. sp. A*). Однако присутствие *Pf. sp. B* и *F. subgothlandicus* придает сообществу четкий лудловский характер и сближает его с таковым в нижней части паадлаского горизонта Эстонии. В юго-западном направлении сообщество замещается склоновым сообществом *Halysites laticatenatus* — *Favosites gothlandicus*, в северо-восточном — отмельным сообществом *Parastriatopora coreaniformis* — *Favosites pseudoforbesi*.

Сообщество *Parastriatopora coreaniformis* — *Favosites pseudoforbesi*.

Это сообщество приурочено к полуострову Эстергарн и возвышенностям в окрестностях пос. Линде (3.3; 3 на рис. 3.4), где распространены различные зернистые известняки и мощные органогенные постройки, сложенные главным образом строматопоратами. Табулят-рифостроителей мало: *Favosites pseudoforbesi* Sok., *Laceripora cribrosa* Eichw. и *Parastriatopora coreaniformis* (Sok.). Большая часть кораллов оккупировала периферические участки рифов или межрифовые пространства. Из них наиболее широко представлены свойственные только слоям Хемсе палеофавозиты *Pf. sp. B* и *Pf. sp. C*. Заметно, что на полуострове Эстергарн по мере передвижения по разрезу вверх сообщество значительно обогащается, достигая наибольшего разнообразия в слоях "с" и в их переходе в слой "d" (с — d в табл. 3.2). Здесь особенно многочисленны ветвистые формы табулят (*P. coreaniformis*, *Laceripora cribrosa*, *Barrandeolites sp.*, *Syringopora multifaria* (из последнего на о. Сааремаа слагается основание строматопорово-кораллового биострома Катри в паадласком горизонте) и широко распространенные в лудлове СССР фавозиты *F. subgothlandicus* и *F. similis*. Значительно увеличивается в этой части разреза и количество особей *Riphaeolites lamelliformis*, что свидетельствует о постепенном обмелении бассейна в течение существования рассматриваемого сообщества в восточной части Готланда, так как этот вид населял в силурийском Палеобалтийском море в основном лагуны или забарьерную часть отмели. Общий видовой состав коралловой фауны хемсеских слоев в восточной части о. Готланд и большой удельный вес в ней ветвистых форм не оставляет сомнения в том, что сообщество *P. coreaniformis* и *F. pseudoforbesi* представляет собой продолжение на юго-запад кораллового сообщества, распространенного на западном побережье о. Сааремаа в верхней половине паадлаского горизонта. Таким образом, хемсеские рифы Готланда можно принять за аналоги катриских рифов западной части Сааремаа. Раннепаадласким рифам Эстонии, в которых важную роль играли *Thecia swinderenia* и субальвеолиты, на Готланде аналогов нет.

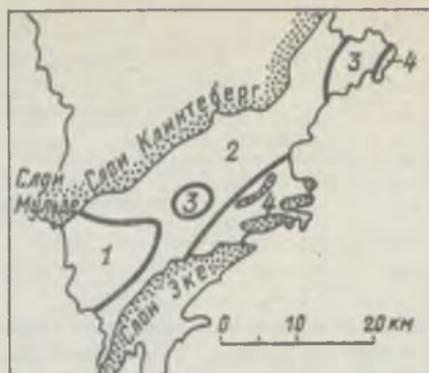


Рис. 3.4. Коралловые сообщества хемсеского времени.

Сообщество *Riphaeolites lamelliformis*

В верхах слоев Хемсе в юго-восточной части их выхода, а также на самом юго-востоке полуострова Эстергарн (подразделения "d" и "e" хемсеских слоев, 4 на рис. 3.4) распространяется довольно монотонное сообщество кораллов, в котором сильно преобладает корковидная альвеолидида *Riphaeolites lamelliformis*. Ей сопутствуют частые грибовидные гелиолиты, *Laceripora cribrosa* и *F. subgothlandicus* (табл. 3.2). Все кораллы заключены в глинистой известняк или мергель. Представляется вероятным отнести хемсеское сообщество *Riphaeolites lamelliformis* в забарьерную часть отмели или в мористую сторону лагуны. То же самое вытекает и из нижеприведенных характеристик, показавших приуроченность этого вида именно к указанным частям бассейна, начиная от его первого появления в середине венлокского века.

Сообщество *R. lamelliformis* тесно связано с предыдущим. Его можно рассматривать как обедненное в результате общей регрессии бассейна сообщество *P. coreaniformis* — *F. pseudoforbesei*, отмечающее первое появление в лудлове района Готланда условий, близких к лагунным. Доминанты этого сообщества (кроме индекс-вида, также многочисленные гелиолиты и *F. similis*) продолжали свое существование и в экеское время.

Выводы

Исходя из вышесказанного, можно констатировать четкий фациальный контроль в распространении коралловых сообществ. Их пространственные и временные соотношения в рассматриваемый отрезок времени показаны на рис. 3.5. Из приведенного разбора вытекает, что в районе Готланда мы преимущественно имеем дело с более глубоководными сообществами, чем на северо-восточной окраине бассейна. Если в поздневенлокское-лудловское время в Прибалтике в районе выхода соответствующим

		Готланд		Прибалтика	
S ₂ ld	Слон Хемсе	crassus	lenticularis	K ₂ U	Поздний горизонт
			colleiiformis-pseudoforbisi	K ₂ M	
S ₁ M	Слон Камптеберг	laticatenatus	terzae-klofbergensis	Кораллы нет	Ротсхиалаский горизонт
	Мульде	gothlandicus	asper	commutabilis	
	Слон с				
	Халла	?	priva	lenticularis	K ₂ S
	Слон Слите	а	junior		K ₂ U
				K ₂ V	Ягарауский горизонт
				K ₂ VI	
				K ₂ W	
				K ₂ X	
				K ₂ Y	
				K ₂ Z	

Рис. 3.5. Схема распространения коралловых сообществ второй половины венлока и лудлова на территории о. Готланд и Прибалтики. Индексы стратиграфических подразделений расшифрованы в табл. 0.1.

этих отложений происходило чередование только лагунных и отмельных условий, то в районе Готланда представлена почти вся гамма фаций (за исключением депрессионной). Отсюда и значительные различия в составе бентосных групп организмов и трудности корреляции, особенно на границе венлока и лудлова, где фациальная дифференциация является максимальной. Распространение коралловых сообществ отчетливо демонстрирует корреляционную значимость табулятов. Очевидна бесперспективность создания биозональной схемы по табулятам, выдержанной в пределах всего палеобассейна, так как временные интервалы существования даже одних и тех же сообществ в смежных районах могут отличаться. Нередко смежные районы были населены разными сообществами. С наибольшей точностью по табулятам можно подразделять отложения отмельной фации. Базирующиеся на сообществах зоны (англ. *assamblage zones*) являются здесь достаточно дробными и приблизительно соответствуют подгорizontам. В силуре Балтоскандии они могут быть прослежены на значительных расстояниях, например, зоны (сообщества) *Halysites junior* или *Parastriatopora priva* (рис. 3.5). В отложениях открытого шельфа и материкового склона сообщества были более долговечными и оставались неизменными в пределах всего горизонта или свиты (сообщества *Halysites crassus* и *Halysites laticatenatus* — *Favosites gothlandicus* в данной работе). Поскольку в лагунных отложениях табуляты присутствуют не повсеместно, то разработка биозональных схем здесь ограничена, схема получается отрывистой, хотя ее подразделения дробнее подразделений отмельных разрезов. По площади они, однако, мало выдержаны и их границы явно скользящие. Что касается группового состава сообществ и внешней формы полипняка, то для лагуны характернее цилиндрические, ветвистые или тонкие корковидные кораллы (парастриатопоры, рифеолиты), реже грибовидные гелиолиты и карликовые фавозиты. В отмельных отложениях таксономический состав сообществ наиболее богат, здесь встречаются всевозможные жизненные формы кораллов. Хализитидам свойственна тесная упаковка цепочек. Нередки биогермы и биостромы, в частности в районе внешнего края отмели. На тыльной стороне барьера и между рифами часто встречаются скопления ветвистых кораллов. В открытошельфовых и склоновых отложениях кораллы рассредоточены. Колонии цериоидных

табулят имеют преимущественно дисковидную или толстую корковидную форму; цепочечные кораллы отличаются широкими лакунами неправильной конфигурации, нередко они представляют собой лишь агрегаты отдельных, случайно сросшихся цепочек.

Полученный при анализе готландских коралловых сообществ опыт и выявление их отношений с сообществами силура Прибалтики отчетливо показывают роль гидродинамического (глубина) и всего ландшафтного (фация, характер грунта) факторов в распределении кораллов. Учет этих факторов, несомненно, способствует применению табулят при фациальных конструкциях и повышает достоверность получаемых по ним стратиграфических выводов.

Приложение

Почти во всех сообществах венлокских и лудловских табулят о. Готланда большую роль играли хализитиды. И в рассмотренном интервале разреза из 8 сообществ три названы по ним. Поскольку два вида-индекса новые, приводим их краткие диагнозы.

Halysites laticatenatus sp. nov.

Табл. 1, фиг. 1 – 3

Г о л о т и п . Сп 57512, Готланд, Экста, Блохелл 1. Венлок, мергели Мульде.

Д и а г н о з . Эллиптические кораллиты с малым диаметром 1,5 – 1,7 мм и большим 1,6 – 2,0 мм составляют отдельно расположенные изгибающиеся цепочки или срастаются в разнообразные (вытянутые полигональные, меандрические) петли. Вся плоская кустистая постройка напоминает скорее случайный агрегат разнородных цепочек, чем настоящий полипняк. Стенка кораллитов двухслойная, толщиной 0,15 – 0,3 мм, причем большая толщина совпадает с зонами более сильно развитых септальных шпиков. Мезокораллиты четкие. Их внешние размеры: длина 0,5 – 0,8 мм, ширина 0,7 – 0,9 мм. Интервал днищ в кораллитах 0,3 – 0,6 мм, в мезокораллитах в два раза меньше.

С р а в н е н и е . От *Halysites catenularius* отличается менее компактной, беспорядочной скелетной постройкой, более крупным размером кораллитов (их длина и ширина в среднем на 0,2 мм больше), большей длиной мезокораллитов и зонально развитыми грубыми шпиками. *H. senior*, довольно сходный по величине кораллитов, существенно отличается по толщине стенок. У *H. junior* кораллиты крупнее, более округлые, мезокораллиты сильно суженные и цепочки очень сближены друг с другом.

Р а с п р о с т р а н е н и е . Венлок и лудлов о. Готланд; очень редок в слоях Слите, обилен в мергелях Мульде и Хемсе.

М е с т о н а х о ж д е н и е . Слои Слите – канал Атлингбу 1. Слои Мульде – Дюпвик 1 и Блохелл 1. Слои Хемсе – Снудер 1, Петесвик 1, Хаблингбу 1.

Halysites klintebergensis sp. nov.

Табл. II, фиг. 1 — 5

Г о л о т и п . Сп 57522, Готланд, Клинтеберг 1. Венлок, слои Клинтеберг.

Д и а г н о з . Кораллиты расположены довольно плотно, образуя дугообразные или длинные, нередко параллельные изгибающиеся цепочки, которые почти не соединяются в замкнутые петли. Очень характерны и отдельно стоящие округлые кораллиты или зачаточные цепочки из 2 — 4 кораллитов. Преобладающие размеры кораллитов 1,3 — 1,6 x 1,5 — 1,7 мм, стенок — 0,15 — 0,25 мм. Длина четырехугольных мезокораллитов выдержанная и составляет 0,4 — 0,6 мм. Днища утолщенные, нередко вогнутые, с интервалом 0,2 — 0,7 мм. Септальные шипики умеренно частые, короткие.

С р а в н е н и е . По размеру кораллитов новый вид сходен с *Halysites catenularius*, но отличается более плотной упаковкой, незамкнутыми петлями, более толстой стенкой кораллитов и лучше развитыми септальными образованиями.

Р а с п р о с т р а н е н и е . О. Готланд, слои Клинтеберг.

М е с т о н а х о ж д е н и е . Клинтеберг 1, Хуннинге 1, Лилла Снегринде 1, Стьернарве 1.

ГЛАВА 4. СООБЩЕСТВА ТРИЛОБИТОВ (ВЕНЛОК ПРИБАЛТИКИ)

По общей численности видов венлокская фауна является наиболее богатой в силуре Прибалтики. В результате изучения ее представителей из обнажений северного берега о. Сааремаа и кернов нескольких буровых скважин, расположенных в различных структурно-фациальных районах, нами были выделены комплексы и подкомплексы трилобитов, условно трактованные как разновозрастные (Мянниль, 1970, 1977а). Однако новейшие корреляции вмещающих их отложений с помощью хитинозой и граптолитов заставляют рассматривать большинство из них как разнофациальные сообщества.

В главе использована фациальная модель бассейна по Х. Нестору и Р. Эйнасто (1977), в которой выделены следующие фациальные зоны: лагунно-литоральная, отмельная, открытошельфовая, склоновая и депрессионная. Трилобиты имели широкое распространение начиная от отмельной зоны и до верхней части депрессионной зоны включительно, но зоны различались по разнообразию и численности в них трилобитов. Трилобиты в биогермных отложениях отмельной зоны были видимо, немногочисленные. В открытошельфовой зоне их обитало, вероятно, значительно больше, так как комковатые известняки содержат много трилобитового детрита, который, к сожалению, редко определим до вида.

Наибольшее число трилобитов приурочено к глинистым отложениям склоновой фациальной зоны. Хорошее совпадение повышенной численности и видового разнообразия трилобитов с интервалами более глинистых мергелей наблюдается в разрезе скв. Охесааре (Клааманн и др., 1980). Это указывает на оптимальные условия обитания трилобитов в относительно глубоководных частях бассейна (склоновая фация), а также на благоприятные условия их захоронения и сохранения. Увеличение видового разнообразия с увеличением глубины бассейна достигает здесь своего максимума. Далее, к середине бассейна, видовое разнообразие трилобитов уменьшается, хотя численность остатков отдельных видов местами является наибольшей (скв. Колка). В верхней части депрессионной зоны (алеuritистые глинистые мергели) встречаются в основном лишь два вида, *Calymene orthomarginata* и *C. mimaspera*, являющиеся наиболее глубоководными трилобитами в Прибалтийском бассейне (табл. VI, фиг. 3 — 9). В глубокой части депрессионной зоны, представленной граптолитовыми аргиллитами, трилобиты отсутствуют (рис. 4.1, скв. Павилоста).

Эти наблюдения хорошо согласуются с данными о постепенном увеличении численности трилобитов во всей бентосной фауне в сторону сравнительно глубоководной аргиллитовой фации в лудлове Узьского бордерленда, достигая максимального количества особей в ареале верхней фазы сообщества *Glassia obovata*. В этой и в биотурбитной известково-глинистой фации (в нижней фазе сообщества *Sphaerirhynchia wilsoni*) наблюдается и наибольшее видовое разнообразие. Дальше в сторону глубоководья, в слоисто-сланцевой фации (в ареале нижней фазы сообщества *Glassia obovata*), численность видов и экземпляров четко уменьшается (Mikulic, Watkins, 1981).

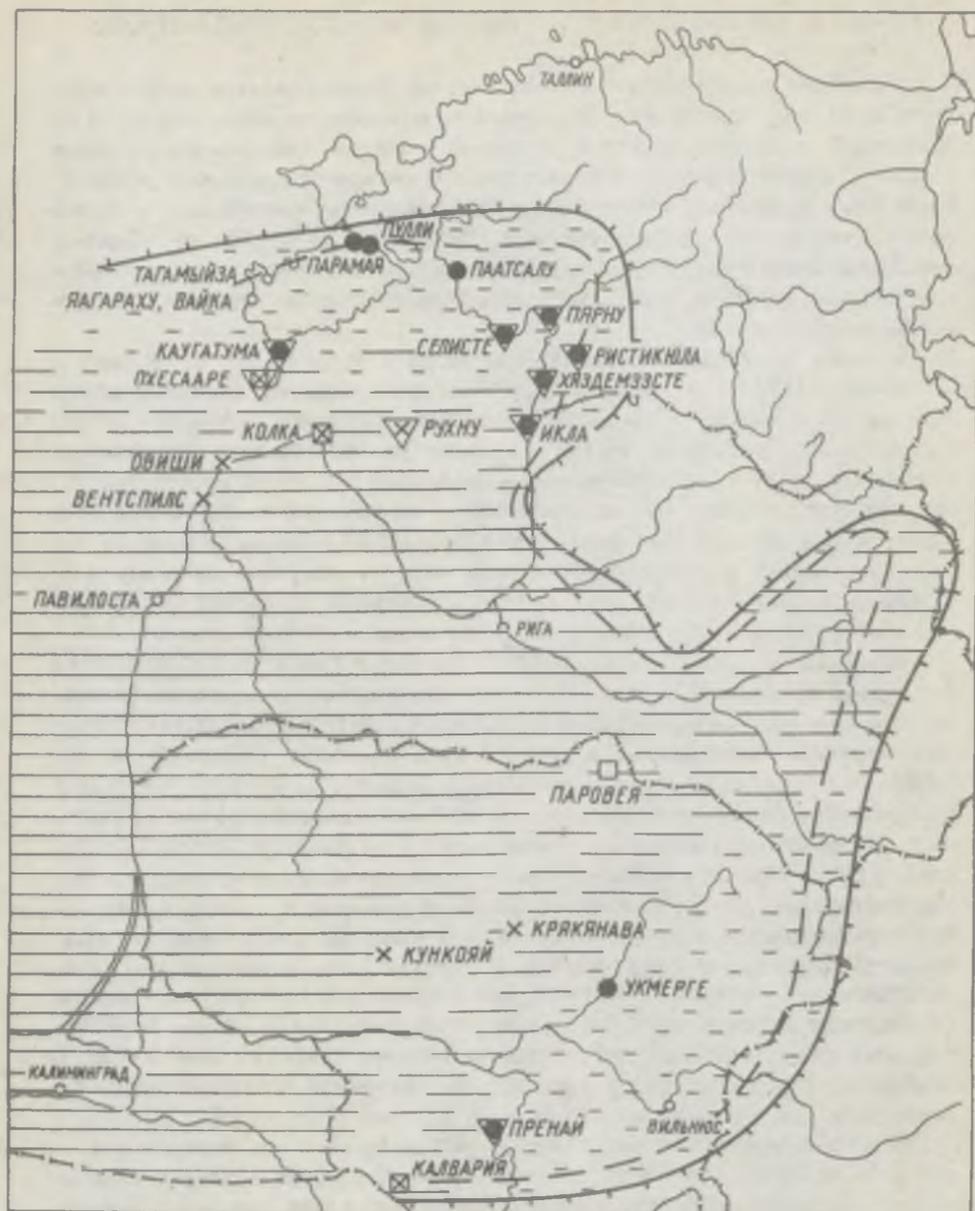


Рис. 4.1. Схема фациальной зональности среднего венлока Прибалтики (по данным Кальо и Юргенсон, 1977). Условные обозначения см. на рис. 4.2.

Распределение изученных трилобитов по основным фациям показано в таблице. Из этих данных видно, что некоторые роды являются эврифациальными и встречаются в различных фациальных зонах. Это относится в

Распространение трилобитов по литофациям
Distribution of trilobites in lithofacies

Литофации	Биогермные и детритовые известняки отмельной фациальной зоны	Известковые мергели открыто-шельфовой и склоновой зон	Мергели склоновой фациальной зоны	Глинистые мергели склоновой и депрессионной зон
Названия видов				
<i>Warburgella estonica</i> Männil, 1979	xx			
<i>Calymene</i> sp.	x			
<i>Arctinurus ornatus</i> (Angelin, 1854)	xx			
<i>Calymene blumenbachi</i> Brongniart, 1822	?	xxx	x	
<i>Encrinurus punctatus</i> (Wahlenberg, 1821)		xxx		
<i>Bumastus</i> cf. <i>barriensis</i> Murchison, 1839		xx		
<i>Proetus concinnus osiliensis</i> Schmidt, 1894		xxx		
<i>Harpidella elegantula</i> (Loven, 1846)		x		
<i>Dalmanites</i> cf. <i>caudatus</i> Brännich, 1781		x	xxx	
<i>Cyphoproetus insterianus</i> Schrank, 1972			xx	
<i>C. latifrontalis</i> Schrank, 1972			xx	
<i>Warburgella stokesii calva</i> Männil, 1979			x	
<i>Encrinurus ruhnuensis</i> Männil, 1978			xx	
<i>E. balticus</i> Männil, 1978			xx	
<i>Steurocephalus</i> cf. <i>murchisoni</i> Barrande, 1846			x	
<i>Calymene restevensis</i> Balashova 1975			xx	
<i>C. minimarginata</i> Schrank, 1970			x	
<i>Leonaspis</i> cf. <i>marclini</i> (Angelin, 1854)			x	
<i>L. mutica</i> (Emmrich, 1844)			xxx	x
<i>Calymene orthomarginata</i> Schrank, 1970				xxx
<i>Calymene mimaspera</i> Schrank, 1970				xx
<i>Dalmanites punctum</i> Schrank, 1972				xxx

Обозначения: количество экземпляров в исследованной коллекции: x — 1 — 10, xx — 10 — 50, xxx — более 50.

первую очередь к роду *Calymene*, разные виды которого встречаются начиная от биогермных известняков до граптолитовых отложений включительно (табл. VI, фиг. 9). Кстати, и Д. Микулик (Mikulic, 1976), изучавший Торнтонский риф в Иллинойсе, отмечает, что *Calymene* является одним из

редких родов, который можно обнаружить в биогермах, так и во внерифовых отложениях. Эврифаціальность рода *Calymene* подтверждается также данными о распространении бентосной фауны лудлова Уэльса (Lawson, 1975), где калимениды не были выявлены лишь в наиболее мелководной части, характеризованной комплексом *Protochonetes* — *Salopilla*. По эврифаціальности за калименидами следуют роды *Encrinurus*, *Warburgella* и *Dalmanites*. Роды *Bumastus* и *Proetus*, видимо, были приспособлены к жизни в относительно мелководных, а *Cyphoproetus* — в более глубоководных условиях. Наиболее стенотопными являются лихиды и скутеллуиды, характерные только для биогермной фации. По Д. Микулику, в Торнтонском рифе илленидо-скутеллуидо-лихидная ассоциация характеризует периферийную часть ареала сообществ рифостроителей.

Отдельные виды в основном стенотопные, распространялись в пределах одной и той же фаціальной зоны. Более эвритопными являются *E. punctatus* и *Calymene blumenbachi*, некоторые разновидности которых были обнаружены вне ареала типичного распространения видов. Так, например, вмещающими породами *E. punctatus* являются светло-серые известковые мергели, отличающиеся в разрезах скважин от таковых на выходе в основном лишь повышенным содержанием детрита. Только в верхней части венлокского разреза скв. Каугатума, где встречаются комковатые известняки открытошельфовой фаціальной зоны, *E. punctatus* представлен разновидностью, характерной для слоев Слите (Мянниль, 1978). *Calymene blumenbachi* происходит также из относительно мелководных известковых мергелей и представлен в более глинистых отложениях (скв. Охесааре и Колка) лишь единичными находками наиболее глубоководной разновидности (Мянниль, 1977 б).

Имеющиеся данные о распределении венлокских трилобитов и их приуроченности к определенным фациям позволяют выделить среди них пять более или менее четко определяемых сообществ, краткая характеристика которых дается ниже.

Сообщество *Arctinurus ornatus* (табл. III, фиг. 1,2), приурочено к отмельной фаціальной зоне и представлено в ягарахуских биогермных известняках относительно частыми находками вида *Arctinurus ornatus*. Вместе с ними встречаются редкие остатки *Calymene*. Вполне возможно, что из этих биогермов происходят и находки *Scutellum* (Luha, 1939).

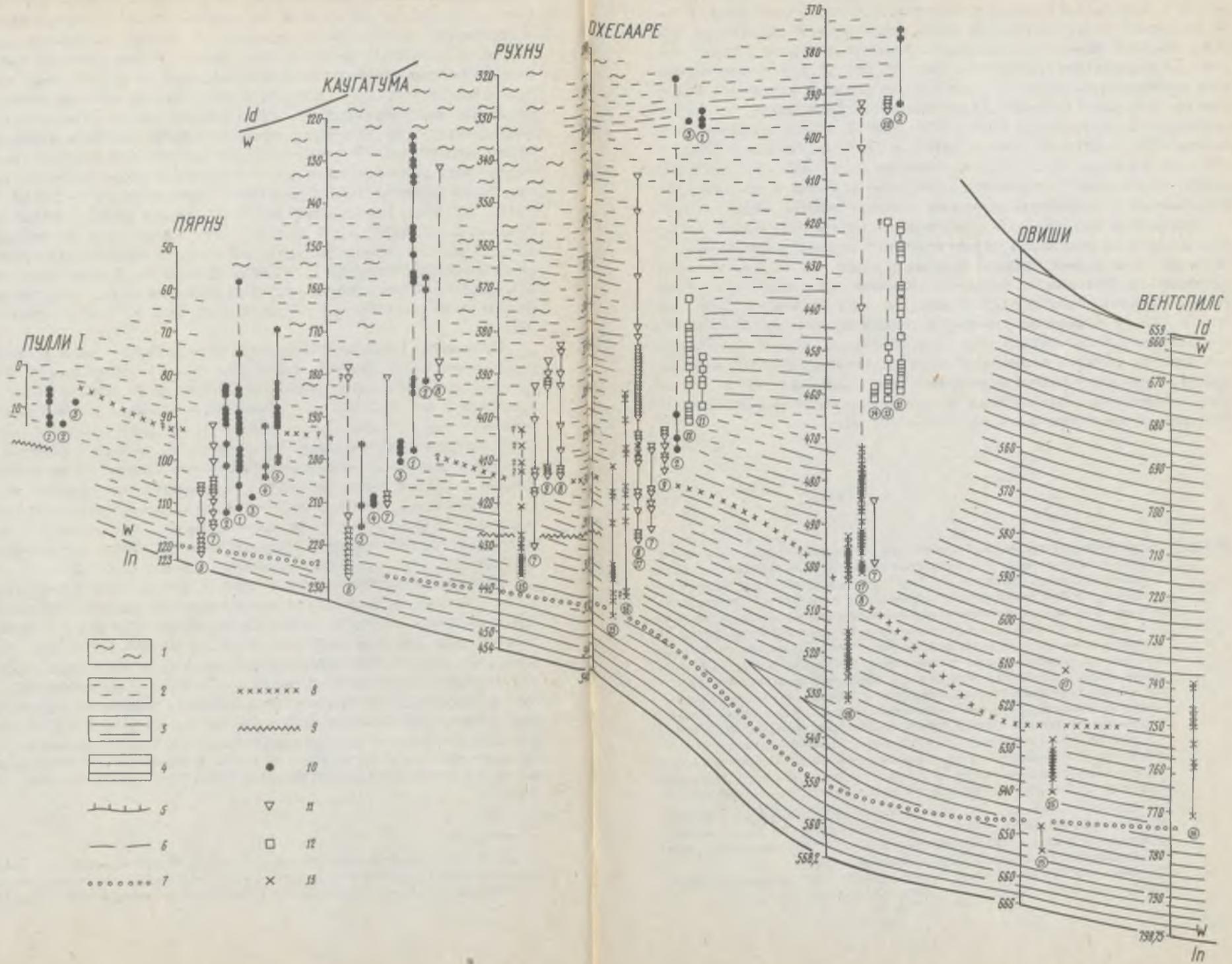
К той же фаціальной зоне относятся мелководные известняки ягарахуского горизонта на полуострове Тагамыйза, для которых характерны глинистые поверхности напластования, обогащенные разными представителями фауны (мелководными остракодами, гастроподами, брахиоподами и др., табл. III, фиг. 3 — 5). Из трилобитов здесь часто встречается своеобразный вид *Warburgella estonica* (Мянниль, 1979), реже *Calymene*. Из-за ограниченности данных о распространении *Warburgella estonica*, его позиция в отношении выделенных сообществ в настоящее время еще не совсем ясна. Однако возможно, что этот вид входит в состав самостоятельного сообщества мелководных трилобитов, приуроченного к внешней части отмельной зоны.

Сообщество *Encrinurus punctatus* Распространено в переходной полосе между открытошельфовой и склоновой фациальными зонами, в светло-серых известковых мергелях. В состав сообщества входят *Encrinurus punctatus*, *Calymene blumenbachi*, *Proetus concinnus osiliensis*, *Harpidella elegantula* и *Bumastus cf. barriensis* (два последних вида относительно редки) (табл. IV). Сообщество представлено наиболее полно в обнажениях яаниского горизонта на северном побережье о. Сааремаа (клиффы Парамая, Ундва, Ойу и др.) совместно с брахиоподовым сообществом *Whitfieldella* (Кальо и Рубель, настоящая работа). Оно известно также по кернам нескольких скважин, расположенных в относительно мелководных частях бассейна: Пярну (75 — 113 м), Каугатума (125 — 216 м), Икла (266 — 280,5 м), Укмерге (427 — 470 м), Пренай (526,9 — 581,85 м; по Алихова и др., 1954) и др. (рис. 4.1, 4.2). Кроме того, это сообщество встречается в некоторых разрезах, для которых характерны в общем относительно глубоководные сообщества трилобитов. В таких разрезах оно встречается на более высоком стратиграфическом уровне, представленном относительно мелководными отложениями (рис. 4.2, скв. Охесааре, Колка).

Сообщество *Leonaspis mutica* встречается в серых (реже в темно-серых) мергелях склоновой фациальной зоны и представлено видами *Leonaspis mutica*, *Calymene restevensis*, *Dalmanites cf. caudatus* и *Encrinurus ruhnuensis* (табл. V, фиг. 1 — 7). Сообщество наиболее типично развито в районе Рухну и Охесааре (рис. 4.2). В этих разрезах, однако, *Calymene restevensis* отсутствует (его замещает *C. mimaspera*, который мы относим уже к наиболее глубоководному сообществу). В привыходных разрезах (Пярну, Икла, Каугатума) сообщество представлено видами *C. restevensis* и *L. mutica*, расположенными в разрезе в основном ниже сообщества *E. punctatus*. Наиболее древним членом сообщества *L. mutica* является *C. restevensis*, первые представители которого появляются во всех разрезах значительно раньше остальных видов (рис. 4.2).

Сообщество *Encrinurus balticus* (табл. V, фиг. 8 — 14) распространено в зеленовато-серых мергелях склоновой фациальной зоны. Основные его представители — *Encrinurus balticus*, *Cyphoproetus insterianus* и *C. latifrontalis* (последние два замещают друг друга фациально). Кроме них, обнаружены еще *Calymene minimarginata* и некоторые виды, характерные для других сообществ — *Dalmanites cf. caudatus* и *Calymene orthomarginata*. Рассматриваемое сообщество имеет сравнительно ограниченное распространение: разрезы скв. Охесааре (258 — 287 м), Колка (420 — 462 м), Калвария (765 — 816 м, сообщество здесь нетипичное, представлено лишь родом *Cyphoproetus*) — и встречается в разрезах в основном стратиграфически выше, чем сообщества *Leonaspis mutica* и *Calymene orthomarginata* (рис. 4.2).

* Этот вид раньше рассматривался нами (Мяньиль, 19776) под названием *Calymene mimaspera livonica*. Изучение подольского материала убедило нас однако, что последний является младшим синонимом *Calymene restevensis* Balashova (Балашова, 1975).



Сообщество *Calymene orthomarginata* (табл. VI, фиг. 1 — 9) распространено в темно-серых глинистых мергелях, характерных для внешней части склоновой и для внутренней части депрессионной фациальных зон. Представители данного сообщества встречаются в породе нередко совместно с фрагментами граптолитов (табл. VI, фиг. 9). Основными элементами сообщества являются *Calymene orthomarginata*, *C. mimaspera* и *Dalmanites punctim*, редко встречается *Leonaspis mutica*. Сообщество типично представлено в разрезе скв. Колка (475 — 526 м), а также в разрезах Крякянава (770 — 790,8 м), Овиши (612,2 — 654,0 м), Вентспилс (740,7 — 771,1 м), Калвария (810 — 833 м), Охесааре (300 — 322 м) и др. По аналогии с положением *C. restevensis* в сообществе *L. mutica*, в составе рассматриваемого сообщества наиболее древним членом можно считать *C. mimaspera*, за ним следует *C. orthomarginata*. Стратиграфические уровни первых находок этих видов во всех изученных разрезах расположены значительно ниже уровня находок остальных видов (за исключением скв. Калвария). В Северной Прибалтике в направлении к центру бассейна численность видов *D. punctim* и *C. mimaspera* сильно уменьшается (скв. Овиши) и данное сообщество становится моноксонным, представленным лишь видом *C. orthomarginata* (скв. Вентспилс). В Южной Прибалтике наблюдается в общем аналогичная последовательность распределения видов. Наиболее далеким от предлагаемого берега здесь является *C. mimaspera*, найденный в низах венлока, в темно-серых глинистых мергелях депрессионной зоны (скв. Кункой, 1312 — 1915 м).

← Рис. 4.2. Распространение венлокских трилобитов на профиле Пулли — Вентспилс. Условные обозначения: 1 — глинистые комковатые известняки открытошельфовой фациальной зоны; 2 — светло-серые известковые мергели переходной полосы между открытошельфовой и склоновой фациальными зонами; 3 — серые и зеленовато-серые мергели склоновой фациальной зоны; 4 — темно-серые глинистые мергели и аргиллиты депрессионной фациальной зоны; 5 — граница современного распространения отложений; 6 — граница полной мощности отложений; 7 — граница между хитинозовыми зонами *Conochitina proboscifera* и *C. claviformis* (соответствует верхней границе граптолитовой зоны *Monograptus riccartonensis*; 8 — граница между хитинозовыми зонами *Conochitina claviformis* и *Linochitina cingulata* (соответствует верхней границе граптолитовой зоны *Monograptus flexilis*); 9 — граница между подзонами "а" и "б" хитинозовой зоны *Conochitina claviformis*; 10 — виды сообщества *Encrinurus punctatus*: (1) *Encrinurus punctatus*, (2) *Calymene blumenbachi*, (3) *Proetus concinnus osiliensis*, (4) *Harpidella elegantula*, (5) *Bumastus cf. barriensis*; 11 — виды сообщества *Leonaspis mutica*: (6) *Calymene restevensis*, (7) *Leonaspis mutica*, (8) *Dalmanites cf. caudatus*, (9) *Encrinurus ruhnuensis*, (10) *Warburgella stokesii calva*; 12 — виды сообщества *Encrinurus balticus*: (11) *Encrinurus balticus*, (12) *Cyphoproetus insterianus*, (13) *Cyphoproetus latifrontalis*, (14) *Calymene minimarginata*; 13 — виды сообщества *Calymene orthomarginata*: (15) *Calymene mimaspera*, (16) *Calymene orthomarginata*, (17) *Dalmanites punctim*.

Изученные сообщества распространяются в общем в виде полос вдоль предполагаемого берега венлокского моря (рис. 4.1) и, вероятно, тесно связаны с его батиметрическими зонами. Постепенное латеральное замещение сообществ к середине бассейна можно наиболее полно проследить на профиле скважин Пулли — Охесааре — Вентспилс (рис. 4.2). В качестве изохронных уровней здесь приняты, кроме основания и кровли венлока, границы между хитинозевыми зонами, установленными по скважинам Охесааре, Рухну, Пулли 1 (В. Нестор, 1982) и Вентспилс (В. Нестор, неопубликованные данные). Сюда относятся граница между зонами *Conochitina proboscifera* и *C. claviformis*, граница между последней и зоной *Linochitina cingulata*, а также граница между подзонами "а" и "б" зоны *Conochitina claviformis* (рис. 4.2). Уровень основания зоны *L. cingulata*, соответствующий кровле граптолитовой зоны *Monograptus flexilis*, В. Нестор рассматривает как границу между яаниским и ягарахуским горизонтами. За пределами района Рухну — Охесааре уровни границ хитинозевых зон проведены несколько условно, но с учетом данных по вертикальному распределению граптолоидей (Кальо, 1970б; Кальо и Ульст, неопубликованные данные).

В низах венлока, в зоне *Conochitina proboscifera*, соответствующих граптолитовым зонам *C. purchisoni* и *M. riccartonensis*, трилобиты редки. Лишь в самых верхах данных слоев обнаружены *Calymene restevensis* (скв. Пярну, Каугатума) и *C. mimaspera* (скв. Охесааре, Овиши). Нижняя подзона зоны *Conochitina claviformis* содержит, видимо, в основном также лишь два вышеназванных вида. Верхняя охватывает на выходах (клифф Парамая, скв. Пулли 1) отложения с сообществом *E. punctatus*, а в привыходных разрезах по меньшей мере нижнюю половину интервала распространения этого сообщества и основную часть сообщества *Leonaspis mutica* (рис. 4.2, скв. Пярну, Каугатума). В глубоководных разрезах эта же подзона охватывает нижнюю часть амплитуды сообщества *L. mutica* и часть сообщества *C. orthomarginata*, представленную в основном лишь одним номинальным видом (скв. Охесааре, Колка, Овиши, Вентспилс). Верхние части амплитуд распространения сообществ *L. mutica* и *C. orthomarginata*, а также почти вся вертикальная амплитуда сообщества *Encrinurus balticus* относятся уже к зоне *Linochitina cingulata*. В последующей зоне *Conochitina lagena* (скв. Охесааре, интервал 247,0—270 м) трилобиты редки. В следующей зоне *Conochitina* cf. *pachycephala*, вскрытой скважиной Охесааре в интервале 172,6 — 247,0 м, обнаружены трилобиты сообщества *Encrinurus punctatus* (рис. 4.2). В данном районе это сообщество занимает в сводном разрезе значительно более высокую стратиграфическую позицию, чем в районе выходов.

Анализ изложенных данных позволяет заключить, что три главных сообщества трилобитов венлока — *E. punctatus*, *L. mutica* и *C. orthomarginata* — в целом более или менее одновозрастны и латерально замещают друг друга по направлению от мелководья в сторону глубоководного моря. Обратная последовательность замещения этих сообществ, наблюдае-

мая вверх по разрезу как в отношении сообществ *L. mutica* и *E. punctatus* (рис. 4.2, скв. Пярну, Каугатума), так и сообществ *C. orthomarginata* и *L. mutica* (скв. Рухну, Охесааре), обусловлена общей тенденцией регрессии венлокского моря.

Сообщества *A. ornatus* и *E. balticus* занимают несколько обособленное положение, характеризуются ограниченным распространением и приурочены только к поздневенлокским (яагарахуским) отложениям.

Изменение морфологических признаков трилобитов в связи с фаціальными изменениями

Р. Форти (Fortey, 1975) при изучении раннеордовикских трилобитовых сообществ отмечает, что все три выделенных им комплекса содержат таксономически неродственные трилобиты, которые, однако, сходны друг с другом по общей морфологии. Он приводит примеры некоторых морфотипов, приспособившихся к жизни в определенной среде. Широко распространенным является, например, в сравнительно глубоководных отложениях морфотип, характеризующийся небольшой выпуклостью щита, широкими краевыми каймами цефалона и длинными щечными шипами. Этот морфотип приспособлен к движению по мягкому илистому дну (см. также Lane, 1972; McKerrow, 1978). У трилобитов последовательных сообществ венлока Прибалтики в сторону глубоководья наиболее четко проявляется также направленность к тому же морфотипу, основные черты которого приведены ниже.

Род *Calymene*, характеризующийся наибольшим экологическим диапазоном, представлен в данном фаціальном профиле пятью таксонами со следующими изменениями признаков. Глабель у относительно мелководных видов *C. blumenbachi* и *C. restevensis* выпуклая, у *C. mimaspera* и *C. minimarginata* умеренно-выпуклая, а у *C. orthomarginata* почти плоская. Неподвижные щеки, узкие и короткие у *C. blumenbachi*, в сторону глубоководной среды становятся постепенно более широкими и длинными (отношение щеки к глабели на уровне второй лопасти у *C. blumenbachi* 0,25, у *C. restevensis* 0,33, у *C. mimaspera* и *C. minimarginata* 0,4, у *C. orthomarginata* 0,5; длина щеки у последнего вида превышает длину глабели). Передняя краевая кайма более высокая у мелководных видов (у *C. blumenbachi* прижата к глабели, у *C. restevensis* направлена косо вверх и вперед) и относительно низкая у более глубоководных калименид. В связи с удлинением неподвижных щек в сторону глубоководья наблюдается и постепенное выпрямление передней краевой каймы до сильной вогнутости вперед у экстремной разновидности *C. orthomarginata* (табл. VI, фиг. 8). Уменьшение выпуклости обнаруживается и при сравнении гипостом *C. blumenbachi* и *C. orthomarginata* (Мяньиль, 1977б). Параллельно с расширением щек у головных щитов наблюдается постепенное расширение пигидиев за счет плевральных полей, в результате чего соотношение ширины рахиса к ширине пигидия уменьшается от 0,5 (у *C. blumenbachi*) через 0,33 — 0,37

(*C. mimaspera*, *C. minimarginata*) до 0,2 — 0,3 (*C. orthomarginata*). Следует отметить, однако, что, хотя *C. orthomarginata* стоит ближе к глубоководному морфотипу, чем *C. mimaspera*, эти виды связаны с одинаковыми фаціальными обстановками и их вертикальная последовательность отражает, очевидно, их эволюцию. Кстати, среди прибалтийских калименид признаки глубоководного морфотипа четко выражены также у лландоверийского вида *C. latigenata* (табл. VI, фиг. 10).

Энкринуриды представлены в венлоке Прибалтики тремя видами, относящимися к видовой группе *E. punctatus*. Направленные изменения выражены у них в основном в строении хвостового щита. У относительно мелководного вида *E. punctatus* пигидий выпуклый, удлинненно-треугольный, с заостренным концом в виде широкого короткого шипа и с большим количеством (в среднем 28) рахиальных колец. Глаза низкие и широкие. Пигидий *E. ruhnuensis* имеет более узкий рахис (1/3 ширины пигидия), умеренный по длине шип и меньшее количество рахиальных колец (23 — 25). Глаза высокие, узкие. Наиболее глубоководный вид *E. balticus* отличается от остальных широким и коротким пигидием (ширина в 1,7 раза больше длины без учета шипа), оканчивающимся тонким и длинным хвостовым шипом. Относительно узкий рахис (1/4 ширины пигидия) имеет меньше (17 — 21) колец. Пальпебральные лопасти высокие и тонкие.

Далманитиды сохранились в буровых кернах обычно фрагментарно, что затрудняет установление их видового состава и направленной изменчивости. Однако у них можно наблюдать изменения пигидиев, аналогичные изменениям, отмеченным у энкринурид. Находки из извсетковых мергелей характеризуются удлинненными пигидиями с широким подножьем хвостового шипа (табл. V, фиг. 4). *Dalmanites punctim* из глубоководного сообщества имеет широкий пигидий с исключительно длинным тонким шипом и узким его подножьем (табл. VI, фиг. 1,2). *Dalmanites* с узким длинным хвостовым шипом и с высокими глазами известен также по глубоководному сообществу *Visbyella trewerna* венлока Уельса (McKerrow, 1978).

У проетид можно, помимо того, отметить некоторые особенности признаков, очевидно связанные с характером среды обитания. Так, род *Proetus* был, видимо, приспособлен к жизни в относительно мелководных условиях. В изученном нами материале он представлен лишь подвидом *P. concinnus osiliensis* и в относительно глубоководных отложениях не обнаружен. Он имеет выпуклые глабель и переднюю краевую кайму, короткие широкие щечные шипы и широкий рахис пигидия. Представители же сравнительно глубоководного проетиды *Cyphoproetus* характеризуются меньшей выпуклостью глабели, более длинной и плоской передней краевой каймой и наличием предглабельного поля, длинными и тонкими щечными шипами и более широким пигидием с относительно узким рахисом. При этом *Cyphoproetus latifrontalis*, обнаруженный в более глубоководной части ареала распространения *Cyphoproetus*, имеет по сравнению с *C. insterianus*, длинное предглабельное поле.

Два известных представителя рода *Warburgella* происходят из разных фациальных зон, что четко отражается и в их морфологии (Мянниль, 1979). *W. estonica*, один из немногих трилобитов отмельной зоны бассейна, отличается от всех остальных известных варбургеллид своеобразным, выпукло-вогнутым строением плеврального поля пигидия, а от *W. stokesii*, кроме того, выпуклыми глабелью и краевыми каймами и закругленно-вогнутой передней бороздой. *W. stokesii calva* из зеленовато-серых мергелей склоновой фациальной зоны характеризуется относительно ровными, ступенчато ограниченными морфологическими элементами цефалона и плоским плевральным полем пигидия, а также относительно длинной передней и широкой боковой каймами и узким рахисом пигидия. Длина щечных шипов у обоих видов одинакова.

Из вышеизложенного следует, что основными морфологическими признаками трилобитов венлока Прибалтики, изменяющимися в зависимости от фациальной обстановки, являются: выпуклость всего щита и отдельных его элементов, длина и форма передней части кранидия, ширина боковых частей щита и боковой краевой каймы, высота и ширина глаза, длина хвостового и щечного шипов. Осевые элементы щитов — глабель и рахис — наиболее устойчивые, изменяется в основном их выпуклость. Скульптура поверхности щитов изменяется мало. Уменьшение размеров форм в сторону глубоководных отложений, нос у далманеллидных брахиопод в качестве основного морфологического параллелизма (Hurst, 1978), у рассматриваемых венлокских трилобитов выражено слабо.

Аналогичные, связанные с морфологической адаптацией изменения выявлены Л.Н. Репиной (1979) у оленеллоидных трилобитов. У них формы, приуроченные к тонкозернистым глинисто-карбонатным породам, характеризуются тонкими панцирями с сильно увеличенными боковыми и узкими слабовыпуклыми осевыми частями. Эти признаки отсутствуют у форм, найденных в прослоях известняков.

Параллельные морфологические изменения известны у многих бентосных групп фауны, и они, без сомнения, являются функциональными. Выпуклость щита и отдельных его частей укрепляет их строение и способствует движению трилобита в турбулентной обстановке. Широкие щеки, плевральные поля и каймы увеличивают горизонтальную поверхность щита, что предохраняет его от вдавливания в мягкий илистый субстрат.

Наблюдаемые морфологические изменения указывают на прямую зависимость рассмотренных трилобитовых сообществ от фациальных факторов бассейна.

ГЛАВА 5. МЕЛКОВОДНЫЙ КОНОДОНТ *CTENOGNATHODUS MURCHISONI* (ПОЗДНИЙ ВЕНЛОК ЭСТОНИИ)

При изучении распределения силурийских конодонтов Эстонии в отложениях роотсикюлаского горизонта обнаружен своеобразный комплекс конодонтов, характерной составной частью которого является спатогнатодусовый элемент мультивида *Ctenognathodus murchisoni** (= *Spathognathodus murchisoni*, Вийра, 1977). Обработка обширного материала с о. Сааремаа выявила четкую стратиграфическую приуроченность и значительную горизонтальную протяженность этого комплекса, что позволило выделить *S. murchisoni* в качестве местного зонального вида (Вийра, 1977; Кальо, 1977а).

В настоящей работе попытаемся определить фациальное положение и стратиграфическую значимость мультивида *Ctenognathodus murchisoni* и обосновать его таксономическую самостоятельность.

Вид *Ctenognathus* (= *Ctenognathodus*) *murchisoni* назван Х. Пандером в 1856 г. в его знаменитой работе в числе самых первых конодонтов (Pander, 1856). Описание дано очень сжатое, в качестве местонахождения указаны Роотсикюла (Rootsikülle) и Сандла (Sandel), причем изображенные на рисунках экземпляры происходят из Роотсикюла. Почти через 100 лет *C. murchisoni* был вновь описан В. Гроссом по материалу из обнажения Везику (Wessiko) о. Сааремаа, взятому из куска породы, переполненной чешуями *Thelodus* (Gross, 1954). В. Гросс дал детальную характеристику вида вместе с подробным описанием микроструктуры листа и изображениями конодонта. Он выделил также неотип вида, ибо коллекция Х. Пандера не сохранилась. Этими двумя работами и ограничиваются сведения об указанном конодонте.

Наш материал происходит из обнажений и ряда буровых скважин роотсикюлаского горизонта о. Сааремаа. Их расположение показано на рис. 5.1. Конодонты многих буровых разрезов отобраны из проб, растворенных Тийу Мярсс на телодонты. Литологические колонки скважин составлены Р. Эйнасто.

Стратиграфия

Ctenognathodus murchisoni обнаружен в отложениях роотсикюлаского горизонта (K₁), который составляет самые верхи венлока на уровне граптолитовых зон *lundgreni* (верхи) и *ludensis* (Кальо, 1979). Отложения роотсикюлаского горизонта в районе его распространения (Прибалтийский бассейн) различаются существенно по литологическому и палеонтологическому составу (Кальо, Юргенсон, 1977; Кальо, 1979). На о. Сааремаа, где его мощность составляет 30 — 50 м, он отличается специфическим литологическим обликом и своеобразной фауной, в которой домини-

* Конодонты в данной работе определены по мультиэлементной таксономии. Формальные названия конодонтов см. в объяснении к рис. 5.2.

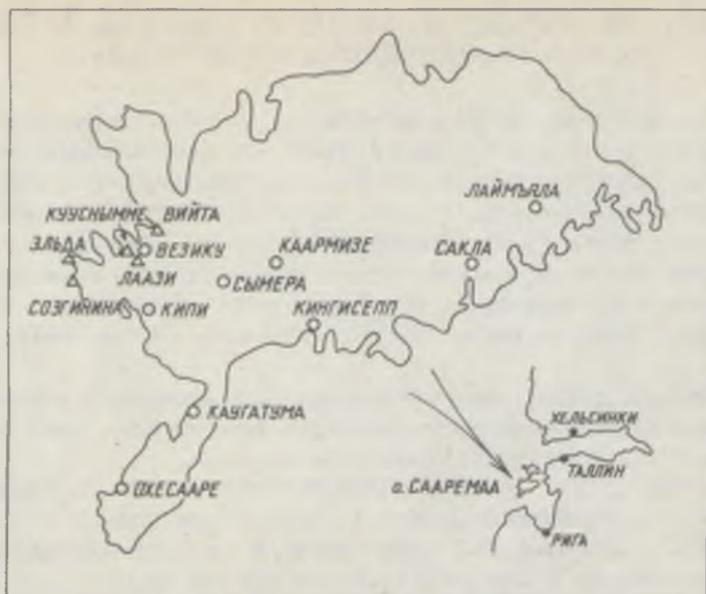


Рис. 5.1. Схема расположения изученных обнажений (▲) и буровых скважин (○) на о. Сааремаа.

руют эвриптериды и остатки бесчелюстных (Эйнасто, 1968, 1970, 1979). Согласно фациальной модели силурийского Палеобалтийского бассейна, отложения горизонта принадлежат к лагунной и отмельной фациальным зонам (Нестор, Эйнасто, 1977). Они образовались на прибрежных тихоходных равнинах и в лагунах или в зоне волнения в поясе отмелей, нередко в крайне мелководной среде, распространившейся в рутсикулаское время в районе о. Сааремаа и к югу от него. Лито- и циклостратиграфически горизонт подразделен (Эйнасто, 1970) на 4 слоя (снизу вверх); вийтаские слои (K_1Vt), куусыммеские (K_1Kn), везикусские (K_1Vs) и созгининские (K_1Sn).

Распределение конодонтов

Нами изучены конодонты из наиболее важных обнажений рутсикулаского горизонта, полученные результаты приведены в таблице 5.1. Названия конодонтов в данной статье даны по мультиэлементной таксономии. Названия формальных видов, составляющих эти мультитаксоны, указаны в объяснении к рисунку 5.2. Ниже приводятся некоторые замечания к таблице 5.1. В пробе из местонахождения Вийта (шурф) количественно преобладает *Ozarkodina confluens* (в том числе Pb — элемент = *Spathognathodus primus densidentatus*) при единичных экземплярах *Cteno* -

Обзор материала из обнажений роотсикюляского горизонта
Synopsis of the conodont material from the localities of the Rootsiküla Stage

Место-нахождение	Стратиграфическое положение	Вес пробы, г	Литологическая характеристика	Конодонты и их количество
Вийта	K ₁ Vt	4000	Сгустково-биоморфный известняк	<i>Ozarkodina confluens</i> <i>O. excavata</i> <i>O. sagitta bohémica</i> <i>Oulodus siluricus</i> <i>Ctenognathodus murchisoni</i>
Паписааре	K ₁ Vt	2715	Известковый доломит	<i>O. confluens</i> Pb 4 экз.
Кууснымме	K ₁ Kn	580	Коралловый доломит	<i>C. murchisoni</i> 5 экз.
Эльда	K ₁ Kn			<i>O. sagitta bohémica</i> <i>O. confluens</i> <i>C. murchisoni</i>
Везику	K ₁ Vs	1660 1770 3850	Скрытокристаллический известняк Звирптеровый доломит Известняк с чешуями агнат	<i>C. murchisoni</i> 29 экз. <i>O. confluens</i> 3 экз. <i>C. murchisoni</i> Sb—2 экз., Sc—1 экз. <i>C. murchisoni</i> Pb—351 экз. Pa—74 —"— M—57 —"— Sb—65 —"— Sc—124 —"— Sa—79 —"—
Лаази	K ₁ Vs	3700	Сгустковый остракодовый известняк Скрытокристаллический известняк и звирптеровый доломит	<i>O. confluens</i> 50 экз. <i>C. murchisoni</i> 1 экз. <i>C. murchisoni</i> 20 экз.
Созгинина	K ₁ Sn	8450	Водорослевый известняк	<i>C. murchisoni</i> <i>Spathognathodus</i> sp. S (Pb)

gnathodus murchisoni. Комплекс обнажения Вийта установлен в разрезе скв. Охесааре на глубине 142,25 — 145,50 м (Вийра, 1977). Обнажение Везику заслуживает внимания не только как стратотипическое для везикуских слоев, но еще и потому, что отсюда происходят описанные В. Гроссом экземпляры *C. murchisoni*, которые по сути являются оригинальным материалом для данного вида (Gross, 1954).

Распределение конодонтов в изученных скважинах приведено на рис. 5.2 и 5.3, тогда как распределение конодонтов в скважинах Охесааре и Сакла рассмотрено в отдельных статьях (Вийра, 1977).

Ниже дается обзор распространения конодонтов в роотсикюласком горизонте, который иллюстрируется конодонтами на рис. 5.4.

В вийтаских слоях встречаются конодонты, появившиеся уже в верхах яагарахуского горизонта: *O. confluens*, *O. excavata*, *Oulodus siluricus*, а также характерные для вийтаских слоев *O. sagitta bohémica* и *O. confluens* (Pb-элемент = *Spathognathodus primus densidentatus*). Кроме того, в двух скважинах, Охесааре (глуб. 145,55 м) на юго-западе и Лаймъяла (глуб. 17,6 м) на востоке о. Сааремаа, найден *Spathognathodus aff. murchisoni* (Pb-элемент), который, по всей вероятности является самостоятельным видом и не может быть определен в качестве *S. murchisoni*, как это было сделано при изучении конодонтов скв. Охесааре (Вийра, 1970, 1977). Один экземпляр *S. aff. murchisoni* обнаружен в скв. Кихну, глуб. 107,6 м. Наиболее восточное и южное местонахождения *S. aff. murchisoni* могут указывать на связь с определенными фациальными условиями (саклаская пачка), но немногочисленность находок этих конодонтов не позволяет с уверенностью говорить об этом. В верхней половине вийтаских слоев в некоторых разрезах появляется также *C. murchisoni*, что вполне определенно указывает на уровень его первого появления в разрезе. В скважинах Каугатума, Кингисепп и Кипи *C. murchisoni* в этих слоях не найден, однако это может быть отчасти результатом обработки мелких проб.

В куусныммеских слоях (K₁K_n) *C. murchisoni* выявлен во всех изученных скважинах и разрезах, а *O. confluens* — только в некоторых из них. В трех западных разрезах встречается также *O. excavata*. На самом западе о. Сааремаа (скв. Везику, обн. Эльда) обнаружен *O. sagitta bohémica*, который там переходит также в везикуские слои. Столь высокое стратиграфическое положение данного вида по сравнению с имеющимися до сих пор данными (вийтаские слои, Вийра, 1977) является нормальным, ибо верхним пределом распространения зоны *sagitta* стандартной схемы является нижний лудлов (Walliser, 1971; Aldridge, 1975). Ограниченное распространение *O. sagitta bohémica* в верхневенлокских отложениях изученного района является скорее всего лишь результатом фациальной обстановки.

Везикуские слои (K₁V_s) характеризуются преобладанием *C. murchisoni*, часто довольно значительным (везикуская ассоциация, Вийра, 1977). В нижней части слоев встречается также *O. confluens* (Pb-элемент = *Spathognathodus primus retroversus*) и в западных разрезах — *O. excavata*. В верхней части слоев встречается только *C. murchisoni*, если

не считать *Spathognathodus* sp. S в скв. Сымера, который в вышележащих слоях (K₁Sn) становится более частым.

В созгининаских слоях продолжают встречаться элементы *C. murchisoni*, но наряду с ним снова появляются *O. confluens* и *O. excavata*. Характерным можно считать присутствие вышеназванного *Spathognathodus* sp. S.

Исходя из сопоставления обстановки роотсикюлаского времени и распределения конодонтов (рис. 5.2, 5.3, 5.5) можно сделать некоторые выводы об их фациальной приуроченности. Роотсикюлаские конодонты все связаны с мелководными фациями лагунной и отмельной зоны. Более богатый комплекс связан с отмельной зоной и с фациями сгустковых, оолитовых и сортированно-детритовых известняков (по фациальной типизации Нестор, Эйнасто, 1977) в нижних частях вийтаских и везикуских слоев, а также в созгининаских слоях. Здесь присутствуют в основном различные представители *Ozarkodina* — *O. confluens*, *O. excavata*, *O. sagitta bohemiae*. В поздневийтаское время, когда начали распространяться фации лагунной зоны, появляется *C. murchisoni*, который и при последующем углублении моря в нижневезикуское время продолжает встречаться вместе с *O. confluens*. Верхняя половина везикуских слоев относится ко времени широкого распространения мелководных ненормально-морских отложений каарманского комплекса — времени прибрежных лагун и накопления тиховодных доломитовых илов (Эйнасто, 1979). Как видно из рис. 5.5, в это время господствовал один *Ctenognathodus murchisoni*. Поэтому можно предположить, что он является представителем лагунной зоны. Но утверждать, что *C. murchisoni* распространен во всей лагунной зоне, нельзя, ибо при детальном сопоставлении мест взятия проб и характера породы видим, что наиболее благоприятными являются фация тонкочередующихся эвтриптеровых доломитов и микрокристаллических известняков и фация глинистых доломитово-известковых биотурбитидов. Фация эвтриптеровых доломитов содержит конодонты, хотя и весьма немногочисленные. Фации узорчатых доломитов и ламинарных глинистых доломитов не содержат конодонтов.

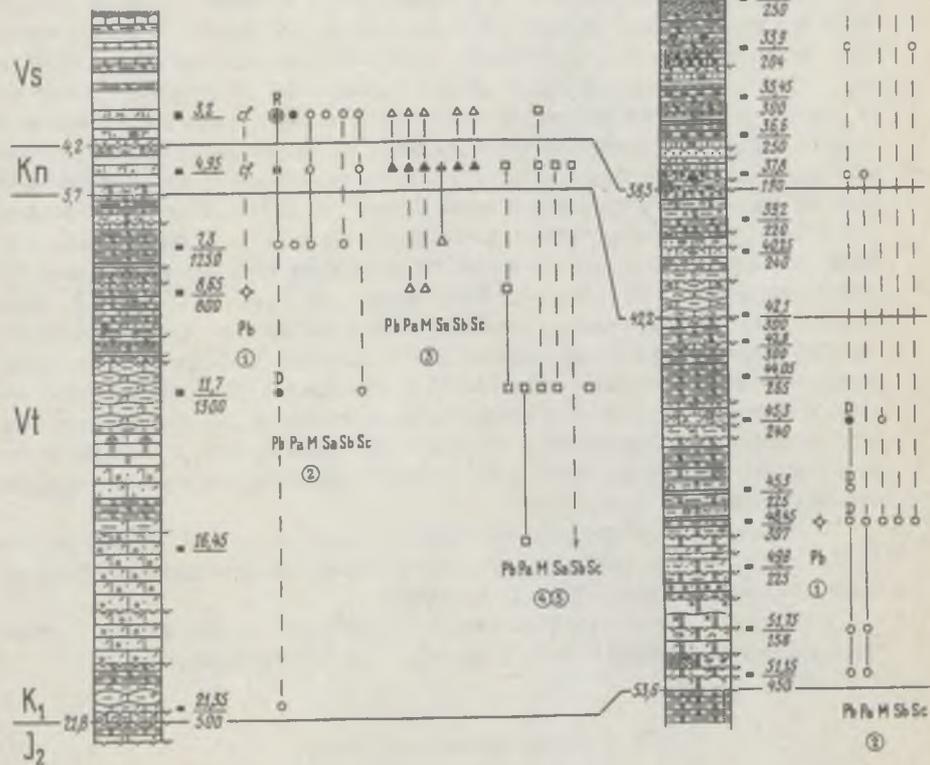
Из вышесказанного можем заключить, что *C. murchisoni* является наиболее прибрежным из всего изученного комплекса конодонтов. Следующим в сторону моря является *O. confluens*.

Отсюда становится ясным, почему *C. murchisoni* имеет столь ограниченное распространение и пока в других регионах не обнаружен.

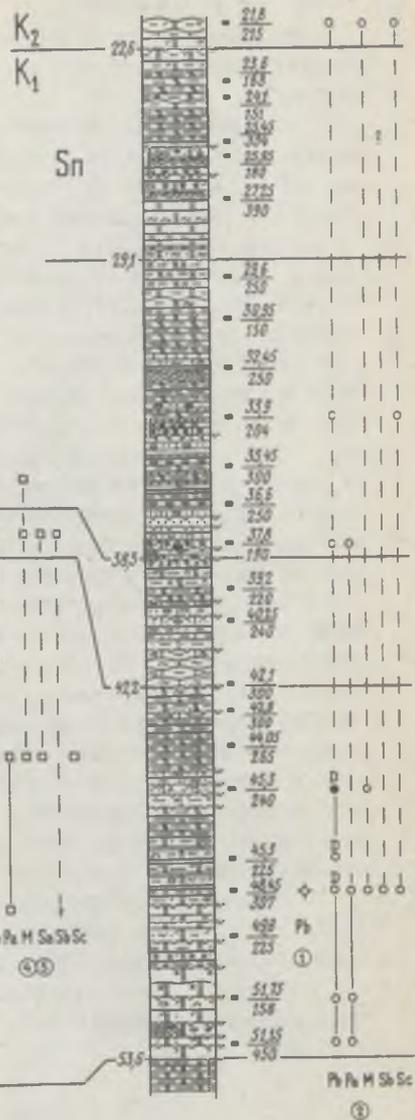
Зона *Ctenognathodus murchisoni*

Биозона *C. murchisoni* является местной зоной, она охватывает большую часть роотсикюлаского горизонта на о. Сааремаа. Нижняя граница зоны проходит на уровне первого появления *C. murchisoni* в верхней половине вийтаских слоев. Верхняя граница определяется исчезновением *C. murchisoni* в самых верхах созгининаских слоев. В пределах зоны встречаются *Ozarkodina confluens*, *O. excavata* и *Oulodus siluricus*. *Ozarkodina sa-*

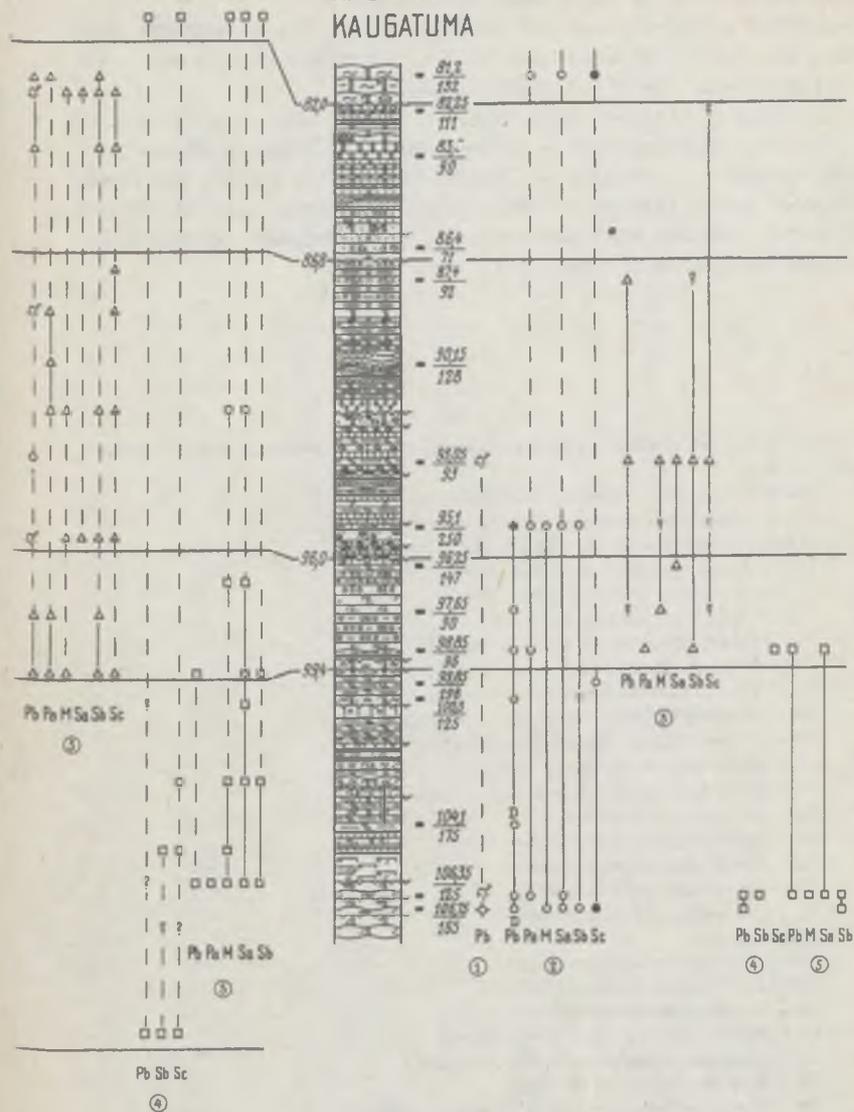
ВЕЗИКУ 507
VESIKU 507



КИПИ
KIPI



КАУГАТУМА
KAUGATUMA



gitta bohémica определен из вийтаских, куусныммеских и везикуских слоев, *O. confluens* (Pb = *Spathognathodus primus retroversus*) — из везикуских и *Spathognathodus* sp. S — из созгининаских слоев.

В стандартной схеме конодонтов (Walliser, 1964, 1971) местная зона *C. murchisoni* соответствует, вероятно, верхней части зоны *sagitta*, на что указывают находки *O. sagitta bohémica* с о. Сааремаа.

Зона *C. murchisoni* установлена только на о. Сааремаа, который, согласно структурно-фациальному районированию Палеобалтийского силурийского бассейна, относится к Средне-Эстонскому району Восточно-Прибалтийской зоны (Кальо, 1975б). Распространение данной зоны в пределах других районов пока неизвестно. Стратиграфическое положение зоны *C. murchisoni* отражено в табл. 5.2.

← Рис. 5.2. Распространение конодонтов в разрезах скважин Везику (507), Кипи и Каугатума.

- 1 — *Ozarkodina sagitta bohémica* (Walliser):
Pb — *Spathognathodus sagitta bohémica* Walliser
- 2 — *Ozarkodina confluens* (Branson et Mehl):
Pb — *Spathognathodus primus* (Branson et Mehl)
D — *S. primus densidentatus* Viira
R — *S. primus retroversus* Viira
Pa — *Ozarkodina typica* Branson et Mehl
M — *Neoprioniodus bicurvatus* (Branson et Mehl)
Sa — *Trichonodella symmetrica* (Branson et Mehl)
Sb — *Plectospathodus flexuosus* Branson et Mehl
Sc — *Hindeodella confluens* Branson et Mehl
- 3 — *Ctenognathodus murchisoni* (Pander):
Pb — *Spathognathodus murchisoni* (Pander)
Pa — ортусовый элемент
M — неоприониодусовый элемент
Sa — трихоноделловый элемент
Sb — лонходиноновый элемент
Sc — лигонодиновый элемент
- 4 — *Oulodus*:
Pb — *Lonchodina walliseri* Ziegler
Sb — *Lonchodina greilingi* Walliser
Sc — лигонодиновый элемент
- 5 — *Ozarkodina excavata* (Branson et Mehl):
Pb — *Spathognathodus inclinata* (Rhodes)
Pa — *Ozarkodina media* Walliser
M — *Neoprioniodus excavatus* (Branson et Mehl)
Sa — *Trichonodella excavata* (Branson et Mehl)
Sb — *Plectospathodus extensus* Rhodes
cf — недостоверное определение

Условные обозначения: пустые значки (кружочки, треугольники и т.д.) — в пробе 1 — 5 экз., заполненные значки — 5 — 30 экз., заполненные значки с обрамлением — более 30 экз. Правее от разреза указаны места взятия проб, глубина пробы (числитель) и вес в граммах (знаменатель). Условные обозначения к разрезам см. на рис. 5.3.

В настоящей работе описание материала производится по мультиэлементной таксономии. В последние годы такой подход получил широкое распространение среди исследователей, и нам кажется, что он вполне применим для описываемого конодонта. Для обозначения отдельных элементов используются символы, впервые введенные В. Свитом и Х. Шенлаубом в 1975 г. и получившие применение при описании силурийских мультивидов (Sweet, Schönlaub, 1975; Cooper, 1975, 1977; Barrick, Klapper, 1976; Helfrich, 1978; Lane, Ormiston, 1979).

Реконструирование мультиэлементного аппарата в данной работе основывается:

- 1) на повторении в пробах ассоциаций одних и тех же элементов;
- 2) на наличии во многих пробах из везикуских слоев только одной ассоциации элементов;
- 3) на вполне хорошем совпадении получаемого 6-элементного аппарата с представлениями об общем плане строения конодонтовых аппаратов.

Описанная в данной работе коллекция конодонтов хранится в Институте геологии АН ЭССР в г. Таллине.

Род *Ctenognathodus* Fay, 1959

1856 *Ctenognathus* — Pander, S. 32

1959 *Ctenognathodus* — Fay, p. 195

1959 *Ctenognathus* Pander, 1856 — Lindström, p. 438.

Типовой вид: *Ctenognathus muchisoni* Pander, 1856. Верхний венлок Северной Прибалтики.

Диагноз. Конодонтовый аппарат, состоящий из следующих шести элементов: спатогнатодусового (Pb), ортусового (Pa), неоприониодусового (M), лонходинового (Sb), лигонодинового (Sc) и трихоноделлового (Sa). Все элементы, кроме спатогнатодусового, стержневидные, имеют раздельные зубчики и высокий зубец.

Видовой состав, распространение и возраст. Известен один вид, распространенный в верхневенлокских отложениях Северной Прибалтики.

Сравнение. Наиболее близким является род *Kockelella* Walliser sensu Barrick, Klapper, 1976, отличающийся только по кокелелловому элементу Pb (= Pa sensu Barrick, Klapper). От рода *Oulodus* Branson et Mehl sensu Sweet, Schönlaub, 1975 отличается элементами Pa и Pb, в то время как S-элементы у обоих родов аналогичны. Близким является *Ozarkodina* Branson et Mehl sensu Lindström, 1970, от которого *Ctenognathodus* отличается наличием ортусового элемента Pa вместо озаркодинового. Остальные элементы имеют только морфологические отличия.

Замечания. Как установил Р. Фей (Fay, 1958, 1959), предложенное Х. Пандером родовое название *Ctenognathus* оказалось занятым в энтомологии, и поэтому он предложил новое название *Ctenognathodus*. Э. Брансон

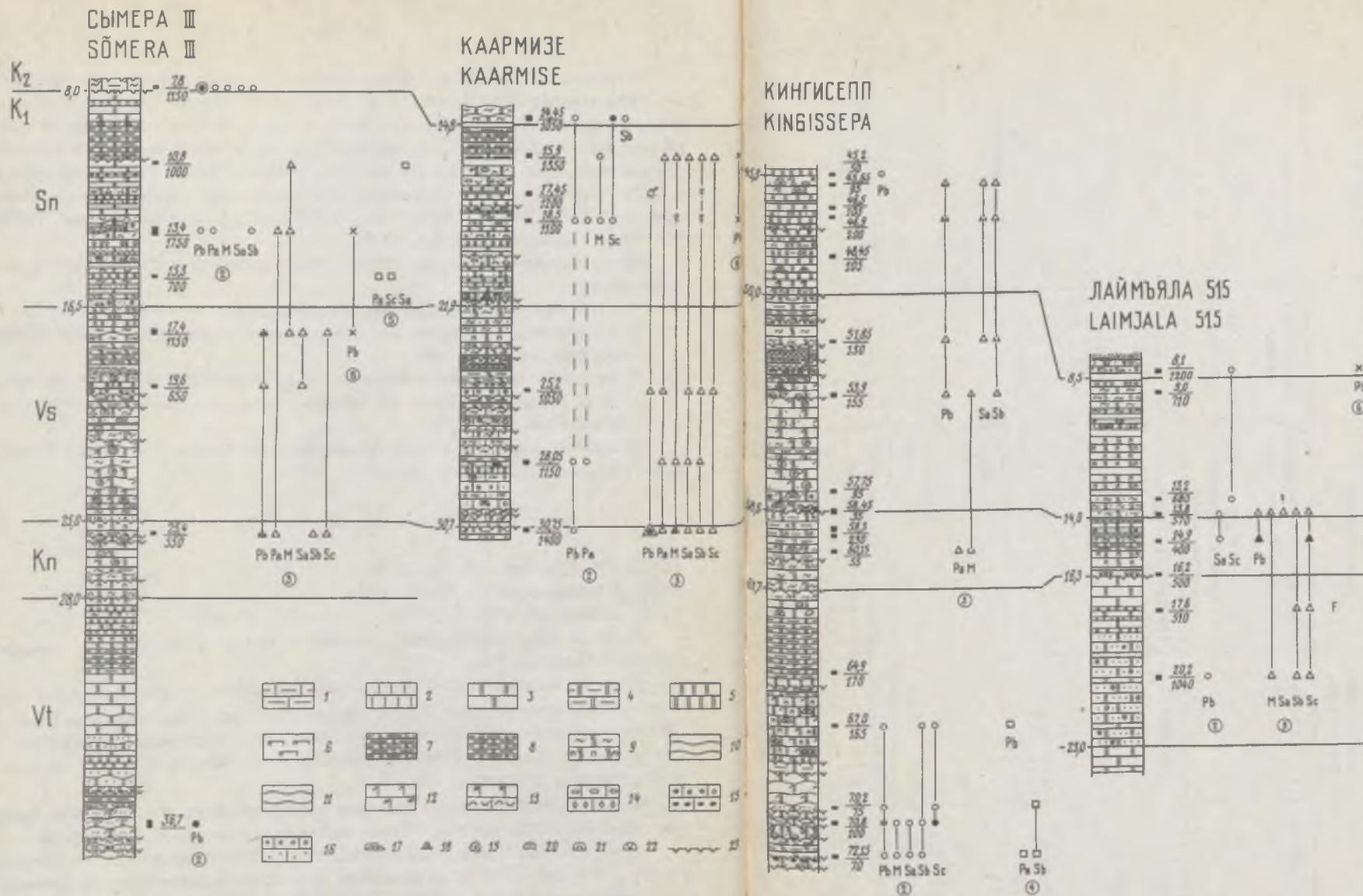


Рис. 5.3. Распространение конодонтов в разрезах скважин Сымера III, Каармизе, Кингисепп и Лаймъяла (515). Обозначения те же, что на рис. 5.2; дополнительно: 6 — Pb-элемент *Spathognathodus* sp. S, F — Pb-элемент *Spathognathodus* aff. *murchisoni*.
Условные обозначения. Текстуры: 1 — глинистый известняк, 2, 5 — микрокристаллическая структура, 3 — доломит, 4 — глинистый доломит,

6 — известковый доломит, 7 — эвриптеровый доломит, 8 — глинистый доломит каармского типа, 9 — узорчатый доломит, 10 — комковатая и 11 — среднекомковатая текстуры. Структуры: 12 — мелко- и крупнодетритовая, 13 — скопления детрита и биоморфная, 14 — конгломератная и брекчиевая, 15 — оолитовая, 16 — псаммитовая и ступчатая. Другие обозначения: 17, 18 — пластовые и бугорчатые строматолиты, 19, 20 — онколиты, 21 — строматопораты, 22 — табуляты, 23 — поверхность перерыва.

Стратиграфическое положение зоны *C. munchisoni*
Stratigraphical position of the *C. munchisoni* Zone

Стандартная стратиграфическая схема		Грaptолитовая зона	Региональная стратиграфическая схема	Местная стратиграфическая схема	Конодонтовые зоны	
Отдел	Ярус		Горизонт	Восточно-Прибалтийская структурно-фациальная зона	Стандартная схема	Предлагаемая схема
Верхний силур	Лудлов	<i>N. nilssoni</i>	Паадлаский	Средняя Эстония о. Сааремаа	Walliser 1964, 1971	?
				Паадлаская свита		
Нижний силур	Венлок	<i>P. ludensis</i>	Роотсиюла-ский	Созгининаские слои	<i>sagitta</i>	<i>C. munchisoni</i>
				Везикусские слои		
		Вийтаские слои		<i>sagitta</i>		
		<i>C. lundgreni</i>	Ягарахуский	Ягарахуская свита	Тагавереские слои	

и М. Мэл не признали рода *Ctenognathus* Пандера, поскольку он был выявлен на фрагментарном материале разного возраста (Branson, Mehl, 1933) и установили на своем материале новый род *Spathodus* с типовым видом *S. primus*. Но название *Spathodus* оказалось также оккупированным и было замещено названием *Spathognathodus* (Branson, Mehl, 1941). В своем исследовании 1954 г. В. Гросс показал, что типовой вид рода *Ctenognathus* имеет четкую характеристику и тем самым подтвердил самостоятельность рода. Из этого заключения некоторые исследователи сделали совершенно противоречивые номенклатурные выводы относительно валидности родов *Spathognathodus* и *Ctenognathodus* (Fay, 1959; Ziegler, 1961). При переходе к мультиэлементной таксономии род *Spathognathodus* оказался в синонимике мультирода *Ozarkodina*. Между тем *Ctenognathodus* кажется вполне подходящим родовым названием для выделяемого аппарата с типовым видом *C. murchisoni*.

Ctenognathodus murchisoni (Pander).

Табл. VII, фиг. 1 — 15; табл. VIII, фиг. 1, 2, 4; табл. IX, фиг. 1 — 12; табл. X, фиг. 1 — 8; рис. 5.4, фиг. 6 — 12, 17 — 30; рис. 5.6, фиг. 1 — 35.

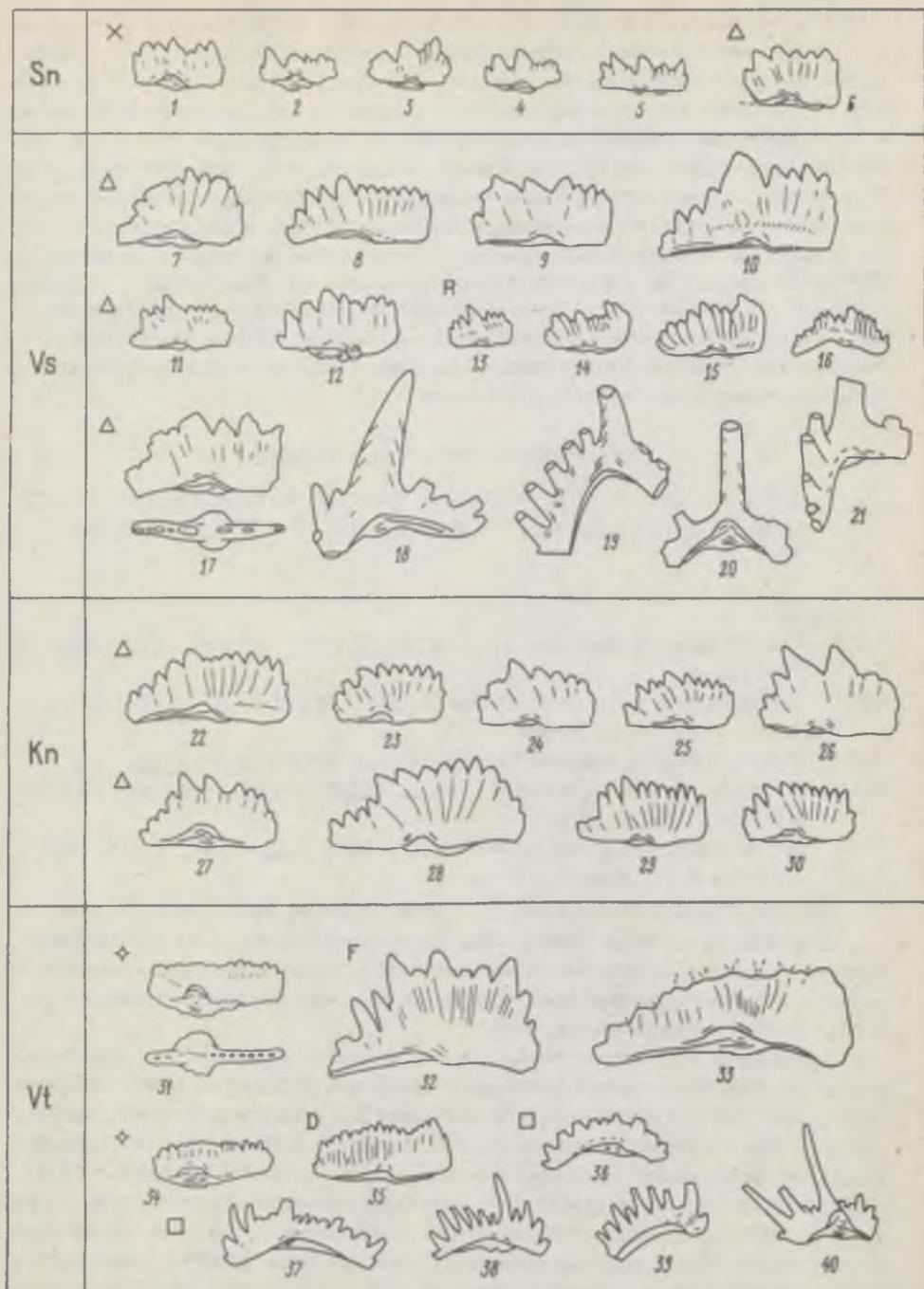
Рb-элемент

- 1856 *Ctenognathus murchisoni* — Pander, с. 32, табл. 4, фиг. 17; табл. 6, фиг. 18a, b.
- 1954 *Ctenognathus murchisoni* Pander (1856) — Gross, с. 74 — 79, табл. 1, фиг. 1 — 12; табл. 2, фиг. 1 — 3
- 1957 *Ctenognathus murchisoni* Pander — Gross, табл. 8, фиг. 1; рис. 1С
- 1964 *Spathognathodus murchisoni* (Pander, 1856) — Lindström, рис. 14A (?), 4 F (non), 55a (non)
- 1971 *Spathognathodus murchisoni* (Pander), 1856 — Дрыгант, с. 80, табл., фиг. 4 — 6 (?), фиг. 1 — 3 (non)

Неотип. *Ctenognathus murchisoni* Pander — Gross, 1954, табл. 1, фиг. 9.

Диагноз. Мультивид *Ctenognathodus* со спатогнатодусовым Рb-элементом, имеющим сравнительно высокий лист и равномерные слившиеся зубчики, и с 5 стержневыми элементами, имеющими большой главный зубец и отдельные зубчики на стержнях.

Замечание. Л. Еппссон включает описанный В. Гроссом *C. murchisoni* в синонимике мультивида *Hindeodella confluens*, Branson et Mehl 1933, sensu Jeppsson, 1969 и добавляет, что материал В. Гросса, несомненно, принадлежит к той же линии (lineage), что и *H. confluens* s. str., и что имеющиеся различия не выходят за пределы подвидового уровня (Jeppsson, 1974). Спатогнатодусовым элементом *H. confluens* является формальный вид *Spathognathodus primus*, который четко отличается от формального вида *C. murchisoni* (Рb-элемент мультивида), так как последний не имеет характерных для *S. primus* высоких передних зубчиков. Остальные 5 элементов мультивида *C. murchisoni* отличаются от таковых *H. confluens* также в основном по характеру зубчиков, которые у последнего являются слив-



шимися. По характеру зубчиков 5 стержневых элементов *C. murchisoni* до некоторой степени напоминают элементы *Ligonodina confluens confluens* (Jeppsson, 1972).

Ортусовый элемент Pa описываемого вида близок к конодону с формальным названием "*Ozarkodina*" *ziegleri tenuiramea* Wall., от которого отличается тем, что передний отросток всегда меньше заднего. От "*Ozarkodina*" *ortus* Wall. элемент Pa отличается меньшим базальным основанием, низким задним отростком и большим главным зубцом.

При изучении конодонтов скв. Охесааре (Вийра, 1970, 1977) элементы мультивида *Ctenognathodus* были определены по формальной таксономии следующим образом:

- элемент Pb — *Spathognathodus murchisoni* (Pander),
Pa — *Ligonodina* sp. n. L,
Sa — *Trichonodella* sp. n. V,
Sb — *Lonchodina greilingi* Wall.,
Sc — *Ligonodina* ex. gr. *silurica* Branson et Mehl,
M — *Lonchodina* ? sp. n. N.

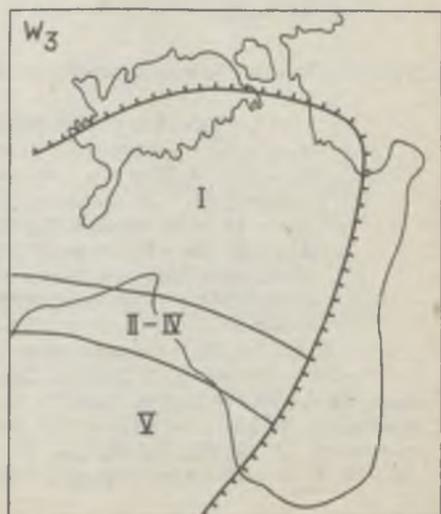
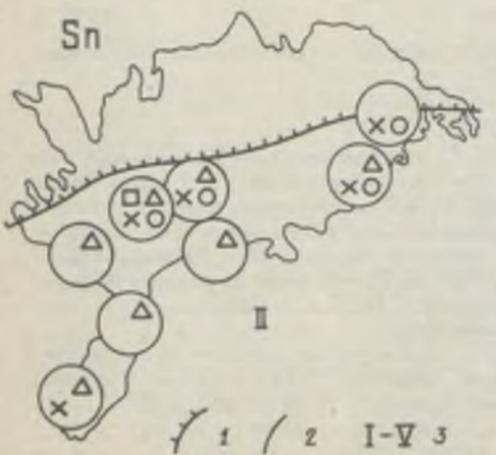
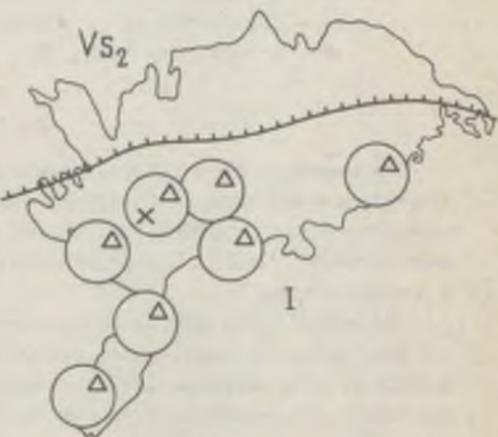
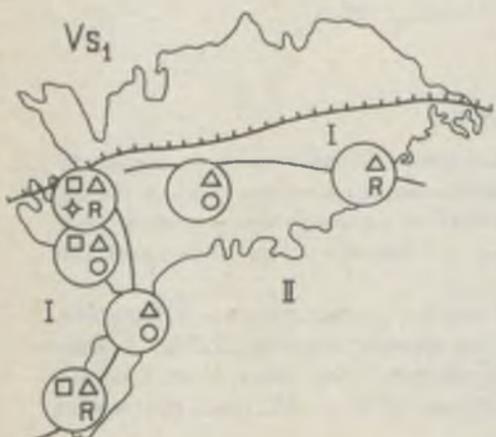
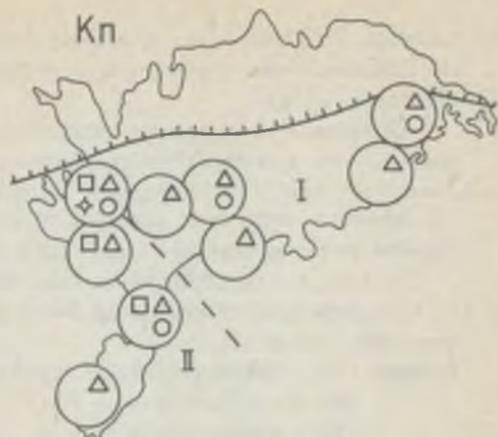
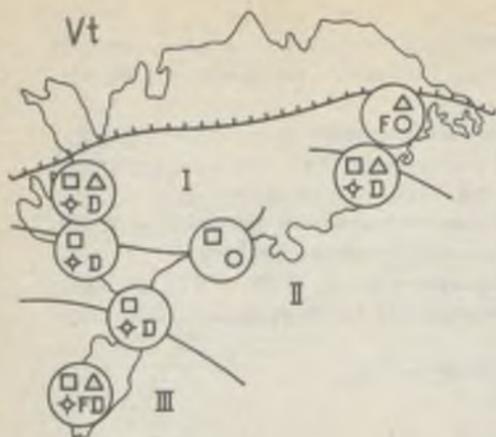
Описание

Pb-элемент. Лист сравнительно высокий с почти горизонтальным основанием и небольшой базальной полостью посередине последнего. Передний угол прямой. Сбоку лист прямоугольный с вытянутым и понижающимся задним концом. Боковые стороны основания иногда слегка сжаты и у нижнего края.

Верхний зубчатый край характеризуется равномерными зубчиками, но довольно обычны также зубчики различной ширины. Зубчики слившиеся, с заостренными верхушками. Главный зубец среди других не выделяется. Количество зубчиков колеблется от 9 до 15, чаще составляет 11 — 12.

Рис. 5.4. Конодонтовые комплексы по слоям роотсикюлаского горизонта о. Сааре-маа:

- 1 — 5 — Pb-элемент *Spathognathodus* sp. S;
6 — 12, 17 — *Ctenognathodus murchisoni* (Pander)
6 — 12, 17, 22 — 30 — Pb-элемент, 18 — Pa-элемент, 19 — M-элемент, 20 — Sa-элемент, 21 — Sc-элемент; 13 — 16 — *Ozarkodina confluens* (Branson et Mehl);
13 — 15 — Pb-элемент *Spathognathodus primus retroversus* Viira; 16 — Pa-элемент; 31, 34 — Pb-элемент *Spathognathodus sagitta bohémica* Walliser; 32, 33 — Pb-элемент *Spathognathodus* aff. *murchisoni* (Pander); 35 — Pb-элемент *Spathognathodus primus densidentatus* Viira; 36, 39 — *Ozarkodina excavata* (Branson et Mehl); 36 — Pb-элемент, 39 — M-элемент; 37, 38, 40 — *Oulodus*: 37 — Pb-элемент, 38 — Pa-элемент, 40 — Sb-элемент.
1 — 2 — обн. Созгинина; 3, 8 — скв. Сымера III, 13,4 и 17,4 м; 4, 9, 23 — 26 скв. Каармизе, 15,92, 25,2 и 30,7 м; 5, 29, 30, 33 — скв. Лаймяла, 8,1, 14,9 и 17,6 м; 6 — скв. Кингисепп, 46,9 м; 7 и 13 — 16, 22, 34 — скв. Везику, 3,2, 4,95 и 8,65 м; 10, 27, 35 — скв. Кипи, 35, 44, 42,09 и 48,43 м; 11, 12 — скв. Каугатума, 93,06 м; 17 — 21, 31, 32, 36 и 39, 37, 38 и 40 — скв. Охесааре, 133,05, 142,25, 145,55, 151,7 и 144,05 м.



Белое вещество распределяется в листе по осям зубчиков в различной степени, как это хорошо видно на фотографиях, которые снимались в спирте. У некоторых экземпляров наблюдаются зародышевые зубчики.

Базальная полость обычно расположена в середине листа, но у больших экземпляров иногда смещена вперед. Она имеет вид неглубокой округленной ямки, переходящей более резко в передний и более плавно в задний продольные желобки. Ушки базальной ямки сравнительно небольшие.

Базальное заполнение темно-бурого цвета, имеет форму весьма невысокой (почти плоской) воронки, вытянутой неравномерно в передне-заднем направлении. Базальное заполнение выдается в боковые стороны за пределы ушек базальной ямки.

Ра-элемент с большим главным зубцом и отдельными зубчиками на коротких низких отростках. Главный зубец высокий (обычно длиннее отростков) и широкий, имеет наклон вбок и назад. В поперечном сечении зубец в различной степени плоско-овальный. Края острые, передний край часто килевидный.

Задний отросток длиннее переднего, но длина его не превышает высоты главного зубца. Передний отросток направлен вниз и вбок. Зубчики на отростках раздельные, с острыми верхушками. На заднем отростке обычно до 6 зубчиков неодинакового размера (наибольшим является предпоследний), на переднем отростке в среднем 3 — 5 зубчиков, более или менее одинаковых. Передние зубчики находятся на одной линии с передним ребром главного зубца. Зубчики заднего отростка имеют наклон назад, примерно одинаковый с главным зубцом.

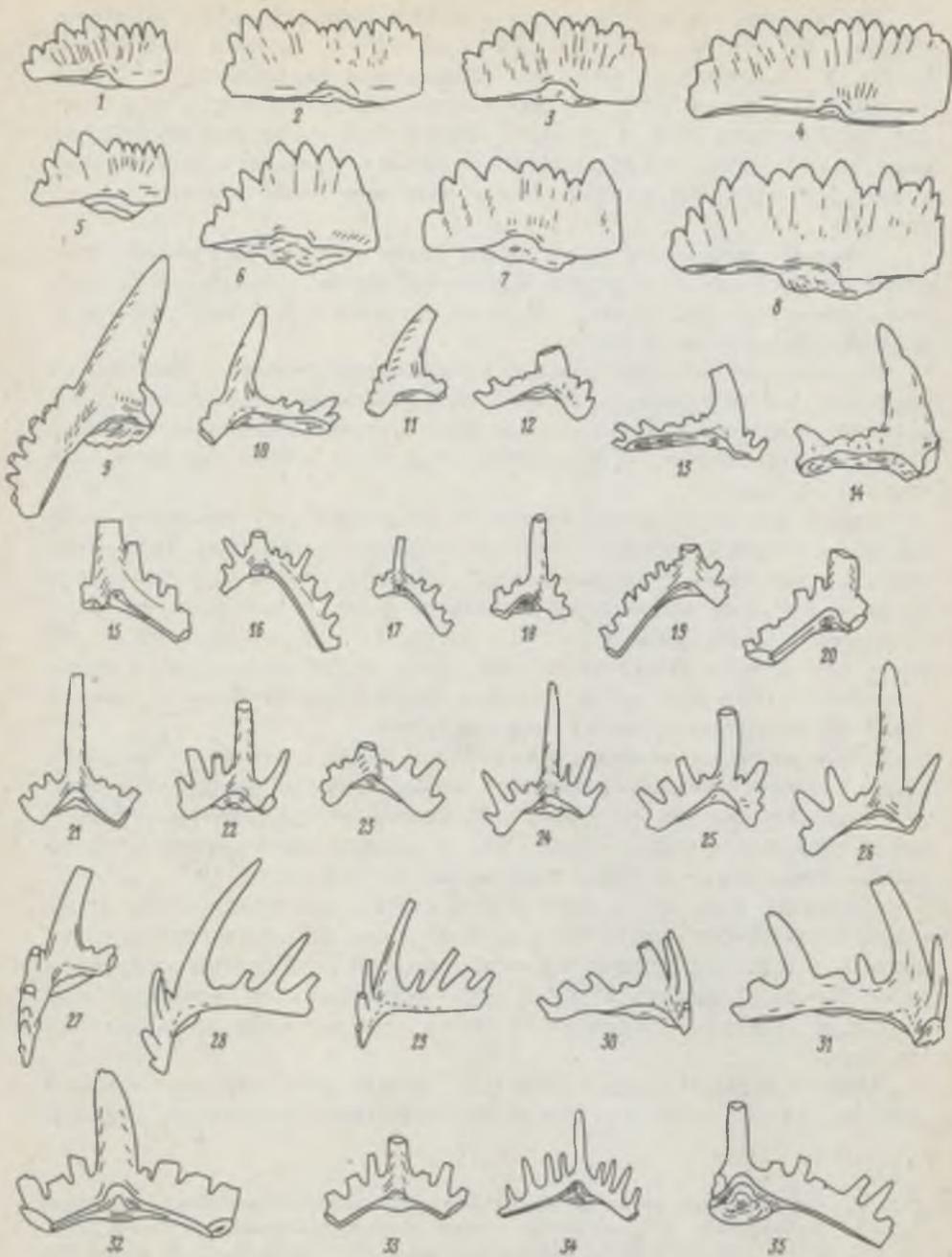
Белое вещество занимает весь главный зубец и зубчики и не содержится только в основании конодонта и в промежутках между зубчиками.

Базальная полость неглубокая, конусовидная под главным зубцом и желобообразная под отростками. Задний желобок более широкий, у больших экземпляров он на конце даже расширен и закруглен.

Базальное заполнение темно-бурого цвета и, вероятно, наполняет воронку светло-бурого цвета, входящую верхним концом в базальную полость под главным зубцом и выходящую нижними краями за пределы ушек базальной полости. Воронка имеет форму низкого пирамидального конуса, и вместе с заполнением на одних и тех же экземплярах была обнаружена.

М-элемент имеет хорошо развитый главный зубец, передний и задний стержни, расположенные в одной вертикальной поверхности. Главный

Рис. 5.5 Распределение конодентов в разные периоды роотсикюлаского времени на о. Савремаа: Vt — витаское время, Kп — куусниммеское время, Vs1 и Vs2 — ранне- и поздневезикусское время, Sn — созгининаское время. Названия скважин и обозначения см. на рис. 5.1. и 5.2. W3 — фациальная зональность позднего венлока в районе о. Савремаа и к югу от него. Упрощено по Р. Эйнасто (1979). 1 — граница современного распространения отложений, 2 — граница фациальных зон, 3 — фациальные зоны (I — лагунная, II — IV — нерасчлененно от отмельной до склоновой, V — депрессионная).



зубец высокий, повернутый слегка во внутреннюю — заднюю сторону. Поперечное сечение зубца от неправильно округленного до овального. Передний и задний края зубца от округленных до острых. Внешняя боковая поверхность зубца полого-округленная, внутренняя — выпукло-округленная. На имеющихся в нашей коллекции экземплярах главный зубец обычно обломан.

Задний стержень длинный, с раздельными зубчиками. Он отходит от основания заднего края главного зубца назад и вниз, под углом примерно 130° к этому зубцу. Количество зубчиков на заднем стержне составляет обычно 6 — 8. Зубчики в поперечном сечении округленные или овальные, как и на переднем стержне. Передний стержень значительно короче заднего, направлен от главного зубца вперед и вниз. Этот стержень имеет до 4-х зубчиков, также раздельных. При виде сбоку передний и задний стержни расположены под углом 90° или больше. Нижний край основания под главным зубцом имеет на внутренней стороне расширение (вздутость) над базальной полостью, которое резко понижается в переднюю сторону и полого в заднюю.

Белое вещество занимает главный зубец и зубчики, оставляя свободными нижнюю часть основания и промежутки между зубцами.

Базальная полость — это мелкая конусовидная ямка под главным зубцом и неглубокие борозды под стержнями. Задняя борозда, постепенно сужаясь, достигает конца заднего стержня, а передняя сужается более резко и не доходит до конца переднего стержня.

Базальное заполнение имеет темно-бурый цвет и содержится только в конусовидной ямке под главным зубцом.

Sa-элемент с умеренно высоким главным зубцом и длинными боковыми стержнями, симметрично расходящимися от главного зубца под углом 130° друг к другу. Главный зубец несколько наклонен назад. Он имеет овально-округленное поперечное сечение и более выпуклую, по сравнению с передней заднюю сторону. Боковые края зубца в большей или меньшей степени заострены.

Боковые стержни длинные, концы загибаются назад и вниз. Зубчики на стержнях раздельные, довольно высокие, вертикальные. Их насчитывается до 7, но может быть и больше, так как у крупных экземпляров концы стержней обломаны.

Белое вещество заполняет главный зубец и зубчики, занимая также верхнюю часть основания под зубчиками.

← Рис. 5.6. *Ctenognathodus murchisoni* (Pander):

- 1 — 8 — спатогнатодусовый элемент Pb,
 - 9 — 14 — ортусовый элемент Pa,
 - 15 — 20 — неоприонкодусовый элемент M,
 - 21 — 26 — лонходиновый элемент Sb,
 - 27 — 31 — лигонодиновый элемент Sc,
 - 32 — 35 — трихоноделловый элемент Sa.
- Все экземпляры из обн. Везику.

Базальная полость неглубокая. Наиболее глубокая ее часть расположена под главным зубцом в виде неправильно-треугольного конуса, который переходит по бокам из узких желобков в боковые стержни.

Наблюдается базальное заполнение в виде воронки, выходящей своими краями за пределы базальной полости, и в виде темно-бурого заполнения под главным зубцом.

Sb-элемент имеет высокий хорошо развитый главный зубец и два боковых стержня, расположенных несимметрично по обе стороны от зубца. Главный зубец высокий, слегка наклонен назад и вбок. Поперечное сечение несимметрично и имеет овально-округленную форму. С задней стороны основание конодонта под главным зубцом несимметрично выпуклое, более резко выпуклое с одной и более пологое с другой стороны. Передний и задний края зубца в различной мере заострены.

Боковые стержни сравнительно короткие и отличаются по своей длине от главного зубца. Главный зубец наклонен в сторону более длинного стержня. Зубчики на стержнях раздельные, высокие, с округленно-овальным сечением. Количество зубчиков доходит до 5 на более длинном стержне, на коротком стержне обычно на один зубчик меньше.

Белое вещество заполняет главный зубец и зубчики, а часто также верхнюю часть основания под зубчиками.

Базальная полость представляет собой низкое несимметричное конусовидное углубление под главным зубцом, которое переходит в виде желобков в боковые стержни.

Базальное заполнение темно-бурое, базальная воронка светло-бурая. У одного экземпляра они наблюдаются вместе: заполнение находится в середине воронки, которая в свою очередь помещается в базальной полости.

Sc-элемент имеет высокий главный зубец и различной длины передний и задний стержни. Главный зубец своей внутренней боковой стороной повернут назад. В поперечном сечении зубец овально-округленный, с слегка заостренными передним и задним краями.

От основания заднего края главного зубца отходит задний стержень, который несет 6 и больше раздельных зубчиков, наклоненных назад примерно параллельно главному зубцу. Самые большие зубчики находятся ближе к заднему концу. От основания переднего края главного зубца начинается передний стержень, направленный вбок и вниз и образующий с задним стержнем почти прямой угол. Передний стержень короче заднего, имеет максимально 6 зубчиков, высоких, тонких раздельно расположенных. Эти зубчики наклонены своей верхней частью дугобразно назад, при этом наибольший из них иногда почти достигает высоты главного зубца и находится в середине стержня (обычно 3-й от главного зубца).

Белое вещество занимает главный зубец и зубчики.

Базальная полость представляет собой неглубокую ямку под главным зубцом и узкие желобки под стержнями. В редких случаях сохранилось темно-бурое базальное заполнение и более светлая воронка.

Изменчивость. Связана в основном с различными размерами. У спатогнатодусового Pb-элемента крайние большие и маленькие экземпляры

весьма отличаются, но при большом материале имеется полный диапазон перехода. Неравномерность зубчиков у маленьких экземпляров постепенно через средние переходит в равномерные зубчики у крупных экземпляров. Так же меняется длина листа от более коротких маленьких к более вытянутым в передне-заднем направлении крупным экземплярам. У стержневых элементов (Pa, M, Sb, Sc, Sa) маленькие экземпляры тонкие, нежные, с расположенными далеко друг от друга зубчиками. Чем крупнее экземпляры, тем они становятся толще, грубее, с более округленными зубчиками (в сечении) на более широких стержнях.

Кроме того, изменчивость выражается в различной степени несимметричности. Так, некоторые экземпляры несимметричных элементов M и Sb приближаются к симметричному элементу Sa. Также наблюдается связь маленьких экземпляров Sc с элементом Pb.

Геологический возраст и распространение. Биозона *Stenognathodus murchisoni*, роотсикюлаский горизонт о. Сааремаа.

Материал. Сотни экземпляров обн. Вийта, Куусымме, Эльда, Везику, Лаази, Созгина; скв. Охесааре, Везику (507), Кипи, Каугатума, Сымера III, Каармизе, Кингисепп, Сакла, Лаймъяла.

ГЛАВА 6. ЗОНАЛЬНЫЕ КОМПЛЕКСЫ ХИТИНОЗОЙ (ВЕНЛОК ЭСТОНИИ)

Зональное расчленение нижней части венлока по хитинозоям рассматривалось автором ранее (В. Нестор, 1982а), но без изображения встречающихся форм. В данной работе этот пробел восполняется. Нами характеризуются зональные комплексы всего венлока Эстонии (яаниского, яагарахуского и роотсикюлаского горизонтов). Исследованный материал происходит главным образом из разрезов буровых скважин Охесааре (121 проба) и Рухну (100 проб). Прерывисто опробован керн скв. Кингисепп (44 пробы), Кихну (30 проб) и Икла (33) пробы. Кроме того, низы венлока изучались по материалам из разрезов Варбла, Кипи, Пулли И и П, Мустъяла, Тылла (см. Нестор, 1982а).

Таким образом зональные комплексы хитинозой венлока характеризуются главным образом на основании материала из разрезов Юго-Западной Эстонии (рис. 6.1). В этом районе в течение большей части венлока накапливались относительно глубоководные отложения, относимые к переходной и открытосельфовой фаціальным зонам (см. Кальо, Юргенсон, 1977; Нестор, Эйнасто, 1977). Они представлены рижской, парамаяской и сырвесской свитами (см. Аалоз и др., 1976). Породы этих свит обильно содержат хитинозой, поэтому сукцессия их зональных комплексов в этом районе наиболее полная.

В северных разрезах яагарахуский горизонт представлен отложениями яагарахуской свиты, образовавшимися главным образом в отмельных и частично даже в лагунных условиях. Эти отложения содержат мало хитинозой или лишены их совсем (биогермные породы, лагунные доломиты). Поэтому до сих пор практически невозможно сопоставить по хитинозоям отложения яагарахуского горизонта южных и северных разрезов.

Еще слабее охарактеризованы хитинозоями породы роотсикюлаской свиты одноименного горизонта, в том числе и в разрезах Юго-Западной Эстонии. Вследствие этого верхи венлока представляют на всей территории Эстонии в отношении зональной последовательности хитинозой своего рода "интеррегнум".

Нижняя граница венлока проводится нами по появлению *Margachitina margaritana*, так как этот уровень в разрезе скв. Охесааре практически совпадает с подошвой зоны *Cyrtograptus purchisoni* (Мянниль, 1970; Нестор, 1982а). На основе предыдущих исследований (Нестор, 1982а) границей яаниского и яагарахуского горизонта (см. рис. 6.2) можно считать уровень подошвы зоны *Linochitina cingulata*, проходящий в разрезах Юго-Западной Эстонии в монотонной толще мергелей, отнесенных к парамаяской свите (см. также Аалоз и др., 1976). Верхняя граница венлока проводится в соответствии с критериями, предложенными Р. Эйнасто (1981); и хитинозоями она в данном регионе не датируется (табл. 6.1).

В венлокских разрезах Юго-Западной Эстонии хитинозои встречаются вместе с граптолитами. В разрезе скв. Охесааре последние определены Д. Кальо (Кальо, 1970 и неопубликованные данные). Это позволяет уже



Рис. 6.1. Схема расположения буровых скважин.

Таблица 6.1

Распространение хитинозой в венлоке Эстонии
Distribution of chitinozoans in the Estonian Wenlock

Виды Species	<i>C. proboscifera</i>	<i>C. claviformis</i>	Зона <i>L. cingulata</i>	Zone <i>C. lagena</i>	<i>C. cf. pachyceph.</i>	<i>Sphaeroch. indecora</i>
I	2	3	4	5	6	7
<i>Angochitina longicollis</i> Eisenack	+					
<i>Gotlandochitina angusta</i> Nestor	+					
<i>G. magnifica</i> Nestor	+					
<i>G. ruhnuensis</i> Nestor	+					
<i>Eiseneckitina dolioliformis</i> Umnova	+					
<i>E?</i> sp.	+					
<i>Conochitina proboscifera</i> Eisenack	+					
<i>C. emmastensis</i> Nestor	+					
<i>C. acuminata</i> Eisenack	+					
<i>C. cf. visbyensis</i> Laufeld	+	+				
<i>C. cf. leptosoma</i> Laufeld	+	+				
<i>C. aff. flamma</i> Laufeld	+	+				
<i>Desmochitina densa</i> Eisenack	+	+				
<i>D. cf. opaca</i> Laufeld	+	+				
<i>Ancyrochitina magna</i> Nestor	+					
<i>A. sp. s.</i>	+					

1	2	3	4	5	6	7
<i>A. cf. ansarviensis</i> Laufeld	+	+				
<i>A. ancyrae</i> (Eisenack)	+	+	+	+	+	+
<i>A. primitiva</i> Eisenack	+	+	+	+	+	+
<i>Mergachitina margaritana</i> (Eisenack)	+	+	+	+	+	+
<i>Conochitina claviformis</i> Eisenack		+	+	+	+	+
<i>C. cf. mamille</i> Laufeld		+				
<i>C. tuba</i> Eisenack		cf.	+	+	+	+
<i>Ancyrochitina cf. clathrospinosa</i> Eisenack		+				
<i>A. sp. b</i>		+	+	+	+	
<i>Desmochitina acollaris</i> Eisenack		+	+		+	
<i>Linochitina cingulata</i> (Eisenack)			+	+	+	
<i>Clathrochitina clathrata</i> Eisenack			+	+?		
<i>Gotlandochitina martinssoni</i> Laufeld			+	+		
<i>G. costata</i> (Umnova).			+			
<i>G. spinosa</i> (Eisenack)			+	+	cf.	
<i>G. cf. valbyttiensis</i> Laufeld			+	+?		
<i>Ancyrochitina gutnica</i> Laufeld			+	+	+	
<i>A. sp. c</i>			+	+	+	
<i>Conochitina lagena</i> Eisenack			+			
<i>C. argillophila</i> Laufeld				+		+
<i>C. aff. proboscifera</i> Eisenack				+	+	
<i>Linochitina erratica</i> (Eisenack)				+	+	cf.
<i>Conochitina cf. pachycephala</i> Eisenack					+	
<i>C. fortis</i> Nestor					+	
<i>C. linearistriata</i> Nestor					+	
<i>C. subcyatha</i> Nestor					+	+
<i>C. cribrosa</i> Nestor					+	+
<i>C. sp. a</i>						
<i>C. sp. b</i>					+	
<i>C. sp. c</i>					+	
<i>C. sp.</i>					+	+
<i>Ancyrochitina sp. d</i>					+	
<i>A. sp. e</i>					+	
<i>Gotlandochitina sp.</i>					+	
<i>Sphaerochitina indecora</i> Nestor						+
<i>S. sp. a</i>						+
<i>Gotlandochitina tabernaculifera</i> Laufeld						+
<i>Clathrochitina sp.</i>						+
<i>Angochitina sp.</i>						+
<i>C. sp. d</i>						+

Таблица 6.2

Сопоставление хитинозовых зон венлока Эстонии и о. Готланд
Correlation of Chitinozoa zones of the Estonian Wenlock

Граптолитовые зоны Graptolite zones	Горизонты Stages	Зоны по хитинозоям Chitinozoa zones	Стратиграфическая схема Готланда Stratigraphical classification of Gotland
<i>P. ludensis</i>	K ₁	<i>interregnum</i>	Klinteberg
<i>G. nassa</i>		<i>Sphaerochitina indecora</i>	Mulde
<i>C. lundgreni</i>	J ₂	<i>Conochitina cf pachycephala</i>	Halla
<i>C. ellesae</i>		<i>Conochitina lagena</i>	Slite
<i>C. linnarssoni</i>		<i>Linochitina cingulata</i>	Tofta
<i>C. rigidus</i>		<i>Conochitina claviformis</i>	Högklint
<i>M. riccartonensis</i> <i>C. murchisoni</i> <i>C. centrifugus</i>	J ₁	<i>Conochitina probosciphora</i>	Visby

сейчас частично сопоставить между собой зональные схемы по хитинозоям и граптолитам (табл. 6.2).

Следует отметить наличие представителей микробентоса с органическим скелетом почти во всех изученных пробах, хотя их значение здесь второстепенное. В работе приведены данные по относительному количеству указанного микробентоса на групповом уровне. Количественные соотношения хитинозой с разными другими группами микро- и макрофауны (остракодами, конодонтами, брахиоподами и др.) в разрезе венлока скв. Охесааре приведены в ранее опубликованной коллективной работе (Э. Клааманн и др., 1980).

Ниже характеризуются венлоксские зональные комплексы хитинозой Эстонии. Их последовательность в рассматриваемых разрезах применима в качестве стандартного зонального расчленения для всего венлока Эстонии (см. рис. 6.2, 6.3). Подкомплексы и соответствующие им подзоны отмечены латинскими буквами а, b, с (рис. 6.2).

Наряду с видами, уже известными по трудам А. Эйзенака (Eisenack, 1964, 1968, 1970 и др.), С. Лауфельда (Laufeld, 1974) и других, в состав изученных зональных комплексов входят и виды, описанные недавно (В. Нестор, 1982 б, в). На приложенных фототаблицах приведены изображения большинства характерных видов венлока Эстонии. Материал на таблицах сгруппирован по комплексам, что способствует его применению в стратиграфических целях.

Литологическая характеристика разрезов дается в обобщенном виде по А. Алоэ (1970), Р. Эйнасто (1970) и Э. Кала (неопубликованные данные по скв. Рухну).

Зона *Conochitina proboscifera*

выделена в низах венлока, хотя сам зональный вид является видом-доминантом уже в верхах лландовери (в верхней половине велизеской свиты). Употребление данного названия зоны обусловлено наличием *C. proboscifera* в массовом количестве в большинстве проб рассматриваемого интервала и его резким исчезновением на верхней границе зоны, соответствующей границе между нижним и средним венлоком. Нижнюю границу зоны определяет появление *Margachitina margaritana*, местами доминирующего в среднем венлоке.

Зона *Conochitina proboscifera* соответствует всему нижнему подъярису венлока (слои J₁^I и J₁^{II} по Нестор, 1982а) и залегает в скв. Охесааре в инт. около 330 – 345 м.

Кроме *C. proboscifera* (табл. XI, фиг. 1 – 3) и *Margachitina margaritana* (табл. XII, фиг. 1) в состав зонального комплекса входит еще ряд других видов, переходящих в низы венлока из верхнего лландовери: *Angochitina longicollis* (табл. XI, фиг. 6 – 7), *Eisenackitina dolioliformis* (табл. XII, фиг. 3 – 4), *Desmochitina densa* (табл. XI, фиг. 4), *Conochitina visbyensis* (табл. XI, фиг. 5), *C. emmastensis* (табл. XI, фиг. 8).

В низах венлока встречаются также *Gotlandochitina angusta* (табл. XII, фиг. 5), *G. ruhnuensis* (табл. XII, фиг. 6), *G. magnifica* (табл. XII, фиг. 6), *Ancyrochitina magna* (табл. XIII, фиг. 1), *A. sp. a* (табл. XIII, фиг. 3). Следует отметить, что *Ancyrochitina ancurea* (табл. XIV, фиг. 6) и *A. primitiva* (табл. XIII, фиг. 4) встречаются во всем венлоке Эстонии, причем они обладают сильной изменчивостью, аналогичной изменчивости тех же видов в венлоке о. Готланд (см. Laufeld, 1974, 39, 47). В некоторых разрезах многочисленными экземплярами представлены еще *Pterochitina macroptera* (табл. XII, фиг. 2), *Conochitina cf. leptosoma* (табл. XIV, фиг. 7 – 8), *C. acuminata*, *C. aff. flamma* (табл. XIV, фиг. 1), *Desmochitina cf. opaca* (табл. XIV, фиг. 5), *Ancyrochitina cf. ansarviensis* (табл. XII, фиг. 7) и *Eisenackitina sp.*

Представители микробентоса в зоне *Conochitina proboscifera* обнаружены только в северных разрезах. В основном это немногочисленные сколекодонты, меланосклериты, обрывки рабдосом дендроидей.

В верхней половине зоны *Conochitina proboscifera* происходит обеднение видового комплекса хитинозой. По исчезновению *Angochitina longicollis* и вышеназванных готландохитин можно выделить две подзоны (см. Нестор, 1982а). Рассматриваемый зональный комплекс распространяется в скв. Охесааре в интервале 330 — 345 м, соответствующем, по Д. Кальо (1970), граптолитовым зонам *Cyrtograptus purchisoni* и *Monograptus riccartonensis* (см. рис. 6.2).

Зона *Conochitina claviformis*

На границе нижнего и среднего венлока происходит смена видов-доминантов хитинозой. Массового развития достигает *Conochitina claviformis* (табл. XIV, фиг. 2 — 4). Совместно с типичными представителями этого вида (см. Eisenack, 1968, Taf. 25, Fig. 5 — 8) в разрезе присутствуют и отклоняющиеся от них формы, которые здесь рассматриваются в качестве одной и той же видовой группы. Кроме *Margachitina margaritana*, из ниже лежащей зоны в этот комплекс переходят редкие *Desmochitina densa*, *D. cf. opaca*, *Pterochitina macroptera*, *Conochitina cf. leptosoma*, *C. cf. visbyensis*. Преобладание вида-доминанта подавляет все другие виды. *Conochitina cf. mamilla* (табл. XV, фиг. 1), *C. cf. tuba* (табл. XV, фиг. 2), *Ancyrochitina clathrospinosa*, *A. sp. b* (табл. XV, фиг. 4) и *Desmochitina acclleris* (табл. XV, фиг. 3) представлены лишь немногочисленными экземплярами.

В комплексе заметно повышается доля микробентоса, особенно сколекодонтов и обрывков дендроидей, местами отмечается наличие фораминифер, меланосклеритов и фрагментов меростомат.

По исчезновению *Conochitina cf. mamilla* и появлению *C. cf. tuba*, *Desmochitina acollaris* и *Ancyrochitina cf. clathrospinosa* выделяются подзоны "а" и "б".

В скв. Охесааре зона *Conochitina claviformis* охватывает инт. разреза 300 — 330 м (слои J_1^{III} — J_1^{IV} по Нестор, 1982а). По Д. Кальо (1970), здесь встречаются *Pristiograptus sardous* (глуб. 227 — 331 м) и *Monograptus flexilis* (глуб. 311,7 и 311,8 м).

Зона *Linochitina cingulata*

определяется прежде всего появлением *Linochitina cingulata* (табл. XVI, фиг. 1) и *Clathrochitina clathrata* (табл. XVI, фиг. 2 — 3), но видом-доминантом является по-прежнему *Conochitina claviformis*. Для этого комплекса очень характерно наличие представителей рода *Gotlandochitina*. Здесь появляются *Gotlandochitina martinssoni* (табл. XIV, фиг. 5), *G. costata* (табл. XVI, фиг. 4), *G. spinosa* (табл. XVII, фиг. 1) и *G. cf. valbyttiensis* (табл. XVI, фиг. 6). Представители рода *Ancyrochitina* обладают широкой

изменчивостью. *Ancyrochitina ancyrea* и *A. gutnica* (табл. XVII, фиг. 6), а также другие виды этого рода (sp. b, sp. c) нередко связаны между собой переходными формами.

В распределении некоторых видов в скв. Охесааре и Рухну отмечают определенные расхождения. Выше уровня появления *Linochitina cingulata* в скв. Рухну (глуб. 413,3 м) этот вид не был нами найден в интервале около тридцати метров. *Clathrochitina clathrata* и другие существенные элементы комплекса в нижней части зоны также не установлены. Возможно, что общее обеднение видового состава хитинозой, как и присутствие аберрантных форм *Margachitina margaritana* и *Ancyrochitina* sp. в низах рассматриваемой зоны, связаны с обильным привнесом в район скв. Рухну терригенного материала (см. также Нестор, 1982а). Затруднительно и проведение верхней границы зоны в данном разрезе (см. ниже).

В противоположность разнообразному составу хитинозой бентосная ассоциация в рассматриваемой зоне скудная. Присутствуют главным образом сколекоднты и фораминиферы, в скв. Охесааре они представлены единичными экземплярами, в скв. Рухну более многочисленно.

В скв. Охесааре зона *Linochitina cingulata* охватывает примерно интервал 270 — 300 м. Как в предыдущих, так и в данной зоне можно выделить два более мелких подразделения ("а", "b"), причем нижняя граница подразделения "b" проводится по появлению представителей рода *Gotlandochitina*.

По Д. Калью (1970), в скв. Охесааре в рассматриваемом интервале обнаружены *Monograptus* cf. *flemingi primus* (на глуб. 295,5 и 288 м) и *M.* cf. *jaekeli* (на глуб. 283,9 м). Кроме того, в скв. Охесааре в интервале 272,1 — 299,9 в пробах, растворенных на хитинозой, Д. Калью обнаружил *Monograptus* ex. gr. *flemingi* и *Plectograptus bouceki*, а также *Pristiograptus* ex. gr. *dubius* и *Monoclimacis* ex. gr. *flumindosa*.

Зона *Conochitina lagena*

Conochitina lagena (табл. XVII, фиг. 4) — характерный вид для средних слоев венлока. Одновременно с его появлением в видовом составе хитинозой происходят еще некоторые изменения. Появляются *Conochitina argillophila* (табл. XVII, фиг. 5) и *Linochitina erratica* (табл. XVII, фиг. 3), *Conochitina tuba* представлен более многочисленно и типичными формами. *C. claviformis* продолжает свое существование формами, имеющими более длинные и стройные везикулы, особенно в верхней части зоны, где появляется и *Conochitina* aff. *proboscifera* с вытянутой центральной частью основания везикулы.

По прежнему отмечается разнообразие представителей родов *Ancyrochitina* и *Gotlandochitina*. Присутствуют *Ancyrochitina ancyrea*, *A. primitiva*, *A.* cf. *primitiva*, *A. gutnica*, *A.* sp. A. sp. c, а также *Gotlandochitina martinssoni* и *G. spinosa*.

В этой зоне существенно увеличивается численность бентосных элементов — фораминифер, меланосклеритов и особенно сколекодонтов, хотя в пробах из скв. Охесааре и Рухну еще преобладают хитинозои.

Рассматриваемый зональный комплекс в скв. Охесааре встречается в интервале 247 — 270 м. В скв. Рухну положение нижней границы зоны пока еще остается неясным. На рис. 6.2 указаны две возможности проведения этой границы, причем нижняя из них основывается на сомнительном определении вида *Conochitina lagena* (имеется лишь несколько экземпляров плохой сохранности). Не исключена возможность, что в действительности и в скв. Рухну данная граница по аналогии со скв. Охесааре совпадает со слоем метабентонита на глуб. 374,0 м (см. рис. 6.2).

Граптолиты, кроме единичных сикул, в пробах из данной зоны не встречены, и можно лишь предполагать, что зона *Conochitina lagena* может быть в общих чертах сопоставлена с граптолитовой зоной *Cyrtograptus elle-sae*.

Зона *Conochitina* cf. *pachycephala*

характеризуется прежде всего присутствием многих видов рода *Conochitina*. Кроме *Conochitina* cf. *pachycephala* (табл. XVIII, фиг. 1), в этой зоне многочисленно представлены *C. tuba* (табл. XVIII, фиг. 2), *C. subcyatha* (табл. XVIII, фиг. 3 — 4), *C. fortis* (табл. XVIII, фиг. 7) и *C. linearistriata* (табл. XVIII, фиг. 8). *Conochitina claviformis* (табл. XIX, фиг. 1) представлен здесь единичными экземплярами и вновь становится доминирующим лишь в верхах зоны. Там же встречается *C. cribrosa* (табл. XX, фиг. 3).

Интересными формами являются *Conochitina* sp. (Табл. XVIII, фиг. 6), отличающийся решетчатой орнаментацией, *C. sp. b* (табл. XVIII, фиг. 9) — с гранулированной и *C. sp. c* (табл. XIX, фиг. 2) с шиповатой скульптурой внешней поверхности везикулы. Из-за плохой сохранности материала еще плохо изучен *C. sp. a*, для которого характерны везикулы. Вообще конохитины рассматриваемого комплекса имеют широкий диапазон изменчивости, с наличием переходных форм.

Только спорадически присутствуют в пробах данной зоны *Ancyrochitina gutnica*, *A. sp. c*, *A. sp. d* (табл. XVIII, фиг. 5) и *A. sp. e* (табл. XIX, фиг. 6), а также *Gotlandochitina* cf. *spinosa* (табл. XIX, фиг. 5), *Gotlandochitina?* sp. b *Desmochitina acollaris*. Совместно с *Linochitina cingulata* иногда встречается *L. aff. odiosa* (табл. XIX, фиг. 3). Многочисленно представленный в нижележащих зонах вид *Margachitina margaritana* присутствует здесь редко, обнаружены лишь единичные экземпляры.

В этой зоне еще больше увеличивается роль микробентоса. Сколекодонты, фораминиферы и особенно обрывки трубок червей установлены по

всему разрезу и встречаются в пробах почти в равных количествах с хитинозоями, в то время как сикулы граптолитов и крупные акритархи весьма редки.

Комплекс *Conochitina* cf. *pachycephala* встречается в разрезе скв. Охесааре в инт. 172,6 — 247 м. В пределах этого диапазона выделяются еще более мелкие подразделения "а", "б" и "с". Нижние границы их определяются следующим образом: "а" — по появлению *C.* cf. *pachycephala* и др. конохитин, "б" — по исчезновению *Conochitina subcyatha*, "с" — по вторичному появлению многочисленных *Conochitina claviformis*.

По Кальо (1970), этот интервал разреза тоже входит в состав флемингиевых слоев, поскольку в скв. Охесааре на глуб. 194,5 и 176,6 м определен *Monograptus* cf. *flemingi flemingi*. Кроме того, в скв. Охесааре на глуб. 200,0 найдены *Pristiograptus* ex gr. *dubius* и в скв. Рухну на пл. 321,05 м — *Gothograptus nassa*.

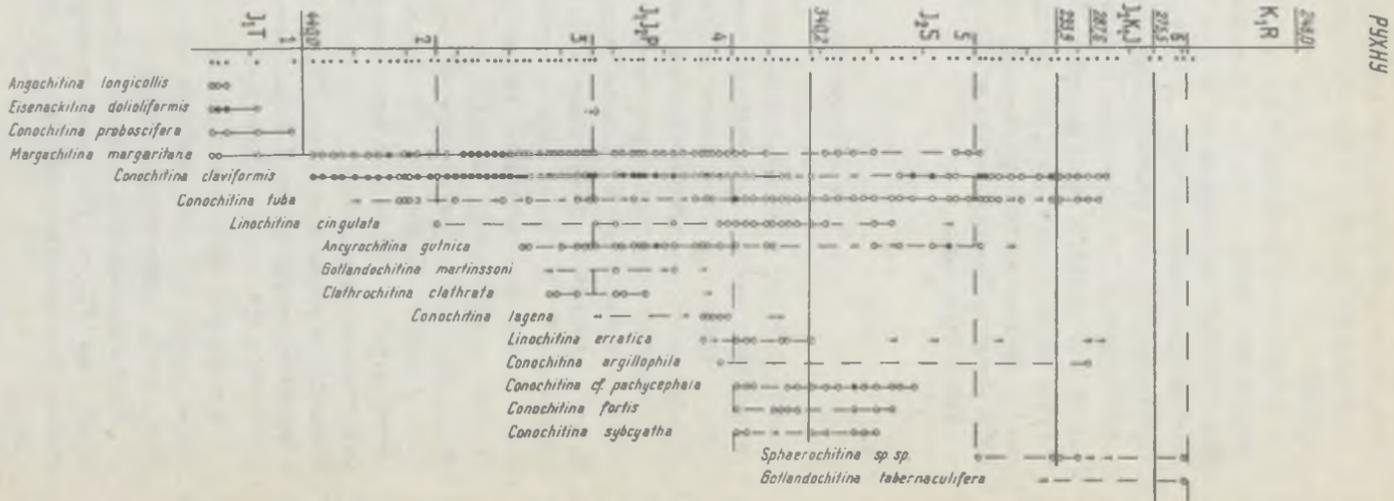
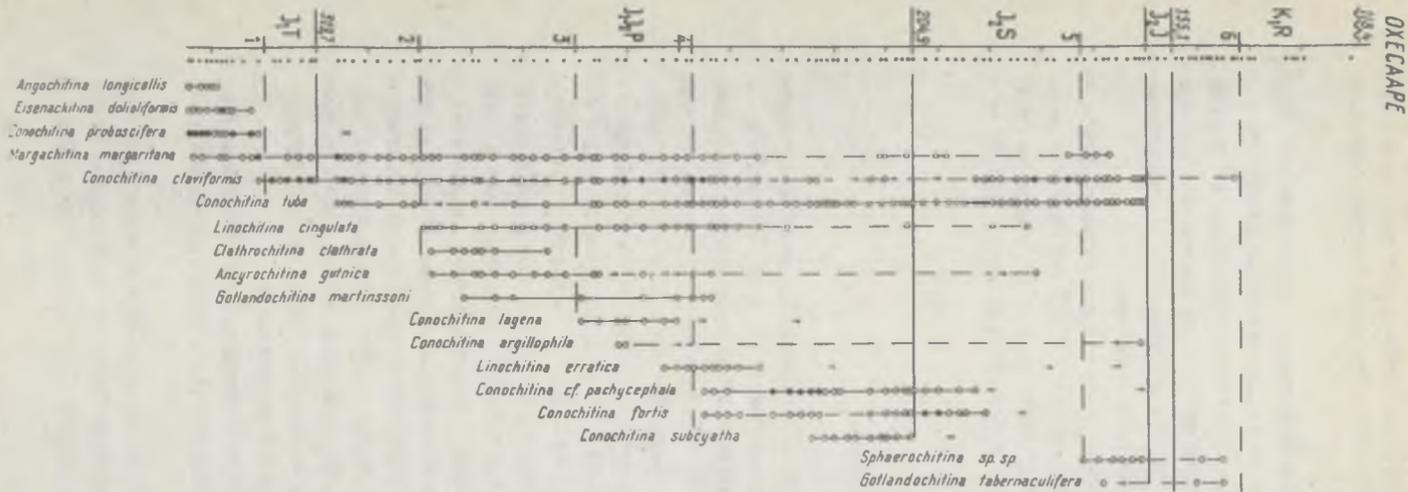
Зона *Sphaerochitina indecora*

развита в верхах венлокского яруса в Юго-Западной Эстонии, в котором установлено наличие *Sphaerochitina indecora* (табл. XX, фиг. 6,7) и *S.* sp. а. Так как большинство материала рода *Sphaerochitina* сохранилось неудовлетворительно, точное определение видов, к сожалению часто невозможно.

Видом-доминантом в данном комплексе является *Conochitina claviformis*. Из разреза исчезло большинство конохитин, характерных для предыдущего комплекса, только *Conochitina tuba* и *C.* sp. а продолжают свое существование. В самых верхах яагарахуского горизонта конохитины более разнообразны. После длительного перерыва появляется *Conochitina argillophila* (табл. XX, фиг. 2), а также *C. cribrosa* (табл. XX, фиг. 3) с мелкорешетчатой верхней поверхностью везикулы и *C.* sp. d (табл. XX, фиг. 1) с длинными коническими везикулами, имеющими выпуклое основание. Реже, чем в нижезалегающих зонах, встречаются *Ancyrochitina ancyrea* и *A. primitiva*. В низах зоны встречается еще *Margachitina margaritana* (табл. XX, фиг. 4), который затем окончательно исчезает из силура Эстонии. Установлено наличие *Gotlandochitina tabernaculifera* (табл. XX, фиг. 5), *Clathrochitina* sp. и *Angochitina* sp.

В отличие от всех нижележащих зон, здесь преобладают бентосные элементы, среди которых наиболее многочисленны остатки гидроидей, сколекодонты и фрагменты меростомат.

Зона *Sphaerochitina indecora* занимает в скв. Охесааре интервал разреза от 141,6 до 172,6 м. На границе подразделений "а" и "б" происходит исчезновение большинства конохитин (*C. argillophila*, *C. cribrosa*, *C.* sp. а, *C.* sp. а и др.).



В скв. Охесааре на глуб. 166,4 м Д. Кальо определил *Gothograptus nassa* и *Plectograptus* sp., на глуб. 162,15 м — *Plectograptus* sp. и *Monograptus ex gr. flemingi*. Следует отметить увеличение количества фрагментов граптолитов в пробах из подразделения "а", по сравнению с пробами из нижележащей зоны.

Как отмечалось выше, самые верхи венлока (куусниммеские, везикуские и созгининаские слои роотсикюлаского горизонта) не содержат хитинозой и вообще микропланктона. В то же время в этих слоях многочисленно представлен микробентос, особенно сколекодонты, меланосклериты, фрагменты меростомат.

Зональная последовательность хитинозой венлока Эстонии (см. табл. 6.1) хорошо сравнима с их последовательностью на о. Готланд (Laufeld, 1974), хотя диапазоны распространения отдельных видов в обоих регионах не всегда одинаковы.

В табл. 6.2 показано вероятное сопоставление хитинозовых зон Эстонии со стратиграфическими подразделениями венлока о. Готланд, а также, предварительно, с граптолитовым стандартом. При составлении этой схемы использованы данные из разных работ (Martinsson, 1967; Laufeld, 1974; Laufeld, Bergström, Warren, 1975; Laufeld, Jepson, 1976), с учетом унифицированной региональной стратиграфической схемы силурийских отложений Прибалтики (Решения ..., 1978).

Сопоставление разреза яаниского горизонта (зоны *Conochitina proboscifera* и *C. claviformis*) и слоев Висбю и Хегглинт проводилось автором уже ранее (Нестор, 1982а). Следующие две зоны, т.е. зоны *Linochitina cingulata* и *Conochitina lagena*, можно сопоставить со слоями Слите, так как в них распространяются общие виды *Gotlandochitina martinsoni*, *G. spinosa*, *Clathrochitina clathrata*, *Linochitina cingulata* и др. Более подробная корреляция с подразделениями Слите трудна, но можно предположить, что поскольку названные виды в двух верхних подразделениях слоев Слите уже не встречаются, то стратиграфический объем последнего несколько превышает объемы зон *Linochitina cingulata* и *Conochitina lagena* вместе взятые. Это, в свою очередь, позволяет предполагать, что верхняя граница слоев Слите примерно соответствует границе между парамаяской и сырвеской свитами в Южно-Эстонском структурно-фациальном районе и проходит на уровне границы между слоями "а" и "b" зоны *Conochitina cf. pachycephala*. На этом уровне происходит общее обеднение комплекса хитинозой, вероятно, отражающее обмеление бассейна.

В верхах венлока Эстонии наиболее заметным является появление представителей рода *Sphaerochitina*, возможно, уже указывающее на возраст слоев Мульде. Самые верхи венлока Эстонии (роотсикюлаский горизонт) охарактеризованы хитинозойми столь слабо, что по ним невозможно провести корреляцию вмещающих отложений. Следует отметить,

← Рис. 6.3. Схема распространения наиболее важных видов хитинозой в разрезах скв. Охесааре и Рухну.

что руководящий вид слоев Клинтеберг, *Gotlandochitina tabernaculifera*, в эстонском разрезе встречается уже в низах зоны *Sphaerochitina indecora*.

Таким образом, на фоне общего сходства состава и распространения хитинозой в обоих регионах, отмечаются и различия, которые, возможно, обусловлены отчасти субъективностью интерпретации материала и отчасти экологическими различиями, поскольку в Юго-Западной Эстонии в течение большей части венлока происходило накопление более глубоководных глинистых осадков, чем на о. Готланд.

Хотя венлокские хитинозои изучены и в ряде других регионов (Taugourdeau, 1960, 1966; Cramer, 1967, 1973; Lister, 1970; Умнова, 1976 и др.), идентифицировать в венлоке Эстонии довольно трудно вследствие различной степени изученности и сохранности материала. Однако после появления основополагающей работы С. Лауфельда (Laufeld, 1974), которая позволила однозначнее понять многие таксоны и их стратиграфическую последовательность, возникла реальная возможность для более достоверных дальних корреляций и по хитинозоям (Verniers, 1981 и др.).

Об истории выделения зон позвоночных

Для зонального расчленения силура до сих пор использовались разные группы позвоночных: остеостраки (Bölaу, 1949), остеостраки и гетеростраки (White, Toombs, 1948; White, 1950) и телодонты. Телодонтовые зоны *Thelodus parvidens* и *T. scoticus* были первоначально (Gross, 1947) выделены на материале верхнесилурийских валунов, распространенных на южном побережье Балтийского моря. При дальнейшем изучении телодонтов выяснилось (Gross, 1967), что чешуи, определенные под названием *Thelodus scoticus*, принадлежат к роду *Turinia* и к нескольким видам рода *Logania*, которые имеют различный возраст. В. Гросс (Gross, 1967) установил на валунном материале 4 комплекса телодонтов, упорядочив их вместе с известными к тому времени зональными комплексами в следующую возрастную последовательность (начиная с наиболее древнего): 1) зона *Thelodus parvidens*, 2) валуны (Beу. 38) с *Logania ludlowiensis* и *Th. parvidens*, 3) валуны с *Logania cuneata* и *Goniporus alatus*, 4) зона *Logania kummerowi*, 5) валуны с акантодами (телодонты отсутствуют) и 6) валуны с *Turinia pagei* и *Traquairaspis* sp. В той же работе В. Гросс сопоставил уровень зоны *Thelodus parvidens* с разрезом Охесаареского клиффа, валуны с *Logania ludlowiensis* и *Th. parvidens* с лудловским костеносным слоем, зону *L. kummerowi* с нижним даунтоном, а валуны с *Turinia pagei* и *Traquairaspis* sp. с верхним даунтоном (в настоящее время нижний диттон). Однако последовавшее изучение непрерывных разрезов силура — нижнего девона показало, что эти комплексы имеют несколько иную последовательность.

За последние 10 лет в изучении стратиграфической приуроченности бесчелюстных и рыб достигнуты значительные успехи. Широко использовались данные по позвоночным для сопоставления разрезов Прибалтики, Англии, Швеции, Норвегии, Северного Тимана, Подолии и для установления возраста эрратических валунов осадочных пород в северных районах ГДР и ФРГ (Gross, 1967; Каратаюте-Талимаа, 1968б, в, 1970, 1978; Obruchev, Karatajūtē-Talimaa, 1967; Обручев, Каратаюте-Талимаа, 1968; Пашкевичюс, Каратаюте-Талимаа, 1971; Mark-Kurik 1969, Turner 1973).

В.Н. Каратаюте-Талимаа (1968б) на основании кернового материала выделила в даунтоне Латвии, Литвы и Калининградской области ряд зон по ихтиофауне (снизу вверх): зону *Thelodus parvidens* в основании минияских слоев, зону акантодов в нижней и средней части юраских слоев, зону *Logania kummerowi* (?) в верхах юраских слоев и зону *Katoporus* cf. *triscavus* в самой верхней части юраских слоев. В том же году в даунтонских отложениях Тимана была выделена (Обручев, Каратаюте-Талимаа, 1968) зона *Katoporus timanicus*. С. Тенер (Turner, 1973) при определении силуро-девонских телодонтов Уэльского бордерленда (рис. 7.1) выделила 4 комплекса чешуй. Она отметила, что телодонтовую последовательность этого района можно использовать как стандарт при сопоставлении тело-

Ярус	Стандартные граптолитовые зоны	Горизонт, свита	Слои	Зоны вертебрал Сев. Прибалтики	Телодонто-Зона		
ДАУНТОНСКИЙ	<i>M. uniformis</i>	тильжеская		<i>Traquairaspis</i>	<i>Turinia pagei</i>		
	<i>P. transgrediens</i>	охесаареский K ₄	L	<i>Katorporus timanicus</i>	Фауна с <i>Katorporus</i> spp. - <i>G. alatus</i> - <i>L. kummerowi</i>		
	<i>M. perneri</i>			Aкантоды			
	<i>M. boučeki</i>					<i>Poracanthodes punctatus</i>	
	<i>C. lochkovensis</i>	квугатумский K _{3b}	A	<i>Nostolepis gracilis</i>	Фауна с <i>Thelodus parvidens</i>		
	<i>M. formosus-M. ultimus</i>	курессаареский K _{2a}	H	<i>Thelodus sculptilis</i>			
	<i>Neocucullograptinae</i>			U		<i>Androplepis hedei</i>	
	<i>S. leintwardinensis</i>			паадлаский K ₂		S	<i>Phlebolepis elegans</i>
	<i>P. tumescens</i>						
	<i>L. scanicus</i>						
<i>M. nilssoni</i>							
ВЕНЛОКСКИЙ	<i>P. ludensis</i>	роотсикклаский K ₁	Sn Vs Kn Vf	<i>Logania martinssoni</i>			
	<i>C. lundgreni</i>			яагарахуский J ₂		<i>Logania taiti</i>	
	<i>C. ellesae</i>						
	<i>C. linnarssoni</i>						
	<i>C. rigidus</i>						
	<i>M. riccartonensis</i>	яаниский J ₁	* *				
	<i>C. murchisoni</i>						
<i>C. castrifoveus</i>							
ЛАНДОВ-РИЙСКИЙ	<i>M. crenulata</i>	адавереский H		*			
	<i>M. griestoniensis</i>						
	<i>M. crispus</i>						
	<i>M. turriculatus</i>						
	<i>M. sedgwickii</i>						
<i>M. convolutus</i>							

Рис. 7.1. Расчленение силурийских отложений по позвоночным. Индексы стратиграфических подразделений см. табл. 0.1

Основные обозначения: * — находки единичных чешуй *Thelodus* sp. ind. и *Gomphonchus* sp.; ** — находки чешуй *Thelodus* sp. ind., *Logania* sp. ind. и *Gomphonchus* sp.

донтовых комплексов разных районов. Но, по нашему мнению распространение некоторых телодонтов в этом регионе требует еще уточнения.

В статье Л.К. Гайлите и Р.Ж. Ульст (1974) приведены данные о распространении телодонтов в разрезе скважины Колка-4 (=Лужни), кото-

Зоны Челяи Бордерленда (Turner, 1973)	Комплексы телодонтов (Каратайте-Талимаа, 1978)
Комплекс	Страт. подразделение
<i>Katorporus</i> sp., <i>Goniporus alatus</i> , <i>Turinia pagei</i> , <i>Apalolepis</i> sp., <i>Traquairaspis robocki</i>	„Psammosteus” Lst. VI <i>Turinia pagei</i>
<i>Katorporus</i> spp., <i>Goniporus alatus</i> , <i>Logania cuneata</i> , <i>L. kummerowi</i>	U. Red Downton V Комплексы с <i>Katorporus lithuanicus</i> или <i>Katorporus timanicus</i> и IV <i>Logania kummerowi</i>
Акантоды	Holdgate Sst. III Комплекс с <i>Katorporus tricavus</i>
<i>Thelodus parvidens</i> , <i>Katorporus tricavus</i> , <i>Goniporus alatus</i>	L. Red Downton
<i>Thelodus parvidens</i> , <i>T. bicostatus</i> , <i>Logania ludlowiensis</i>	Temeside Shales II
<i>Thelodus parvidens</i> , <i>Logania ludlowiensis</i> , <i>Thelodus parvidens</i> , <i>T. pugniformis</i> , <i>T. bicostatus</i> , <i>T. trilobatus</i> , <i>Katorporus tricavus</i> , <i>Goniporus alatus</i> , <i>L. ludlowiensis</i>	Downton Castle Sst. I Комплекс с <i>Logania ludlowiensis</i>
<i>Thelodus parvidens</i> , <i>Logania ludlowiensis</i>	L. B. B.
<i>Thelodus parvidens</i> , <i>Logania ludlowiensis</i>	Whitcliffe Beds
<i>Thelodus parvidens</i> , <i>T. bicostatus</i> , <i>Logania ludlowiensis</i>	Leintwardine Beds
<i>Thelodus parvidens</i>	Bringewood Beds
	Elton Beds
<i>Thelodus parvidens</i>	Much Wenlock Lst. Formation
<i>Thelodus parvidens</i> , <i>Logania ludlowiensis</i>	Buildwas Formation
<i>Thelodus parvidens</i> ?	„Petalocrinus” Lst. „ <i>Logania scotica</i> ”

рые систематизированы на основании определений В.Н. Каратайте-Талимаа. Приведенная зональная схема охватывает интервал разреза от лудлова до нижнего диттона. За самой нижней зоной — *Thelodus laevis* — следуют зона *Thelodus sculptilis* в основании минияских слоев, зона *Th. parvidens* в верхней половине минияской свиты и почти во всей юраской свите, зона *Katorporus* sp. (? *lihtuanica*) в верхах юраской свиты и зона *Turinia pagei* в основании тильжеской свиты нижнего девона.

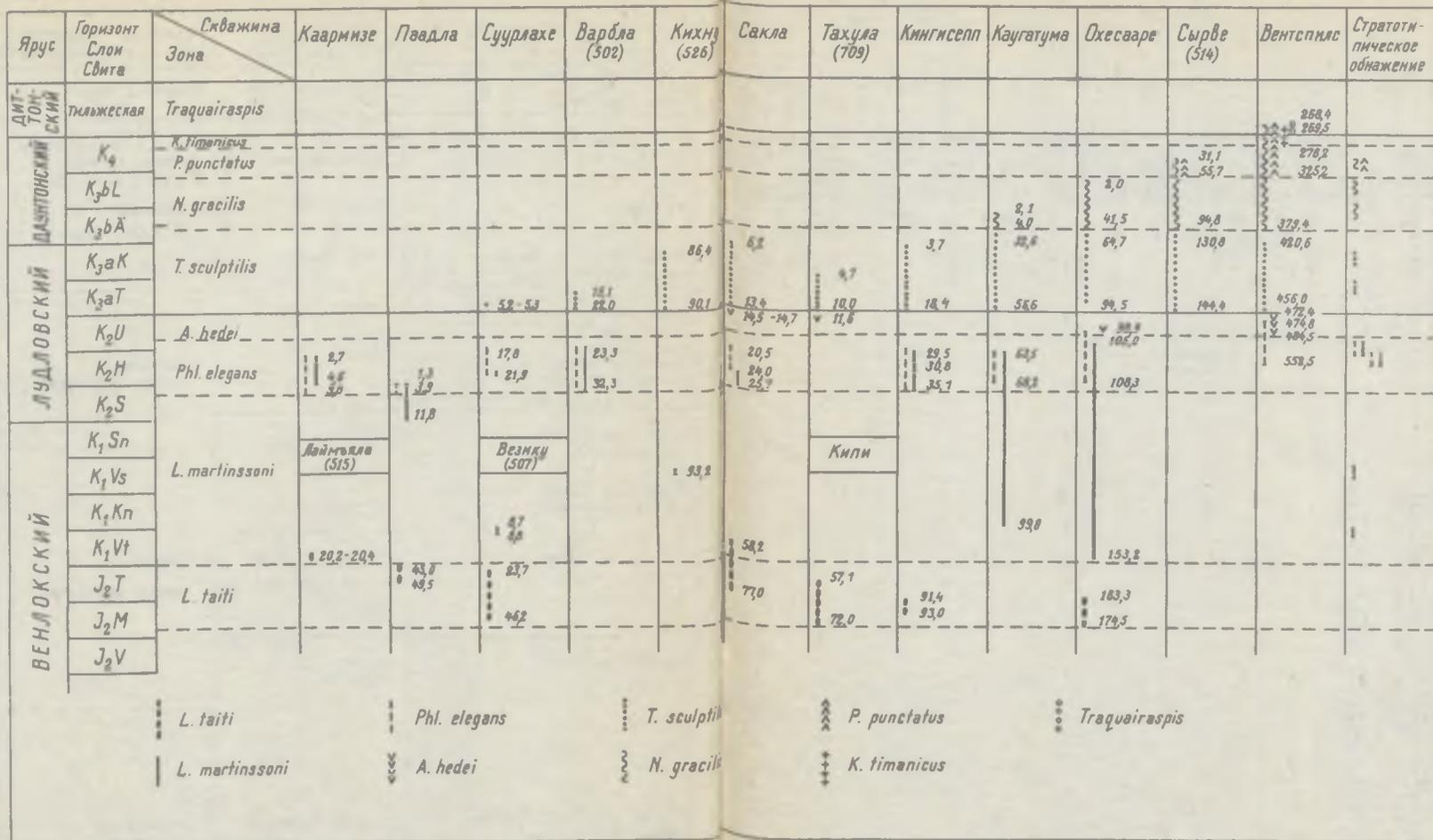


Рис. 7.2. Обобщенные интервалы распространения видов-индексов в разрезах скважин и стратотипических обнажений.

Обобщая все данные по распространению телодонтов на северном полушарии, В.Н. Каратайте-Талимаа (1978) выделила характерные комплексы телодонтов с видами-индексами для силура (рис. 7.1), нижнего девона и нижней части среднего девона. Для расчленения силура использованы телодонты из отряда *Katoporida*, представители которого относительно быстро эволюционировали и географически широко распространены.

Т. Мярсс (1978), изучая ареал жизни силурийских позвоночных, выделила несколько новых зон. В данной работе представлен уточненный вариант прежней зональной схемы.

О методике

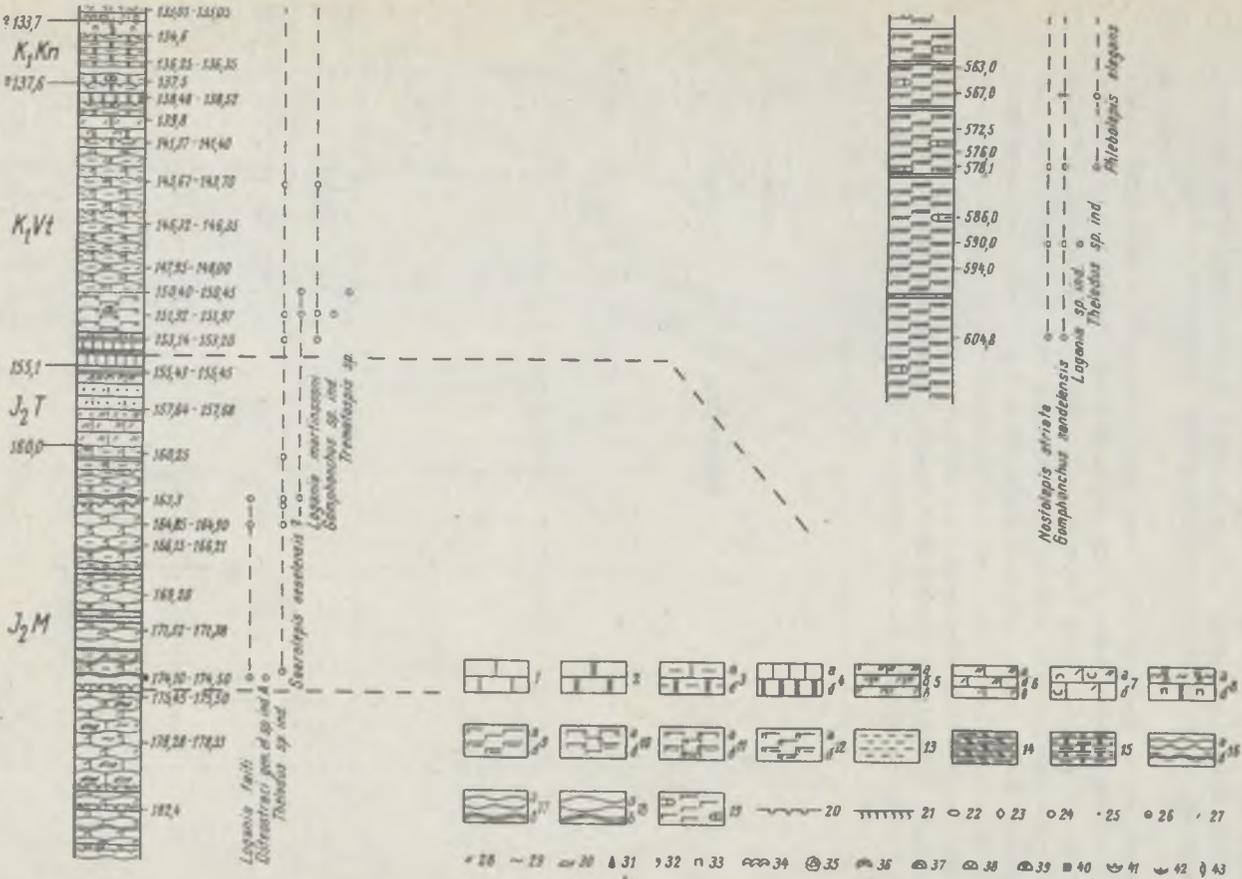
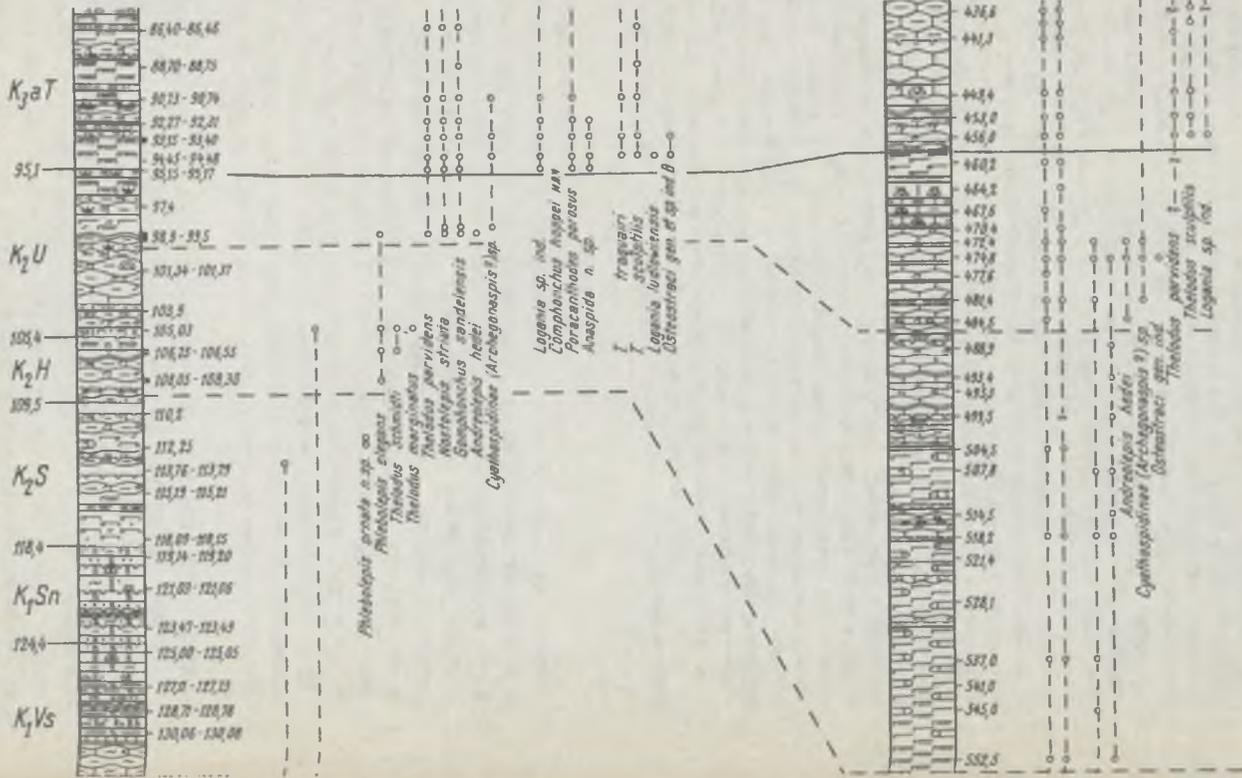
Для выявления распространения бесчелюстных и рыб в силуре Северной Прибалтики отдельные разрезы были изучены с большой детальностью. Пробы на растворение пород взяты автором послойно (с интер-

валом 0,2 – 2,0 м) из разрезов 15 скважин и 9 обнажений (рис. 7.2), начиная с нижнего венлока в Эстонии и до нижнего диттона в Латвии. После выяснения последовательности и предела распространения отдельных видов составлена региональная схема зонального расчленения силура по позвоночным (рис. 7.1). В рассматриваемом интервале установлено 9 зон провинциальной или местной категорий, нижние границы которых в большинстве случаев определены по первому появлению вида-индекса или зонального комплекса. Видами-индексами служили представители разных групп вертебрал, в частности телодонты, гетеростраки, акантоды и остеоихтиды.

В работе использована стратиграфическая схема силура Эстонии, разработанная Д. Кальо (1977; Kaljo, 1978). Фациальный анализ проведен по материалам буровых скважин Вентспилс, Каави-571, Охесааре, Кингисепп и Сакла (Мярсс, Эйнасто, 1978 с дополнениями). Изученная коллекция бесчелюстных и рыб хранится в Институте геологии АН ЭССР в Таллине.

ОХЕСААРЕ

ВЕНТСПИЛС



Зоны позвоночных

Остатки наиболее древних позвоночных в Эстонии обнаружены В. Вийра в пробах, отобранных на конодонты. К ним относятся чешуи телодонтов и акантодов из отложений румбаской свиты верхнего лландовери (уровень граптолитовых зон *M. sedgwickii* и *M. turriculatus*) и из верхней части яаниского горизонта (на уровне зоны *C. rigidus* и нижней части зоны *C. linnarssoni*). Из-за редкости находок вертебрал в этой части разреза зоны не выделены. Выше количество остатков вертебрал увеличивается, но в пределах зон *Logania taiti* и *L. martinssoni* оно остается еще сравнительно малым.

Зона *Logania taiti* соответствует маазикским (без основания) и тагавереским слоям яагарахуского горизонта венлока Эстонии. Стратотипом зоны выбран интервал 174,5 — 163,3 м в разрезе скв. Охесааре (рис. 7.3). Нижняя граница зоны определяется по первому появлению *L. taiti*. В названном интервале, кроме зонального вида, распространены *Thelodus laevis*, *Th. sp. ind.*, *Osteostraci gen. ind.* и *Saarolepis oeselensis?* В разрезе скв. Везику-507 они дополняются акантодами типа *Nostolepis striata* и *Gomphonchus sandelensis*. Здесь намечается и максимальная мощность зоны — 22,45 м. В разрезах Сакла и Лаймъяла-515 чешуи *L. taiti* встречаются и в вышележащей зоне. Находки *L. taiti* происходят из лагунных, отмельных и открытошельфовых отложений, причем наибольшее количество находок приурочено к последним.

← Рис. 7.3. Распространение позвоночных в разрезе силура скважин Охесааре и Вентспилс. (Литологическая колонка составлена Р. Эйнасто).

Индексы стратиграфических подразделений расшифрованы в табл. 0.1.

Обозначения: 1 — известняк; 2 — доломит; 3 — известняк глинистый (а) и доломит глинистый (б); 4 — микро- и скрытокристаллический известняк (а) и доломит (б); 5 — известняк крупнодетритовый (а), неотсортированно-детритовый (б) и мелкодетритовый (в); 6 — известняк илесто-крупнодетритовый (а), неотсортированно-илесто-детритовый (б) и илесто-мелкодетритовый (в); 7 — известняк биоморфно-детритовый (а) и илесто-биоморфно-детритовый (б); 8 — доломит узорчатый, обработанный илоедами (а) и неправильно-узорчатый (б); 9 — мергель известковый (а) и глинистый (б); 10 — мергель изветковый доломитистый (а) и глинистый доломитистый (б); 11 — домерит доломитовый известковый (а) и глинистый изветковский (б); 12 — домерит доломитовый (а) и глинистый (б); 13 — глины; 14 — доломит звриптеровый; 15 — доломит каармаского типа; 16 — мелкокомковатая текстура с преобладанием известняка (а) и мергеля (б); 17 — среднекомковатая текстура с преобладанием известняка (а) и мергеля (б); 18 — крупнокомковатая текстура с преобладанием известняка (а) и мергеля (б); 19 — мергель с комками илесто-детритового известняка; 20 — поверхности перерыва; 21 — резкий контакт, обработанный илоедами; 22 — карбонатная галька; 23 — брекчии; 24 — карбонатные песчаники (псаммит); 25 — сгустки; 26 — оолиты; 27 — детрит мелкий; 28 — детрит крупный; 29 — ходы илоедов; 30 — крупные пиритизированные ходы илоедов; 31 — битуминозность; 32 — глауконит; 33 — пиритовая узорчатость; 34 — строматолиты пластовые; 35 — онколиты; 36 — створки пелицепод; обросшие онколитами; 37 — строматолиты; 38 — табуляты массивные; 39 — табуляты ветвистые; 40 — криноиды; 41 — брахиоподы; 42 — брахиоподы *Didymothyris didyma*; 43 — остракоды.

Logania taiti был первоначально описан по материалу из Шотландии (Stetson, 1931). Возраст отложений, в которых этот вид был найден, датируется в настоящее время как верхний венлок или нижний лудлов (Ritchie, 1967). Одна чешуя обнаружена недавно автором в слоях Слите на о. Готланд (обн. Нюгорд 1). Разрозненные чешуи *L. taiti* вместе с *L. martinssoni* обнаружены также в слоях 9г и 10 (Turner P., Turner S., 1974). По мнению некоторых авторов (Heintz, 1969; Bassett, Rickards, 1971), осадки всего горизонта 9 относятся к венлоку. По И. Бокели (Bockelie, 1973), большая часть или весь 9-й горизонт принадлежит к венлоку, осадки нижней части 10-го горизонта накопились в раннелудловское и, возможно, в позднененлокское время. Учитывая данные по распространению позвоночных в разрезах Эстонии, можно согласиться с последним предположением.

Зона *L. taiti* соответствует верхней части комплекса логаниид из группы *L. scotica* по шкале В.Н. Каратаюте-Талимаа (1978).

Зона *Logania martinssoni* соответствует роотсикюласкому горизонту и саувереским слоям паадлаского горизонта (за исключением верхов этих слоев). Впервые она была выделена В.Н. Каратаюте-Талимаа (1978) для верхов венлока и лудлова Европейской биогеографической провинции. В данной работе предлагается более детальное расчленение, и поэтому объем зоны *Logania martinssoni* ограничен указанными слоями. В таком объеме эта зона раньше нами называлась по двум видам — *Thelodus laevis* и *Logania martinssoni* (Мярсс, 1978). Поскольку *Th. laevis* появляется уже в нижележащих слоях, то правильнее по этому виду зону не называть. Стратотипом зоны является разрез на р. Везику, откуда происходит и голотип *L. martinssoni*. Нижняя граница зоны определяется по первому появлению *L. martinssoni*. Сопутствующими являются телодонты *Th. laevis*, *Th. cf. marginatus*, остеоостраки *Tremataspis schmidtii*, *T. milleri*, *Oeselaspis pustulata*, *Thyestes verrucosus* и анаспид *Saurolepis oeselensis*. В разрезах скв. Лаймъяла-515 и Сакла в вийтаских слоях найдены только чешуи *L. taiti*, которых нет выше. Весь перечисленный комплекс бесчелюстных, кроме последнего вида, переходит в вышележащую зону. Максимальная мощность зоны в разрезе скв. Охесааре — 44,9 м.

Фациальное распространение чешуй *L. martinssoni* совпадает с таковым у вида *L. taiti*. Кроме Эстонии, *L. martinssoni* известен из слоев Халла о. Готланд (Martinsson, 1966; Gross, 1967, 1968) и из слоев 9г и 10-го района Рингерике (Норвегия) (Turner P., Turner S., 1974). Вне Балтоскандии чешуи *L. martinssoni* встречаются в Канадской Арктике на о. Принца Уэльса в верхнененлокских — нижнелудловских слоях (Turner, Dixon, 1971; Dixon, Williams, Turner 1972), на Северном Тимане в великорецкой свите лудлова (Коссовой, Каратаюте-Талимаа, 1977) и в лудлове Северной Земли на о. Пионер (определения автора).

Зона *Phlebolepis elegans* охватывает, вероятно, верхи саувереских слоев, химмистеские слои и низы удювереских слоев паадлаского горизонта. Важное значение для установления нижней границы зоны имеет первое появление зонального вида. Х. Пандер (Pander, 1856) при описании *Phlebolepis elegans* отметил в качестве местонахождения "Rootsikülle". Однако

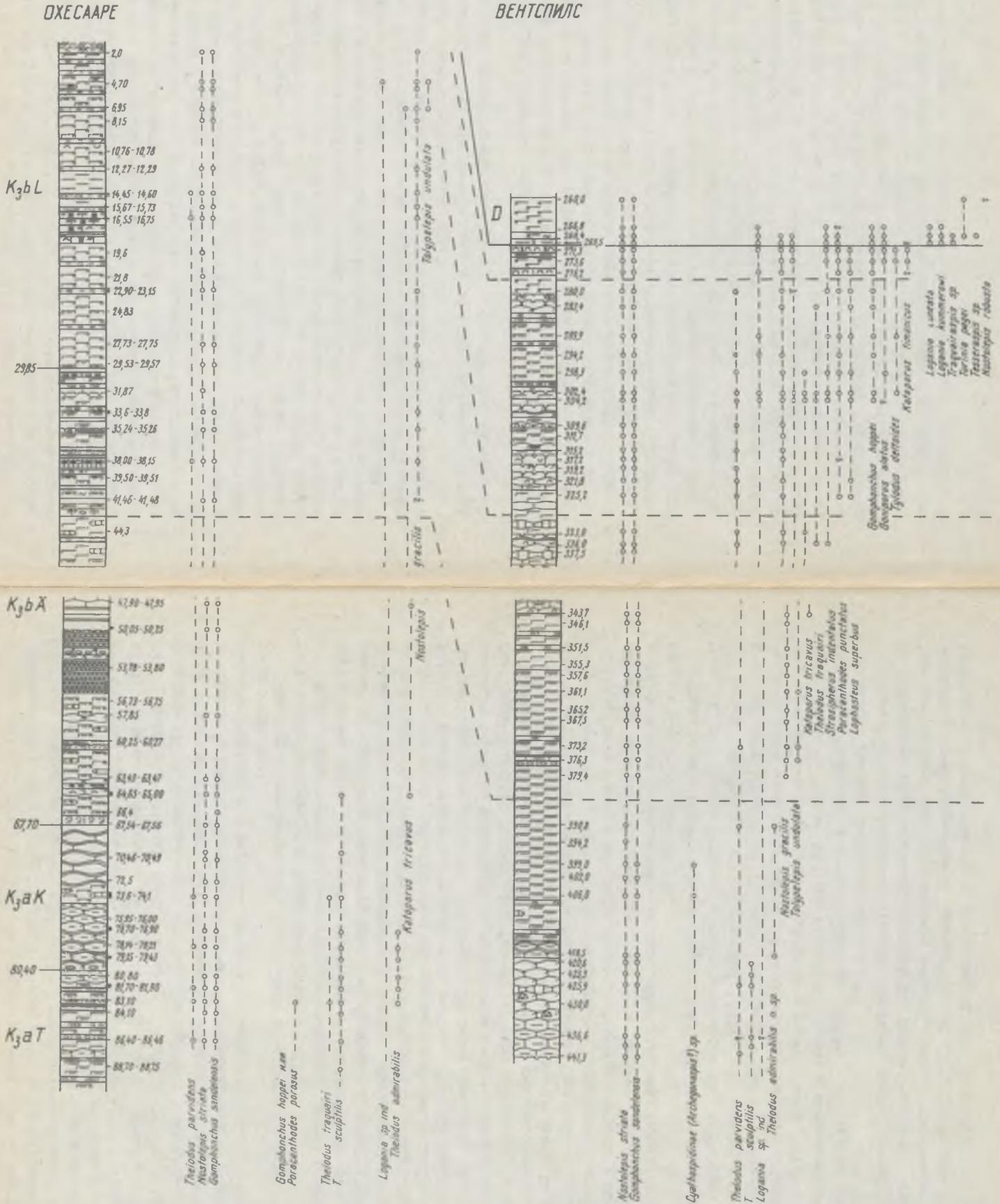


Рис. 7.4. Распространение позвоночных в разрезе силура и в пограничных слоях силура-девона скважин Охесааре и Вентспилс. Обозначения см. рис. 7.3А.

несмотря на многочисленные образцы, взятые из стратотипических обнажений роотсикюлаского горизонта, а также из керна более 10 буровых скважин, проходящих этот горизонт, до сих пор не удалось найти ни одной чешуи с уровня "роотсикюла". В преобладающем большинстве случаев чешуи *P. elegans* обнаружены в верхах саувереских или низах химмистеских слоев (максимальная мощность зоны 68,0 м в разрезе скв. Вентспилс), и только в разрезе Варбла-502 они найдены в низах нерасчлененного комплекса саувереских — химмистенских слоев. Зона *Phlebolepis elegans* выделена по наличию зонального вида, так как видовой состав остальных телодонтов, акантод и анаспид аналогичен видовому составу нижележащей зоны. *Th. marginatus* обнаружен в зоне *P. elegans* достоверно (а не с сомнением, как в нижележащей зоне). Кроме того, появляются остеоостраки *Tremataspis mammillata* и *Dartmuthia gemmifera*. Зональный вид распространяется и в вышележащей зоне. Стратотипом зоны является обнажение Химмисте-Куйгу, откуда происходят цельные экземпляры *Phlebolepis elegans* (в том числе его неотип). Зона установлена в лудлове Эстонии в многочисленных буровых разрезах (рис. 7.2), в Латвии в разрезе скв. Колка-4 в пагегайской свите (определения В.Н. Каратаюте-Талимаа в статье Гайлите, Ульст, 1974), в разрезе скв. Вентспилс на глуб. 484,5 — 552,5 м (рис. 7.3). В качестве аналога зоны на западном склоне Среднего Урала можно рассматривать кубинские слои разреза Михайловского пруда. Фациальная амплитуда *Phlebolepis elegans* несколько шире, чем у *L. taiti* и *L. martinsoni*. Ее чешуи найдены в отложениях лагунной, отмельной, открытошельфовой и склоновой зон Палеобалтийского силурийского бассейна.

Зона *Andreolepis hedei* выделяется в удуввереских слоях (за исключением их низов) паадлаского горизонта лудлова Эстонии. Нижняя граница зоны определяется появлением зонального вида. Для зоны характерен своеобразный комплекс позвоночных. Здесь встречаются как верхневенлокско-нижнелудловские, так и первые даунтонские элементы. В разрезе скв. Охесааре в интервале 98,9 — 99,5 м, который выбран стратотипом зоны (рис. 7.3А), выявлены *Thelodus parvidens*, *Phlebolepis elegans*, *Cyathaspidae* (*Archegonaspis*?) sp., *Nostolepis striata*, *Gomphonchus sandelensis* и *Andreolepis hedei*. В разрезе скв. Тахула-709 список комплекса дополняется еще двумя агнатами — *Osteostraci* gen. et sp. ind. и *Anaspida* n. sp. Максимальная мощность зоны в Северной Прибалтике в разрезе скв. Вентспилс — 28,5 м. Чешуи зонального вида происходят из отложений отмельной, открытошельфовой и склоновой зон. *Andreolepis hedei* определена автором еще на о. Пионер Северной Земли вместе с *Th. marginatus*, *L. martinsoni*, *Heterostraci* gen. ind., *Anaspida* gen. ind. и акантодом типа *Gomphonchus sandelensis*. В. Гросс (Gross, 1968) описал *A. hedei* из слоев Хемсе о. Готланд. По данным В.Н. Каратаюте-Талимаа (Коссовой, Каратаюте-Талимаа, 1977), *Andreolepis hedei* встречается на Северном Тимане вместе с *Th. marginatus*, *L. martinsoni*, *P. elegans* и др. в великорецкой свите (мощность 16 м) нижнего лудлова. Последняя коррелируется паадласким горизонтом. Но если учесть распространение *A. hedei* в наших разрезах, то



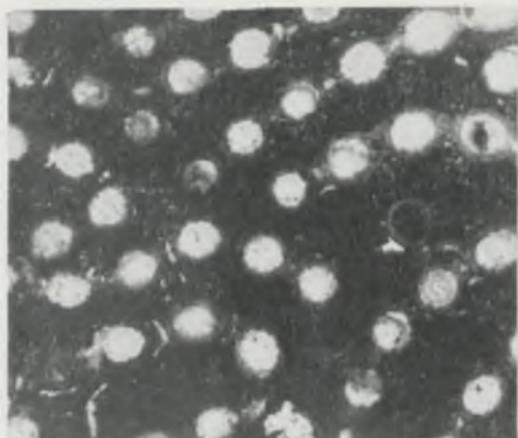
1



2



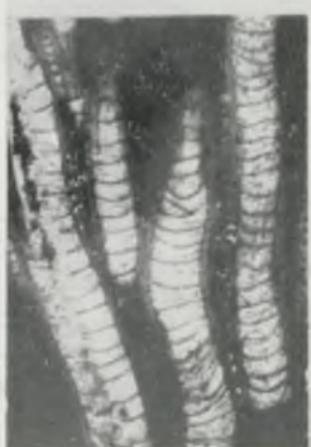
3



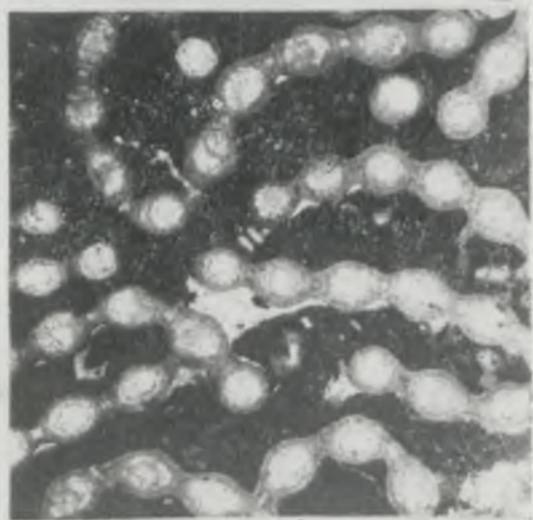
1



2



3



4



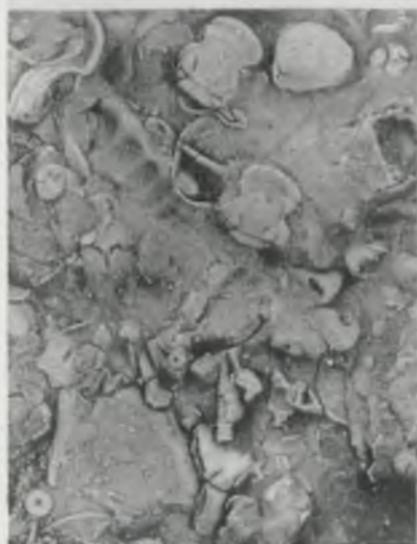
5



1



2



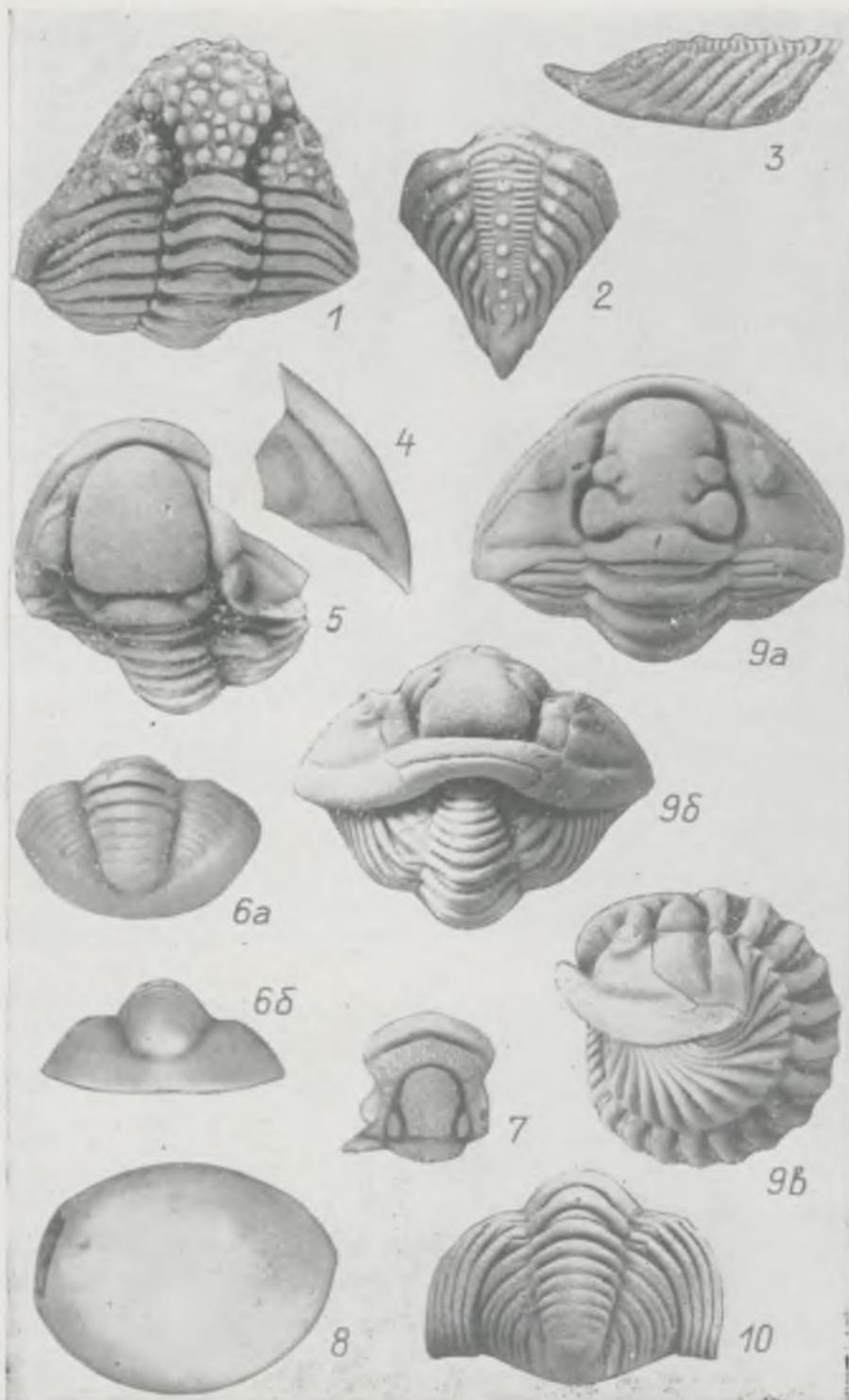
3



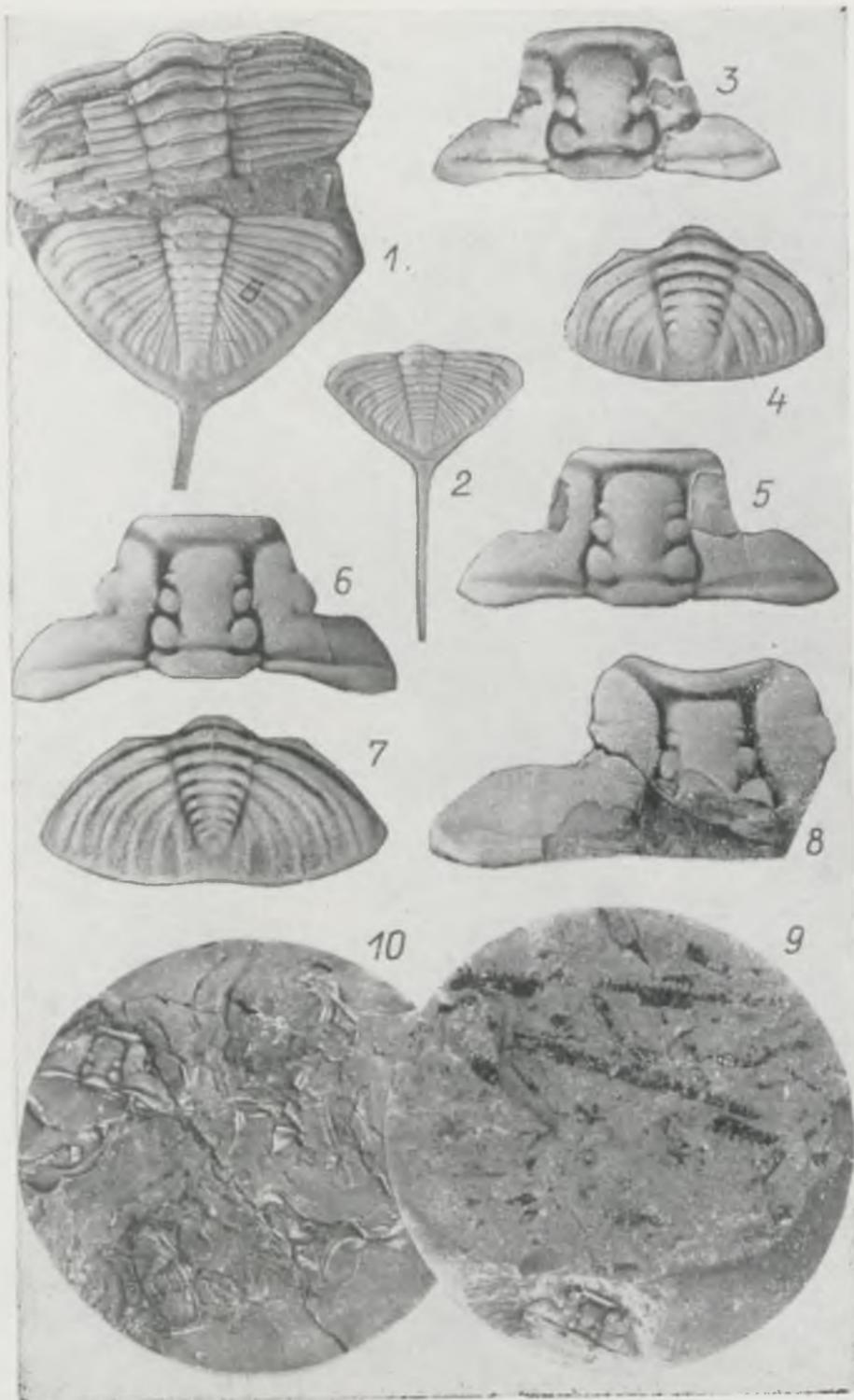
4

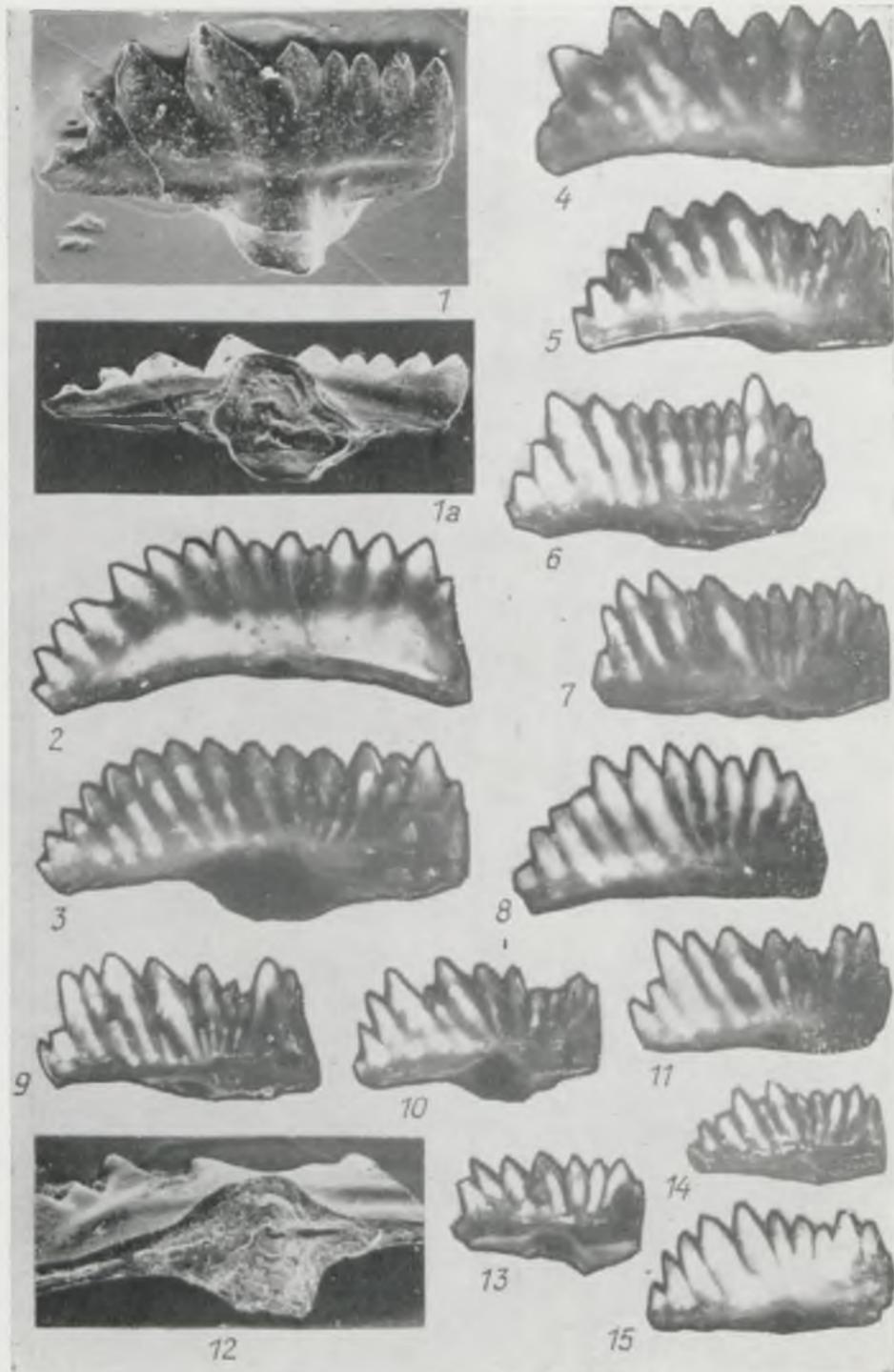


5







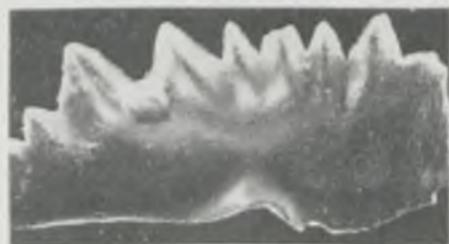




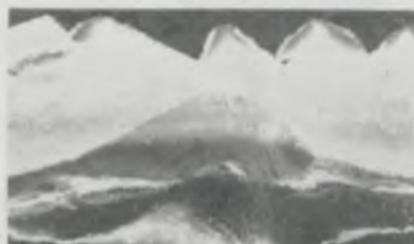
1



1a



2



2a



3a



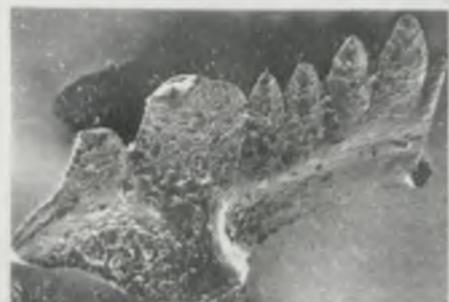
3



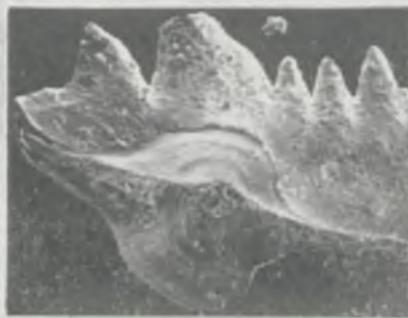
4a



4



5



5a



1



1a



2



3



4



8



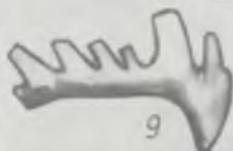
5



6



7



9



10



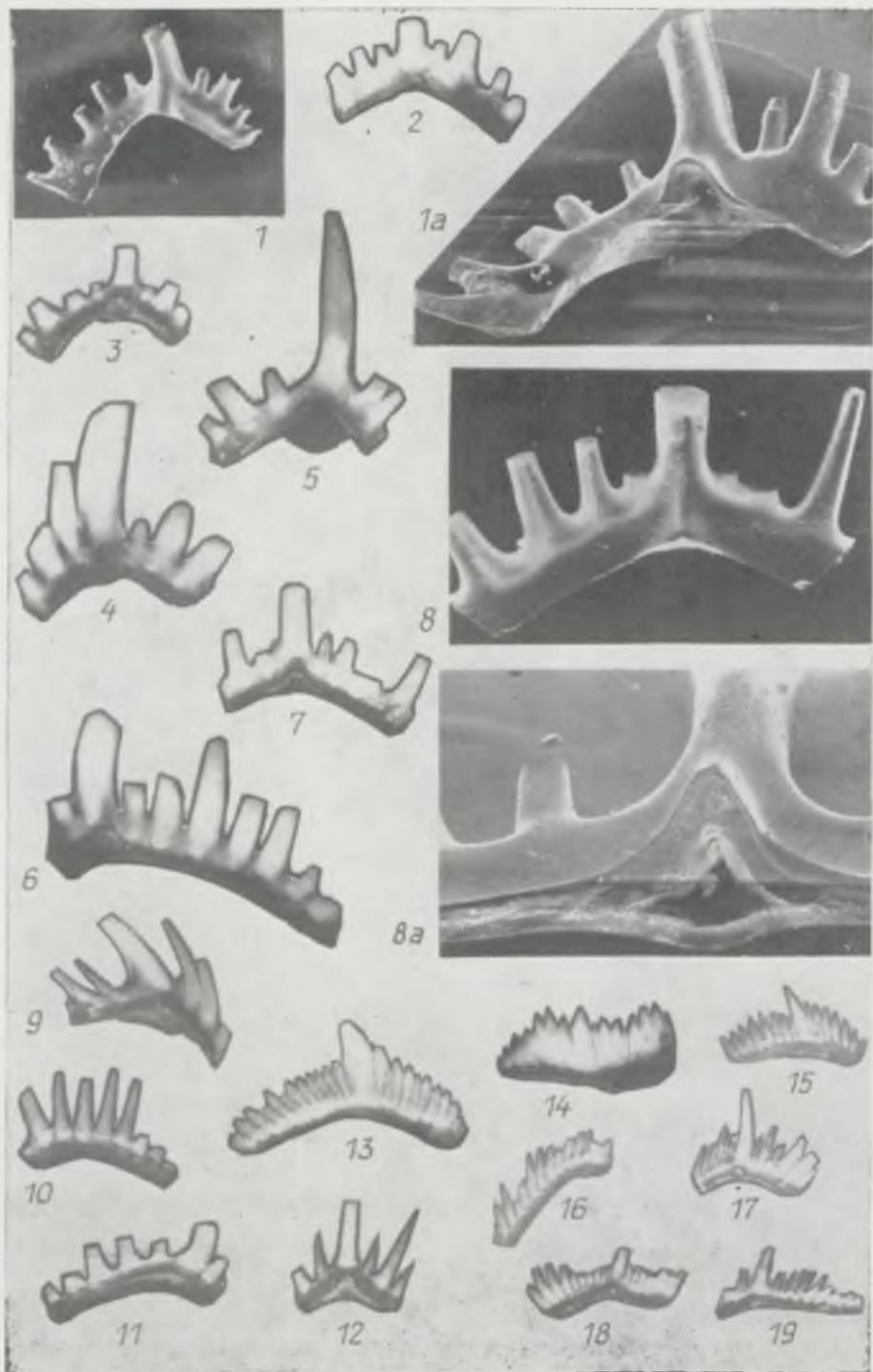
11

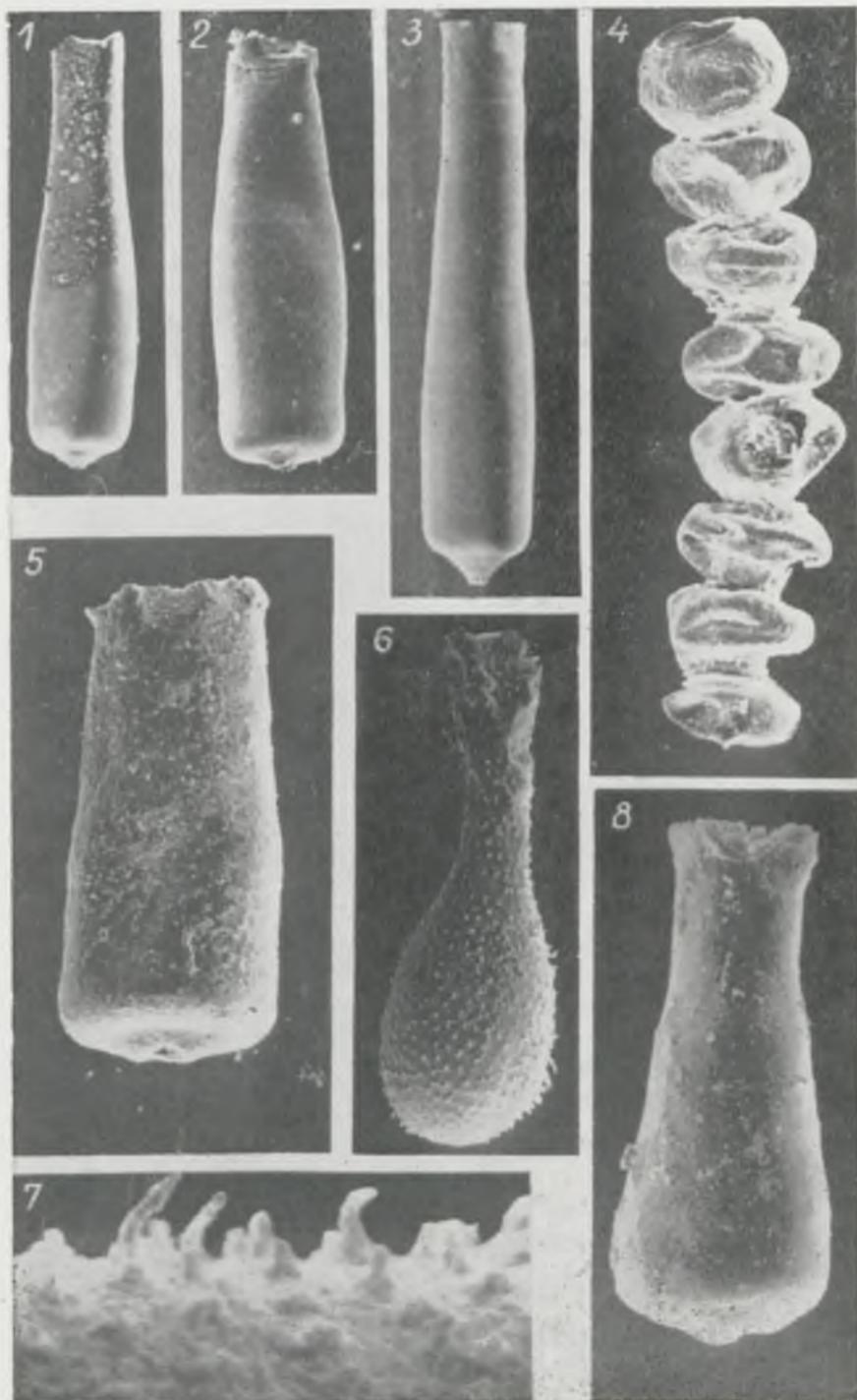


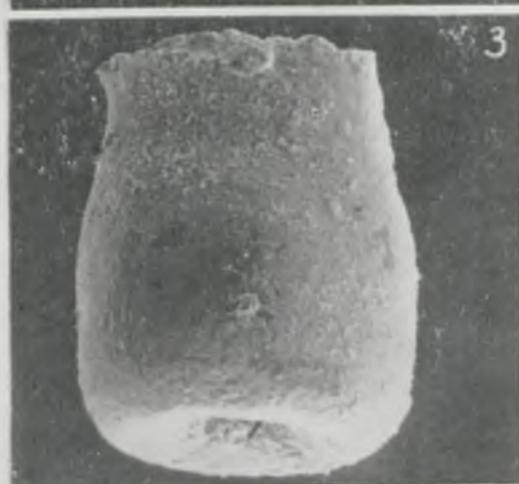
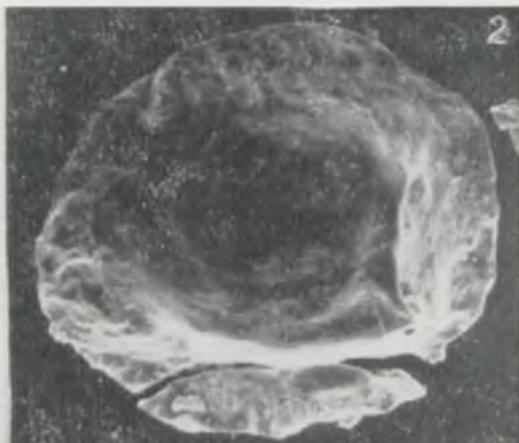
12

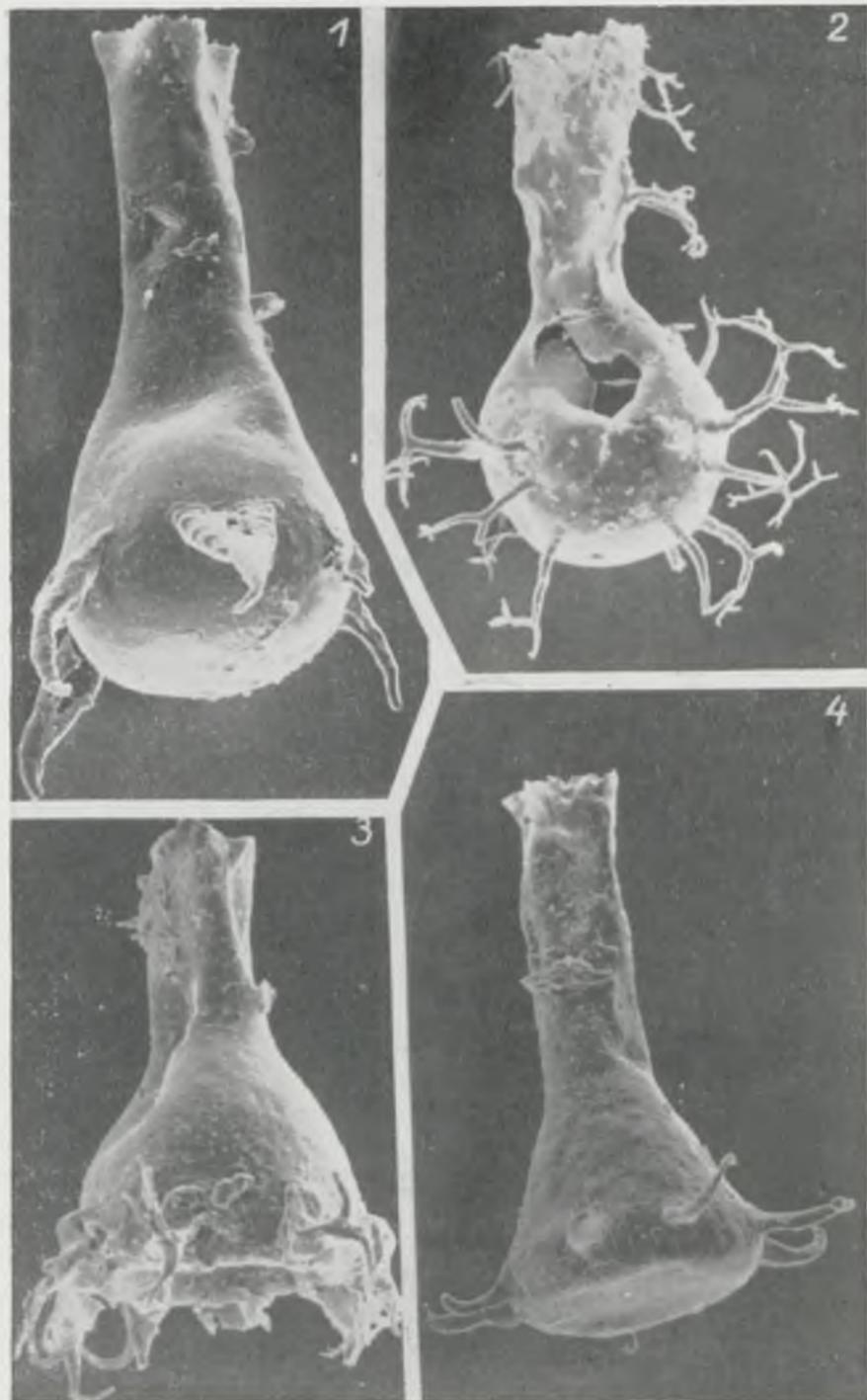


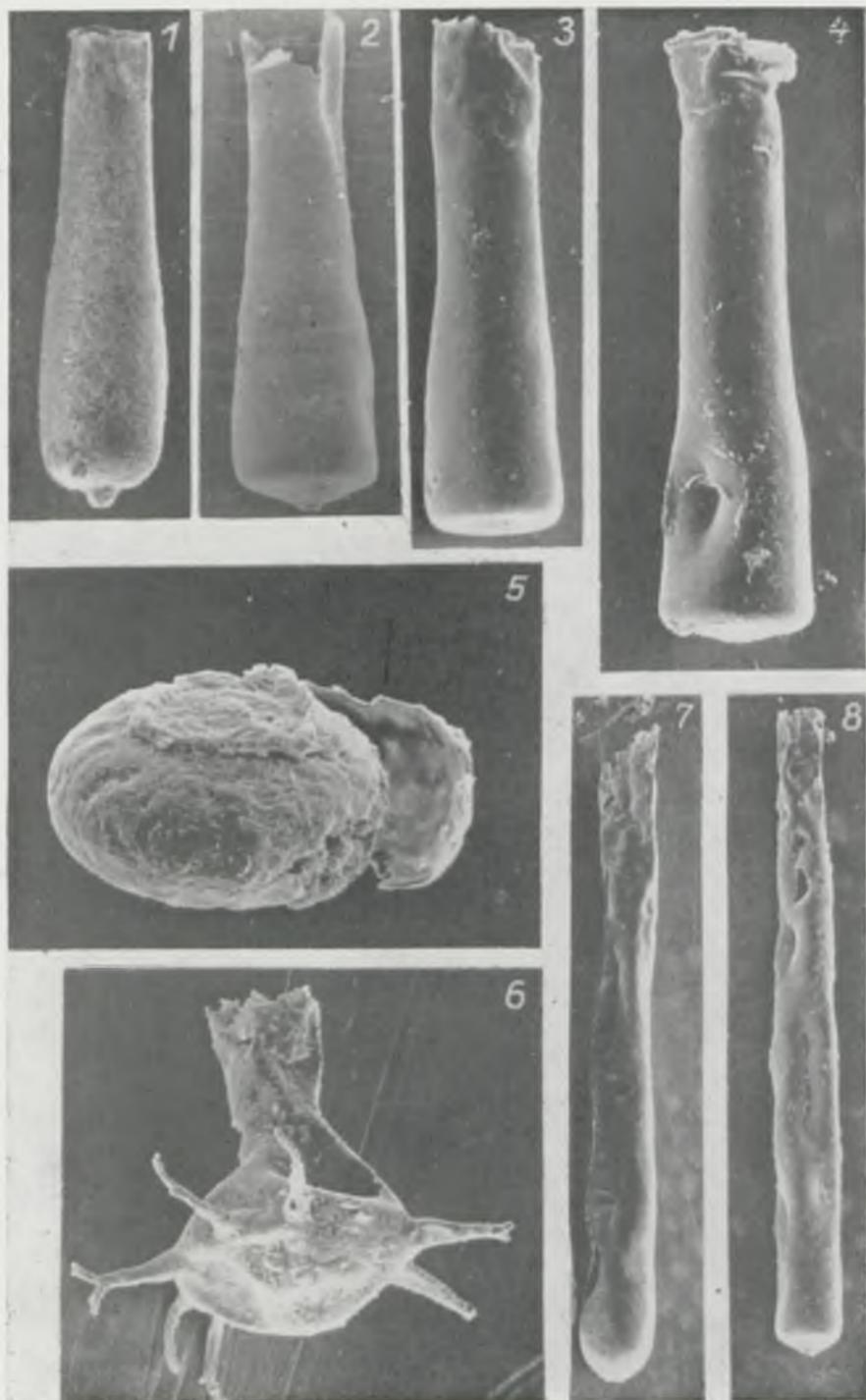
12a

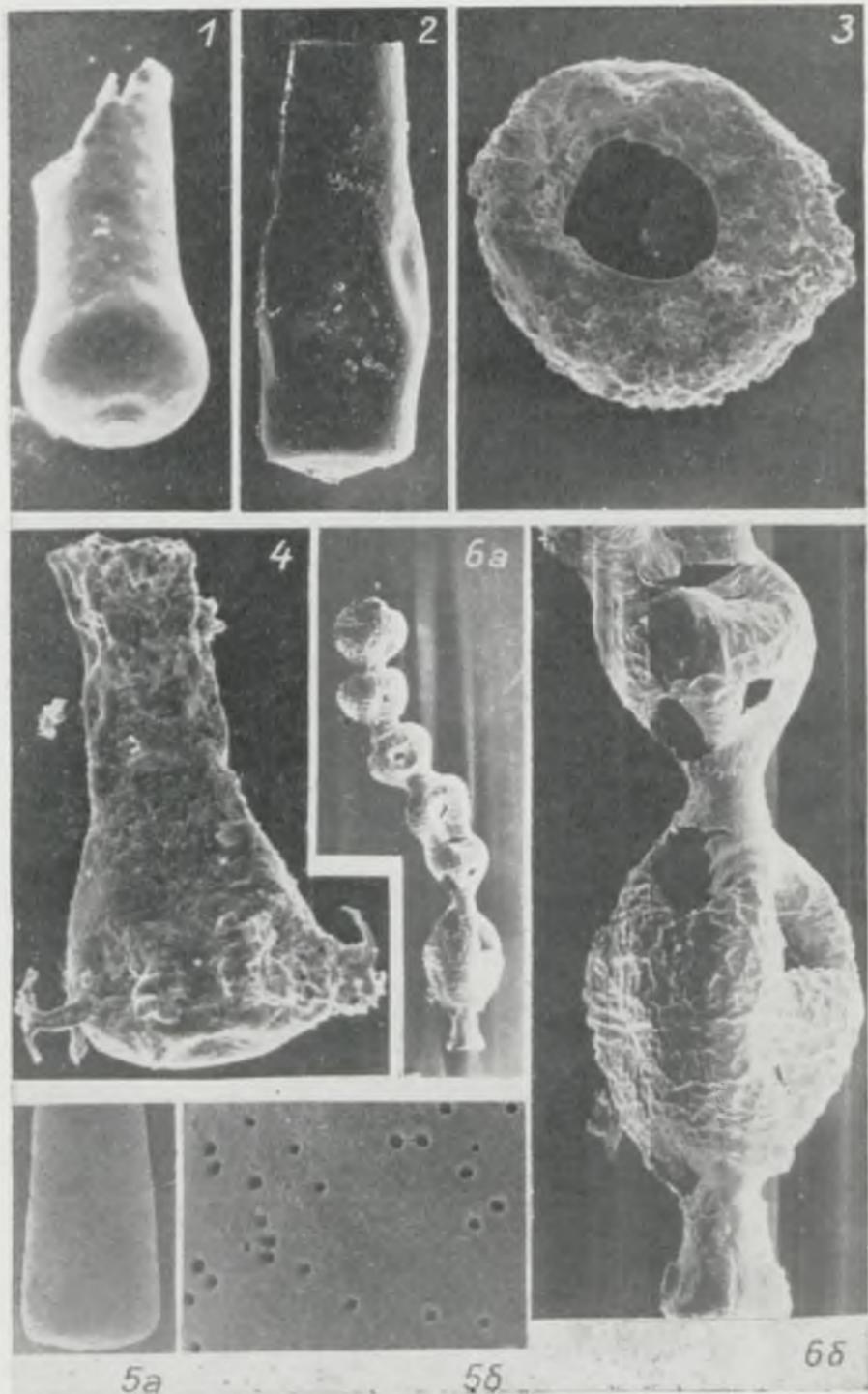


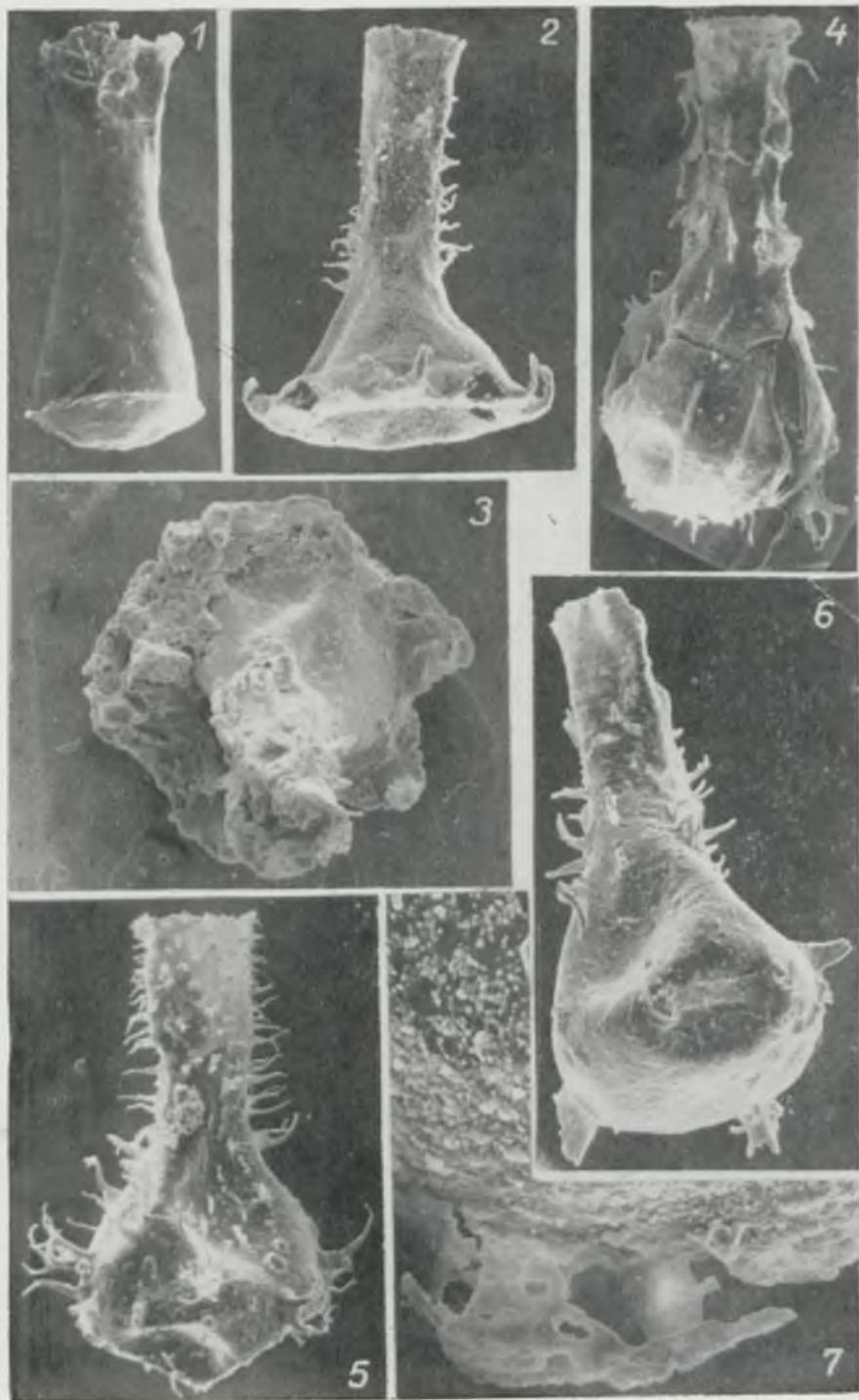


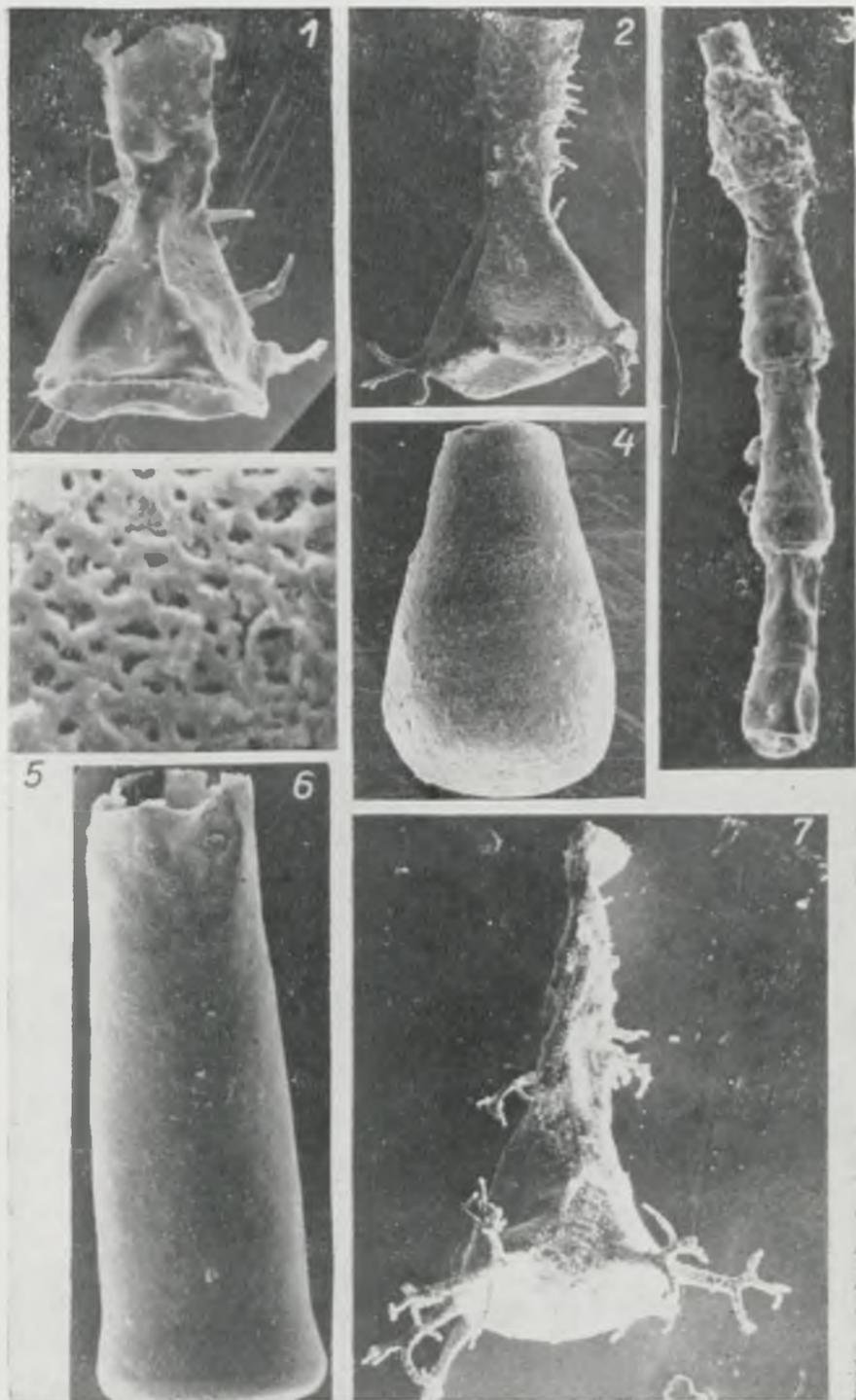


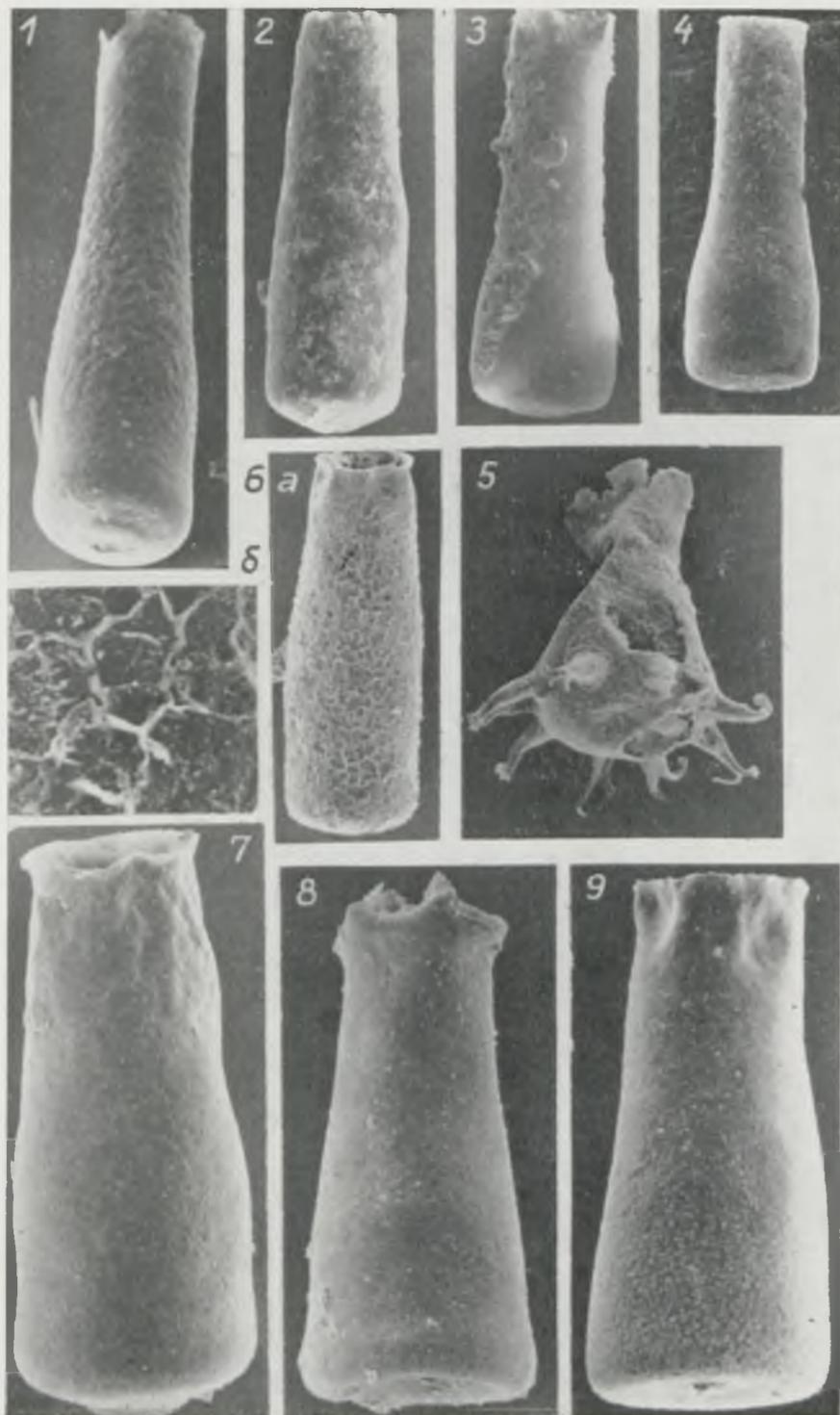


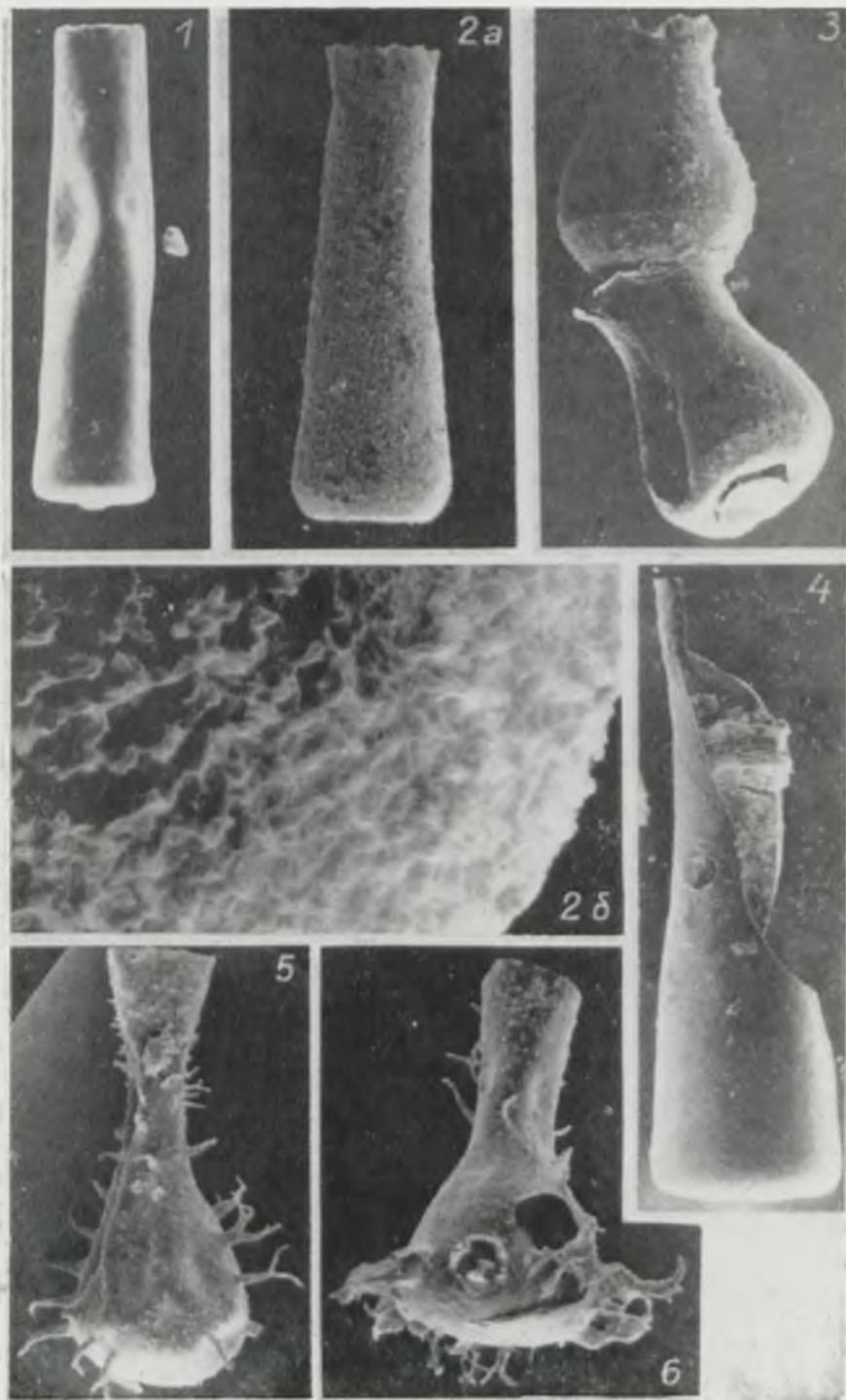


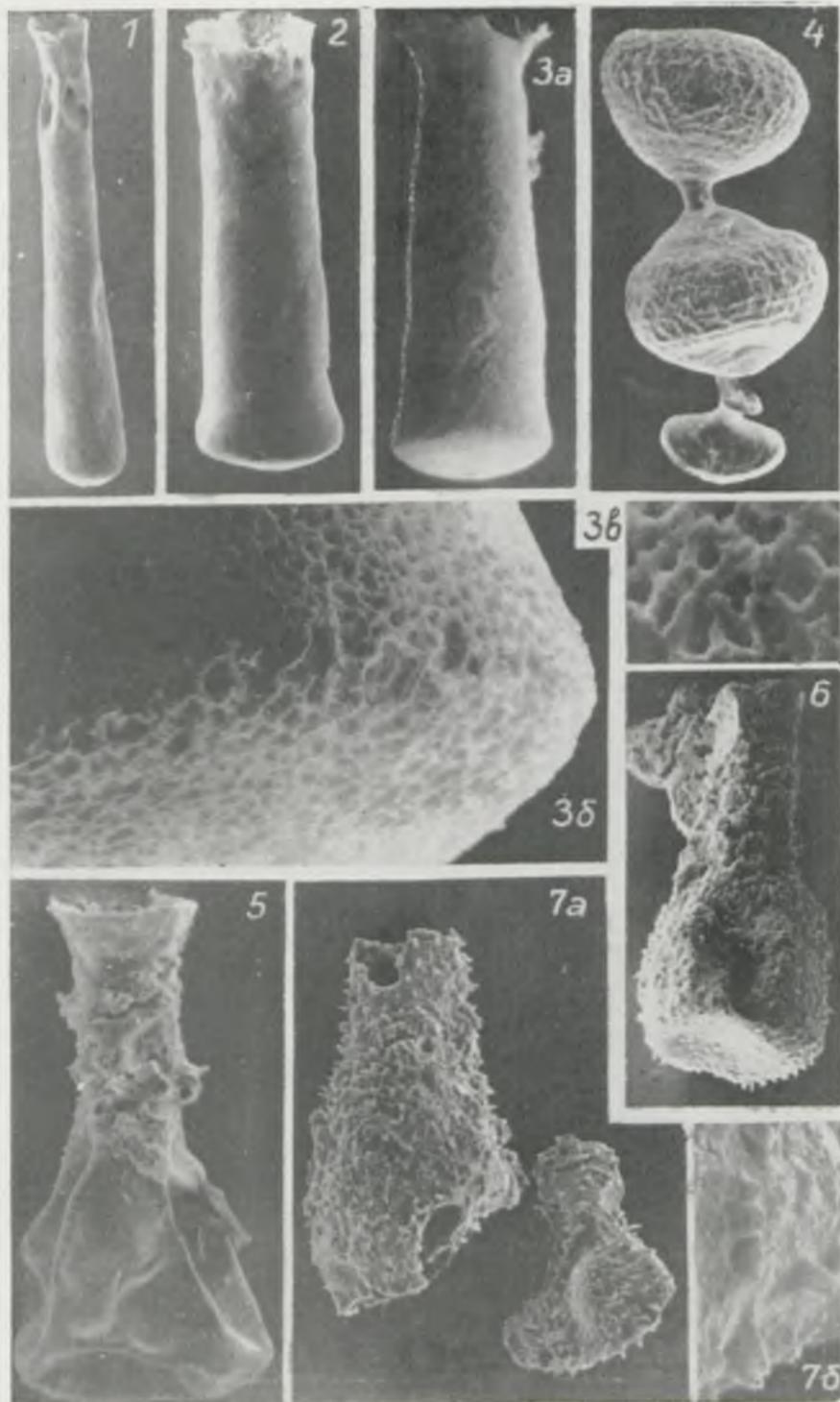












великорецкую свиту можно сопоставить с верхней частью этого горизонта, которая сейчас входит в состав верхнего лудлова (см. Решения ..., 1978).

Зона *Thelodus sculptilis* довольно четко вырисовывается в верхнем лудлове и низах даунтона. По объему она охватывает весь курессаареский и большую часть эйгуских слоев каугатумаского горизонта. В.Н. Каратайте-Талимаа установила зону впервые в Латвии в разрезе скв. Колка-4 в основании минияских слоев. Позже ею эта зона не была использована. Но поскольку *Th. sculptilis* хорошо определяет возраст вмещающих его отложений, то целесообразно сохранить его в качестве вида-индекса. Зона установлена в разрезах многих скважин. В качестве стратотипа предлагается интервал 95,17 — 64,65 м скв. Охесааре. Максимальное распространение зоны *Th. sculptilis* установлено в разрезе скв. Вентспилс — 76,6 м. К северу этот интервал уменьшается. В нижней части зоны комплекс рыб очень разнообразен и богат. Приблизительно одновременно с *Th. sculptilis* появляются телодонты *Th. trilobatus*, *Th. biostatus*, *Th. pugniformis*, *Th. traquairi*, *Logania cuneata*, *L. ludlowiensis*, *L. ? cruciformis*. Следует обратить внимание на то, что все перечисленные виды *Thelodus*, кроме *Th. sculptilis* и *Th. traquairi*, выделены по разновидностям чешуй *Th. parvidens* и не являются самостоятельными (Мярсс, в печати). Как выяснилось, название *Logania ? cruciformis* обозначает оральные, а название *L. cuneata* — плавниковые чешуи *L. martinsoni*, *L. ludlowiensis*, *L. borealis* и *L. kummerowi*, являясь, таким образом, синонимами названий этих видов. Однако видовое название *cuneata* рекомендуем все же по закону приоритета сохранить за *Logania* зоны *Thelodus parvidens*. Этот вид описан в материале верхнесилурийских (даунтонских) валунов Северо-Германской низменности (Gross, 1947). Младшим синонимом *L. cuneata* является *L. borealis* Karatajute-Talimaa, 1978. *L. borealis* описан в материале, полученном из даунтона Северного Тимана, и обнаружен в Прибалтике в отложениях того же возраста (Каратайте-Талимаа, 1978, с. 179).

В разрезе скв. Сакла в низах зоны *Thelodus sculptilis* появляется *Katorpus tricavus*, а в Варбла-502 — *Logania cuneata*. Найдены чешуи акантодов, которые могут принадлежать либо к *Gomphonchus hoppei*, либо к *Poracanthodes porosus*. Несколько выше появляется *Th. admirabilis*, часто встречаемый вид, чешуи представители которого имеют более сложный по сравнению с *Th. sculptilis* орнамент. В данной зоне продолжают распространяться *Th. parvidens*, *Archegonaspis ? sp.* *Osteostraci gen. ind.*, *Nostolepis striata*, *Gomphonchus sandelensis* из нижележащей зоны. Наиболее характерны для зоны *Th. sculptilis*, *Th. admirabilis sp. nov.*, *L. ludlowiensis* и *Gomphonchus hoppei* или *Poracanthodes porosus* по которым можно определить нижнюю границу зоны. Между данной и вышележащей зонами остается интервал (с максимальной мощностью до 41,2 м), не содержащий характерных форм. Чешуи *Th. sculptilis* обнаружены в отложениях лагунной, отмельной, открытошельфовой и склоновой зон силурийского Балтийского бассейна. Особенно многочисленны они в двух первых зонах. *Thelodus sculptilis* впервые описан на материале из слоев Рамсоса Южной Швеции (Gross, 1967). Идентичные чешуи обнаружены В.Н. Каратайте-

Талимаа (1978) в верхней части пагегайской свиты верхнего лудлова и в основании минияской свиты даунтона Литвы (разрез скв. Вирбалис, глуб. 843,6 м) и в Латвии (скв. Колка-4, глуб. 336,5 – 338,6 м; скв. Энгуре, глуб. 468,55 – 471,5 м). Автором данной главы чешуи *Th. sculptilis* определены также из верхнего лудлова разреза скв. Кункой на глуб. 1055,1 м и из разреза демидских слоев даунтона Уфимского амфитеатра Урала. В.Н. Каратаюте-Талимаа (1978) выделила для раннего даунтона Европейской биогеографической провинции комплекс с *Logania ludlowiensis*. Последний вид характерен верхнему лудлову – нижнему даунтону Англии (Turner, 1973). Пять чешуй найдено на о. Готланд в слоях Эке (обн. Челлстеде) вместе с кораллами. Но в отложениях Прибалтики (курессареского горизонта Эстонии, верхней части пагегайской свиты Литвы и Латвии), а также в валунах Северо-Германской низменности *L. ludlowiensis* встречается редко, и поэтому его трудно использовать в качестве зонального вида.

Зона *Nostolepis gracilis* выделена в каугатумаском горизонте (см. рис. 7.1), поскольку акантоды особенно характерны для данного уровня. Нижняя граница зоны определяется по появлению *Nostolepis gracilis*. Стратотипом зоны является интервал 94,8 – 55,7 м в разрезе скв. Сырве-514. В зоне встречаются вместе *Nostolepis gracilis*, *N. striata*, *Gomphonchus sandelensis* и редко единичные экземпляры *Thelodus parvidens*. В разрезе скв. Охесааре и Вентспилс (рис. 7.4) к ним присоединяются *Th. traquairi*, *Katoporus tricavus*, там же появляются гетеростраки *Tolypelepis undulata* и *Strosipherus indentatus*. *Nostolepis gracilis* распространяется и в более высоких зонах. Чешуи его представителей найдены в первых четырех фациальных зонах. Изучение вертикального распространения силурийских акантодов в Северной Прибалтике показало, что некоторые представители этой группы могут быть, наряду с телодонтами, успешно использованы в биостратиграфических целях. Они особенно ценны для нижней половины даунтона, где количество телодонтов и других позвоночных крайне ограничено. Как В. Гросс, В.Н. Каратаюте-Талимаа, так и С. Тенер отмечает в своих работах богатый акантодами уровень в даунтоне. Возможно, что этот уровень соответствует интервалу 310 – 240 м в разрезе скв. Колка-4 (верхняя половина минияских и нижняя юраских слоев) в Латвии, минияским слоям Литвы, а в Англии отчасти песчаникам Холдгейт, содержащим лишь акантоды. Для средней части даунтона В.Н. Каратаюте-Талимаа (1978) выделила комплекс с *Katoporus tricavus*. Однако находки последнего настолько редки, что использование этого телодонта в качестве вида-индекса нецелесообразно.

Зона *Poracanthodes punctatus* охватывает верхи каугатумаского и большую часть охесаареского горизонтов. Цепиком она пройдена в разрезе скв. Вентспилс (рис. 7.4) на глуб. 325,2 – 276,2 м. Вид-индекс распространяется и выше. Для зоны в целом характерен очень разнообразный и богатый комплекс вертебрал. В его состав входят, с одной стороны, элементы комплекса курессареского горизонта, т.е. такие виды, как *Thelodus parvidens*, *Th. traquairi*, *Logania cuneata*, *Katoporus tricavus*, акантоды *Nostolepis striata* и *Gomphonchus sandelensis*, а с другой стороны, эле-

менты ихтиофауны, переходящие в девон. Так, начиная с льюского времени в Эстонии в пробах с *P. punctatus* встречаются *Goniporus alatus*, *Gomphonchus hoppei*, *Lophosteus superbus* и *Tylodus deltoides*. Из зоны *Nostolepis gracilis* в девон переходят, кроме *N. gracilis*, также *Tolypelepis undulata* и *Strosipherus indentatus*. *Nostolepis striata* и *Gomphonchus sandelensis* имеют очень широкое вертикальное распространение начиная с паадлаского времени до раннего девона включительно. В верхах зоны *P. punctatus* исчезают все виды рода *Thelodus*. Чешуи *P. punctatus* найдены в отложениях отмельной, открытошельфовой и склоновой фациальных зон. Она соответствует, вероятно, верхней части комплекса *Katoporus tricavus* (по В.Н. Каратаюте-Талимаа, 1978).

Зона *Katoporus timanicus*. Комплекс с *K. timanicus* или *K. lithuanicus* выделен В.Н.Каратаюте-Талимаа (1978) для верхов даунтона.Автором данной статьи чешуи *K. timanicus* обнаружены в четырех пробах разреза скв. Вентспилс (глуб. 276,2 — 269,5 м), причем в двух крайних пробах с сомнением. Отмеченный интервал может служить стратотипом зоны. Основание зоны определяется появлением *K. timanicus*. Зональный комплекс содержит в небольшом количестве чешуи телодонтов *L. sp. ind.*, *Goniporus alatus*, фрагменты гетеростраков *Tolypelepis undulata*, *Strosipherus indentatus*, много чешуй акантодov *Nostolepis striata*, *N. gracilis*, *Gomphonchus sandelensis*, *G. hoppei*, *Poracanthodes punctatus* и остатки остеихида *Lophosteus superbus*, а также скелетные элементы рыбы неясной таксономической принадлежности — *Tylodus deltoides*. Все они встречаются и в нижележащей зоне *P. punctatus*. Чешуи *K. timanicus* найдены в отложениях отмельной и открытошельфовой зон.

Вертикальное распространение *Logania kummerowi*, выделенного В.Гроссом (Gross, 1967) в качестве зонального вида комплекса, где *Thelodus parvidens* отсутствует, пока остается неясным. В.Н. Каратаюте-Талимаа (см.Гайлите,Ульст,1974) установила в разрезе скв. Колка-4, наряду с *Katoporus sp. (? lithuanicus)*, также *Logania kummerowi?* и *Traquairaspis sp. ind.* (чешуи первого вида встречались несколько ниже). Позже (1978) она переименовывает *Logania kummerowi?* в *Logania borealis* и отмечает (стр. 180), что некоторые чешуи *L. borealis?* по числу и величине боковых шипиков напоминают чешуи *L. kummerowi*. В разрезе скв. Нида и Стонишкой (Литва) *Logania kummerowi* встречается ниже *K. lithuanicus*. По имеющимся у автора данным в разрезе скв. Вентспилс на глуб. 269,5 — 266,8 м можно также различить два типа чешуй *Logania*, которые встречаются выше монолитных чешуй *K. timanicus*. По С. Тенер (Turner, 1973, с. 566), фауна с ассоциацией *Goniporus-Katoporus*, содержащая *L. kummerowi*, распространяется в конгломератах Верхней Красной Даунтонской группы. Выше, в группе псаммотеусовых известняков, эта фауна встречается вместе с *Traquairaspis pococki*. Вероятно, мы имеем дело с двумя видами *Logania*: 1) *Logania cuneata*, который имеет широкое вертикальное распространение (начиная с курессаареского горизонта до низов тильжеской свиты включительно) и 2) *Logania kummerowi* с коротким вертикальным распространением (от верхов охесаареского горизонта до низов тильжес-

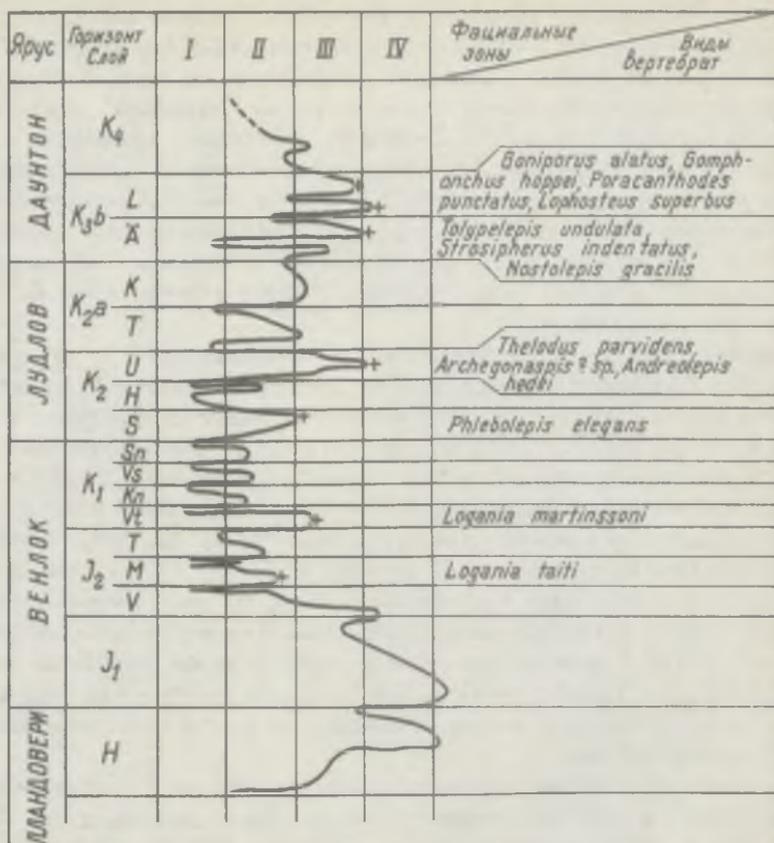


Рис. 7.5. Сопоставление сводной фациограммы силура Эстонии (по Эйнасто и др., 1978) со схемой вертикального распространения позвоночных.

кой свиты включительно). Поскольку биозоны *L. kummerowi*, *K. timanicus* и *K. lithuanicus*, возможно, совпадают, а *K. timanicus* наиболее широко распространен горизонтально (Сев. Тиман, Латвия, вероятно и Англия, см. Turner, 1973, Fig. 7c), то он выбран видом-индексом.

Зона *Traquairaspis*. Граница силура и девона устанавливается по появлению остатков *Traquairaspis*. Зоны *Traquairaspis* выделены Э. Уайтом и Х. Тоомбсом (White, Toombs, 1948). В непрерывном силуро-девонском разрезе (скв. Вентспилс), выше подошвы зоны, вместе с характерными для раннего девона *Traquairaspis* sp., *Tesseraspis* sp. и *Turinia pagei* встречаются переходящие из нижележащих зон силурийские позвоночные — *Logania cuneata*, *L. kummerowi*, *Goniporus alatus*, и, возможно, также *Katoporus timanicus*, *Tolypelepis undulata*, *Strosipherus indentatus*, *Nostolepis striata*, *N. gracilis*, *Gomphonchus sandelensis*, *G. hoppei*, *Poracanthodes punctatus*. Зона *Traquairaspis* в полном объеме автором не изучалась.

Распространение вертебрат в силуре Эстонии и Западной Латвии отражено в табл. 7.1.

Таблица 7.1

Распространение позвоночных в силуре Эстонии и Западной Латвии
Vertebrate ranges in the Silurian of Estonia and West-Latvia

Виды Species	Лландовери					Венлок				Лудлов				Даунтон			Дит- тон Ditton D ₁ tl	
	Llandovery					Wenlock				Ludlow				Downton				
	H	J ₁	J ₂			Vt	K ₁			K ₂				K _{3a}		K _{3b}		K ₄
		V	M	T		K _n	V _s	Sn	S	H	U	T	K	A	L			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
<i>Thelodus</i> sp. ind.	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+						
<i>Gomphonchus</i> sp.	+	+		+		+												
<i>Logania</i> sp. ind.		+										+					+	
<i>Logania taiti</i> (Stetson)					+	+												
<i>Thelodus laevis</i> (Pander)				+		+		+	+	+	+	+						
Osteostraci gen. et sp. ind.				+		+						+	+	+		+		
<i>Saerolepis oeselensis</i> (Robertson)				?		+		+		+	+							
<i>Nostolepis</i> sp.				+														
<i>Acanthodei</i> gen. et sp. ind.				+		+												
<i>Logania martinsoni</i> Gross						+		+		+	+		+					
<i>Tremataspis schmidti</i> Rohon						+		+										
<i>Tremataspis</i> spp.						+	+	+		+	+							
<i>Saeremaaspis</i> <i>mickwitzi</i> (Rohon)						+		+										
<i>Oeselaspis pustulata</i> Patten						+		+		+	+							
<i>Witaspis schrenkii</i> (Pander)						+		+			+							

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
<i>Thyestes verrucosus</i> Eichwald						+		+			?							
<i>Thelodus marginatus</i> Kar.-Tal.								?		+	+	+						
<i>Tremataspis milleri</i> Patten								+			+							
<i>Phlebolepis elegans</i> Pander										+	+	+						
<i>Phlebolepis ornata</i> n. sp.										+								
<i>Tremataspis mammi- lata</i> Patten											+							
<i>Tremataspis rohani</i> Robertson											+							
<i>Dartmuthia gemmifera</i> Patten													+					
<i>Procephalaspis oese- lensis</i> (Robertson)											+							
<i>Nostolepis striata</i> Pander											+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Gomphonchus sande- lensis</i> (Pander)											+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Thelodus parvidens</i> Agassiz													+	+	+	+	+	
<i>Archegonaspis?</i> sp.													+	+	?			
<i>Cephalaspidida</i> gen. et sp. ind.													+	+	+			
<i>Anaspida</i> n. sp.													+	+		+		
<i>Andreolepis hedei</i> Gross												+						
<i>Logania ludlowiensis</i> Gross													+					
<i>Logania cuneata</i> (Gross)													+		+	+	+	+

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
<i>Katoporus tricavus</i> Gross													+		+	+	+	
<i>Thelodus sculptilis</i> Gross													+	+	+			
<i>Thelodus admirabilis</i> n. sp.													+	+	+			
<i>Poracanthodes porosus</i> Brotzen или <i>Gomphonchus hoppei</i> (Gross)													+	+	+	+		
Katoporida gen. et sp. ind.														+				
<i>Strosipherus indentatus</i> Pander															?	+	+	+
<i>Tolytelepis undulata</i> Pander															+	+	+	+
<i>Nostolepis gracilis</i> Gross															+	+	+	+
<i>Goniporus alatus</i> (Gross)																+	+	+
<i>Gomphonchus hoppei</i> (Gross)																+	+	+
<i>Poracanthodes punctatus</i> Brotzen																+	+	+
<i>Lophosteus superbus</i> Pander																+	+	
<i>Tylodus deltoides</i> Rohon																	+	+
<i>Katoporus timanicus</i> (Kar.-Tal.)																	+	+
<i>Logania kummerowi</i> Gross																		+
<i>Turinia psgei</i> (Powrie)																		+
<i>Tesseraspis</i> sp.																		+
<i>Traquairaspis</i> sp.																		+
<i>Nostolepis robusta</i> (Brotzen)																		?

При сопоставлении сводной фациограммы силура Эстонии (Эйнасто и др., 1978) с конкретными разрезами и со схемой вертикального распространения позвоночных (рис. 7.5) намечается интересное совпадение между появлением многих новых видов и родов с трансгрессивными стадиями более крупного порядка. Особенно хорошо это выражается при максимальной фазе лудловской трансгрессии в удвереское время, когда появляются первые элементы новой, даунтонской фауны позвоночных. Даунтонская трансгрессия выражена в каугатумаское время тремя трансгрессиями более высокого порядка, с которыми связано появление позвоночных, переходящих в девон. Относительно венлока, в частности нижней его части, мы располагаем меньшим количеством данных, но появление *Logania taiti* в раннемаазиское, *Logania martinsoni* в ранневийтаское и *Phlebolepis elegans* именно в позднесаувереское (ранний лудлов) время как будто подтверждает указанную закономерность. Надо учитывать, что в конкретных разрезах не всегда удается точно определить первое появление новых элементов позвоночных в трансгрессивных глубоководных породах, где чешуи сильно рассредоточены (Мярсс, Эйнасто, 1978). О влиянии смены фаз трансгрессий на эволюцию рыб и рыбообразных пишет Г.У. Линдберг (1948; 1978, с. 19): "... Одной из возможных причин этапности в развитии органического мира можно с полным правом признать внезапно наступающую трансгрессию после длительного снижения уровня океана". В последнее время установлено, что крупные трансгрессии в силуре обусловлены колебаниями уровня Мирового океана (Антошкина и др., 1976). Следовательно, если считать верным предположение Г.У. Линдберга, одновременное появление новых видов и родов позвоночных должно иметь место на обширных территориях.

В итоге можно сказать, что зоны позвоночных перспективны для корреляции осадков силурийского бассейна, обрамляющих Фенно-Сарматскую сушу.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выводы по отдельным группам организмов, рассмотренных в настоящей книге, представлены в соответствующих главах. Наиболее общие из них, вытекающие из приведенного выше материала, сводятся к следующему.

1. По всем изученным группам (табулятам, брахиоподам, трилобитам, конодонтам, хитинозоям, телодонтам и акантодам) выявляется ясный фациальный контроль распространения. Лучше всего это проявляется в распространении доминантных видов и сообществ: определенный вид обыкновенно встречается в нескольких, фациально близких типах отложений, но с явной тенденцией предпочтения определенных фаций.

2. Наибольшие трудности вызывает корреляция разрезов лагунной и бассейновой фаций с разрезами остальных фаций. В отношении первой наиболее перспективными оказываются телодонты, табуляты (например, лагунные сообщества *Parastriatopora priva* и *Riphaeolites lamelliformis* могут быть связаны с отмельными сообществами) и брахиоподы (сообщество *Didymothyris* распространено в лагунах и на отмелях), в части второй — трилобиты (сообщество *Calymene orthomarginata*) и хитинозои, распространенные совместно с отдельными граптолитами. Циклическое чередование соседних сообществ в разрезах позволяет установить и их соотношение во времени.

3. В зависимости от требований организмов к условиям обитания, образу питания и т.п. у одних (например, брахиопод) разнообразие сообществ увеличивается в сторону моря, у других (например, табулят) — в сторону берега. В крайних фациях разнообразие всех групп (кроме телодонтов в лагунной) наименьшее.

4. Продолжительность существования сообществ зависит от постоянства фациальных условий. Поэтому глубоководные сообщества более долговечны, чем прибрежно-мелководные.

5. Адаптация к жизни в определенных условиях часто приводит (например, у табулят, брахиопод и трилобитов) к образованию специфических морфологических структур или жизненных форм.

6. Анализ сообществ (их состава, распространения в связи с фациями, морфологических особенностей) дает хороший материал для более глубокого познания палеоэкосистем.

ЛИТЕРАТУРА

- Аалоз А. Яаниский горизонт. Ягарахуский горизонт. — В кн.: Силур Эстонии. Таллин, "Валгус", 1970, с. 243 — 264.
- Аалоз А.О., Кальо Д.Л. Краткий обзор разреза силурийских отложений в скважине Охесааре (о-в Сааремаа). — Тр. Ин-та геол. Ан ЭССР, 1962, вып. X, с. 45 — 49.
- Аалоз А., Кальо Д., Клааманн Э., Нестор Х., Эйнасто Р. Стратиграфическая схема силура Эстонии. — Изв. АН ЭССР. Хим. Геол., 1976, т. 25, с. 38 — 45.
- Алихова Т.Н., Балашова Е.А., Балашов З.Г. Полевой атлас характерных комплексов фауны отложений ордовика и готландия южной части Литовской ССР. — Тр. Всес. научн.-исслед. геол. и-та, 1954. 100 с.
- Антошкина А.И., Лопушинская Т.В., Матухин Р.Г. и др. К истории силурийских бассейнов Сибирской и Восточно-Европейской платформ. — Материалы по литологии и осадочным полезным ископаемым Сибири, вып. 218, с. 24 — 40.
- Балашова Е.А. Трилобиты китайгородского горизонта Подолии. — Вопросы палеонтологии, № 7, 1975, с. 102 — 123.
- Вийра В. Конодонты. — В кн.: Силур Эстонии. Таллин, "Валгус", 1970, с. 174 — 176.
- Вийра В.Я. Состав и распространение конодонтов в силуре Прибалтики (скв. Охесааре, Кункой, Укмерге и др.). — В кн.: Фации и фауна силура Прибалтики. Таллин, АН ЭССР, 1977, с. 179 — 192.
- Гайлите Л.К., Рыбникова М.В., Ульст Р.Ж. Стратиграфия, фауна и условия образования силурийских пород Средней Прибалтики. Рига, "Зинатне", 1967. 304 с.
- Гайлите Л.К., Ульст Р.Ж. Зональные подразделения верхнего силура в Латвии. — В кн.: Региональная геология Прибалтики. Рига, "Зинатне", 1974, с. 38 — 44.
- Дрыгант Д.М. Некоторые виды конодонтов силура Подолии. — Палеонтол. сб., 1968, вып. 2, № 5, с. 46 — 52.
- Дрыгант Д.М. Некоторые новые и малоизвестные виды конодонтов лудлова Подолии и Волинии. — Палеонтол. сб., 1971, вып. 2, № 7, с. 78 — 84.
- Кальо Д.Л. (ред.) Силур Эстонии. Таллин, "Валгус", 1970а. 343 с.
- Кальо Д.Л. Граптолиты. — В кн.: Силур Эстонии. Таллин, "Валгус", 1970б, с. 179 — 185.
- Кальо Д.Л. Структурно-фациальное районирование силура Прибалтики. — В кн.: Фации и фауна силура Прибалтики. Таллин, АН ЭССР, 1977а, с. 6 — 13.
- Кальо Д. Стратиграфия силура Прибалтики (опыт экстратиграфического анализа). — Автореф. дисс. на соиск. уч. степ. доктора геол.-мин.наук. М., 1977б. 36 с.
- Кальо Д.Л. О стратиграфии силура Прибалтики и соотношениях разных типов стратонов. — Изв. АН КазССР, сер. геол., 1979, № 4 — 5, с. 107 — 115.
- Кальо Д. Об экстратиграфии. — Изв. АН ЭССР. Геол., 1979, т. 28, № 1, с. 75.
- Кальо Д., Сарв Л. Расчленение верхнего силура в разрезе скв. Дубовсков /Калининградская область/. — Изв. АН ЭССР. Геол., 1976, т. 25, № 4, с. 325 — 333.
- Кальо Д.Л., Юргенсон Э.А. Фациальная зональность силура Прибалтики. — В кн.: Фации и фауна силура Прибалтики. Таллин, АН ЭССР, 1977, с. 122 — 148.
- Каратайте-Талимаа В.Н. О стратиграфическом положении и корреляции даунтонских отложений (минияские и юрские слои) Южной Прибалтики. — В кн.: Стратиграфия нижнего палеозоя Прибалтики и корреляция с другими регионами. Вильнюс, "Минтис", 1968а, с. 273 — 285.
- Каратайте-Талимаа В.Н. Смена ихтиофауны на границе силура и девона в Европе (по материалу лудлова-даунтона-диттона Прибалтики и Подолии). — В кн.: Международный геологический конгресс, XXIII сессия. Доклады советских геологов. Стратиграфия нижнего палеозоя Центральной Европы. "Наука", 1968б, с. 149 — 152.
- Каратайте-Талимаа В.Н. Ихтиофауна даунтона Литвы, Эстонии и Северного Тимана. — В кн.: Палеонтология и стратиграфия Прибалтики и Белоруссии. Вильнюс, "Минтис", 1970, с. 33 — 66.
- Каратайте-Талимаа В.Н. Телодонты силура и девона СССР и Шницбергена. Вильнюс, "Мокслас", 1978, 334 с.

- Клааманн Э. Позднеордовикские и раннесилурийские *Favositida* Эстонии. Таллин, Ин-т геол. АН ЭССР, 1964. 118 с.
- Клааманн Э. Табуляты яаниского и яагарахуского горизонтов (венлок Прибалтики) и их биозоны. — В кн.: Палеонтология древнего палеозоя Прибалтики и Подольи. Таллин, АН ЭССР, 1982, с. 3 — 40.
- Клааманн Э.Р., Эйнасто Р.Э., Вийра В.Я., Мянниль Р.П., Нестор В.В., Рубель М.П., Сарв Л.И. Фациальные закономерности распределения фауны в верхнем лландовери и венлоке Северной Прибалтики. — Ежегодник Всес. палеонтол. общ.-ва, Труды XXII сессии ВПО. Л., "Наука", 1980, с. 38 — 46.
- Коссовой Л.С., Каратаюте-Талимаа В.Н. Лудлов и даунтон Северного Тимана. — Изв. АН СССР, сер. геол., 1977, № 12, с. 55 — 62.
- Линдберг Г.У. О влиянии смены фаз трансгрессий и регрессий на эволюцию рыб и рыбообразных. — Докл. АН СССР, 1948, т. 63, № 1, с. 93 — 95.
- Линдберг Г.У. Об одной из возможных причин этапности в развитии органического мира. — В кн.: Проблемы этапности развития органического мира. Тр. XVIII сессии ВПО. Л., "Наука", 1978, с. 16 — 22.
- Мянниль Р.М. Кислотоустойчивые микрофоссилии. — В кн.: Силур Эстонии. Таллин, "Валгус", 1970, с. 176 — 179.
- Мянниль Р.П. Трилобиты. — В кн.: Силур Эстонии. Таллин, "Валгус", 1970, с. 153 — 157.
- Мянниль Р.П. Распространение трилобитов в силуре Прибалтики. — В кн.: Фации и фауна силура Прибалтики. Таллин, АН ЭССР, 1977а, с. 149 — 158.
- Мянниль Р.П. Калимениды (*Trilobita*) нижнего силура Прибалтики. — В кн.: Фации и фауна силура Прибалтики. Таллин, АН ЭССР, 1977б, с. 240 — 258.
- Мянниль Р.П. Трилобиты видовой группы *Encrinurus punctatus* в венлоке Прибалтики. — Изв. АН ЭССР. Геол., т. 27, № 3, 1978, с. 108 — 115.
- Мянниль Р.П. Трилобиты подсемейства *Warburgellinae* силура Прибалтики. — Изв. АН ЭССР. Геол., т. 28, № 3, 1979, с. 100 — 107.
- Мярсс Т. Об ареле жизни и биозонах силурийских позвоночных Прибалтики. — В кн.: Современное значение палеонтологии для стратиграфии. Тезисы докладов XXIV сессии Всес. палеонтол. общ.-ва. Л., АН СССР, 1978, с. 53 — 54.
- Мярсс Т. Чешуйный покров *Phlebolepis elegans* — В кн.: Рыбы среднего палеозоя. Таллин, АН ЭССР (в печати).
- Мярсс Т., Эйнасто Р.Э. Распределение вертебрал в разнофациальных отложениях силура Северной Прибалтики. — Изв. АН ЭССР. Геол., 1978, т. 27, № 1, с. 16 — 22.
- Нестор В.В. Зональное распределение хитинозой в яаниском горизонте (венлок Эстонии) и проблема его границ. — В кн.: Стратиграфия древнепалеозойских отложений Прибалтики. Таллин, АН ЭССР, 1982а (в печати).
- Нестор В.В. Новые хитинозой рода *Conochitina* из венлока Эстонии. — Изв. АН ЭССР. Геол., т. 31, № 3 — 4. 1982.
- Нестор В., Нестор Х., Рубель М. *Costistricklandia lirata* (Pentamerida, Brach.) из верхнего лландовери Эстонии. — Изв. АН ЭССР. Геол., 1978, № 27, с. 11 — 15.
- Нестор Х.Э., Эйнасто Р.Э. Фациально-седиментологическая модель силурийского Палеобалтийского периконтинентального бассейна. — В кн.: Фации и фауна силура Прибалтики. Таллин, АН ЭССР, 1977, с. 89 — 121.
- Обручев Д.В., Каратаюте-Талимаа В.Н. Фауны позвоночных и корреляция лудловских и нижнедевонских отложений Восточной Европы. — В кн.: Очерки по филогении и систематике ископаемых рыб и бесчелюстных. "Наука", 1968, с. 63 — 70.
- Репина Л.Н. Зависимость морфологических признаков от условий обитания трилобитов и оценка их значения для систематики надсемейства *Olenelloidea*. В сб.: Среда и жизнь в геологическом прошлом. Вопросы экистратиграфии. Новосибирск, "Наука", 1979, с. 11 — 30.
- Решения межведомственного регионального стратиграфического совещания по разработке унифицированных стратиграфических схем Прибалтики. Л., 1978.
- Рубель М.П. Брахиоподы *Pentamerida* и *Spiriferida* силура Эстонии. Таллин, "Валгус", 1970. 75 с.

- Рубель М.П. Эволюция рода *Stricklandia* в лландовери Эстонии. — В кн.: Фауны и фауна силура Прибалтики. Таллин, АН ЭССР, 1977, с. 193 — 212.
- Рубель М.П., Розман Х.С. Новые брахиоподы *Rhynchonellacea* из силура Эстонии. — В кн.: Фауны и фауна силура Прибалтики. Таллин, АН ЭССР, 1977, с. 213 — 239.
- Рубель М.П., Рыымусокс А.К. Брахиоподы. — В кн.: Силур Эстонии. Таллин, "Валгус", 1970, с. 140 — 150.
- Сарв Л.И. К составу и распространению поздневенлокской ассоциации остракод в Эстонии. — Изв. АН ЭССР, Геол., 1980, т. 29, № 3, с. 89 — 97.
- Соколов Б.С. Табуляты палеозоя Европейской части СССР. Часть II. Силур Прибалтики (фавозитиды лландоверского яруса). — Тр. Всес. нефт. научн.-исслед. геол. ин-та, нов. серия, 1951, вып. 52. 124 с.
- Умнова Н.И. Типы строения просомы и оперкулюма и их приуроченность к родам и видам хитинозой. — Палеонтол. ж., 1976, № 4, с. 17 — 31.
- Эйнасто Р.Э. Физические и палеогеографические условия образования зуриптеровых доломитов (силур Прибалтики). — В кн.: Международный геологический конгресс, XXIII сессия. Доклады советских геологов, пробл. 8. М., "Наука", 1968, с. 68 — 74.
- Эйнасто Р. Ротсикулаский горизонт. — В кн.: Силур Эстонии. Таллин, "Валгус", 1970, с. 264 — 276.
- Эйнасто Р.Э. Строение и условия образования Каармаского комплекса лагунных и отмельных отложений (силур Прибалтики). Автореферат диссертации на соиск. уч. степ. канд. геол.-мин. наук. Л., 1979. 35 с.
- Эйнасто Р.Э., Кала Э.А., Мяги С.О. Экскурсия III Всесоюзного семинара по цикличности и стратиграфии. Западная Эстония. Таллин, Ин-т геол. АН ЭССР, 1978. 29 с.
- Эйхвальд Э.И. Палеонтология России. Девоний период. Спб. 1861. 521 с.

- Aldridge, R. J. The Silurian conodont *Ozarkodina sagitta* and its value in correlation. — *Paleontology*, 1975, vol. 18, N2, p. 323—332.
- Barrick, J., Klapper, G. Multielement Silurian (late Llandoveryan — Wenlockian) conodonts of the Clarita Formation, Arbuckle Mountains, Oklahoma and phylogeny of *Kockelella*. — *Geologica et Palaeontologica*, 1976, vol. 10, p. 59—100.
- Bassett, M. G., Rickards, R. B. Notes on Silurian stratigraphy and correlation in the Oslo district. — *Norsk Geol. Tidsskrift*, 1971, vol. 51, p. 247—260.
- Bockelie, J. F. The presence of *Prunocystites* (Cystoidea) in Stage 9e of Ringerike, Norway. — *Norsk Geol. Tidsskrift*, 1973, vol. 53, p. 317—321.
- Boucot, A. J. Evolution and extinction rate controls. Amsterdam, Oxford, New York, Elsevier, 1975. 427 p.
- Branson, E. B., Mehl, M. G. Conodonts from the Bainbridge (Silurian) of Missouri. — *Missouri Univ. Studies*, 1933, vol. 8, № 1, p. 39—52.
- Bretsky, P. W. Evolution of Paleozoic benthic marine invertebrate communities. — *Palaeogeogr., Palaeoclim., Palaeoecol.*, 1969, vol. 6, p. 45—59.
- Böla, E. Über die Verbreitung der Ostrakodermen in der Kaarma-Stufe (K₁) von Saaremaa (Ösel). — In: *Apoph. Tartuensis*, Stockholm, 1949, s. 428—434.
- Calef, C. E., Hancock, V. J. Wenlock and Ludlow marine communities. — *Paleontology*, 1974, vol. 17, p. 779—810.
- Cooper, B. J. Multielement conodont from the Brassfield Limestone (Silurian) of Ohio. — *J. Paleontol.*, 1975, vol. 49, № 6, p. 984—1008.
- Cooper, B. J. Upper Silurian conodonts from the Yarrangobilly Limestone, southeastern New South Wales. — *Proc. Roy. Soc. Vict.*, 1977 a, vol. 89, Pt.2, p. 183—194.
- Cooper, B. J. Toward a familial classification of Silurian conodonts. — *J. Paleontol.*, 1977 b, vol. 51, № 6, p. 1057—1071.
- Cramer, F. H. Chitinozoans of a composite section of Upper Llandoveryan to basal Lower Gedinian sediments in northern Leon, Spain. A preliminary report. — *Bull. Soc. Belg. Geol.* vol. 75, 1967, p. 69—129.

- Cramer, F. H. Middle and Upper Silurian chitinozoan succession in Florida subsurface. — *J. Paleontol.*, 1973, vol. 47, No 2, p. 279–288.
- Dixon, J., Williams, R., Turner, S. Stratigraphical setting of the Silurian thelodonts from Prince of Wales Island, Northwest Territories. — *Lethai*, 1972, vol. 5, p. 281–282.
- Einaast, R. *Didymothyris didyma* leviku fatisaalsest ulatusest paadla lademes Saaremaal. — *Geoloogilised märkmäd*, 3. Tln., Eesti Loodusuurijate Selts, 1976, lk. 61–65.
- Eisenack, A. Mikrofossilien aus dem Silur Gotlands. Chitinozoen. — *N. Jb. Geol. Pal. Abh.*, Bd. 120, 1964, s. 308–342.
- Eisenack, A. Über Chitinozoen des baltischen Gebietes. — *Palaeontographica*, 1968, Bd. 131, Abt. A, S. 137–198.
- Eisenack, A. Mikrofossilien aus dem Silur Estlands und der Insel Ösel. — *Geol. Fören. Stockholm Förh.*, 1970, vol. 92, p. 302–322.
- Fay, R. O. A key to conodont genera and subgenera. — *Oklahoma Geol. Survey. Notes*, 1958, vol. 18, No 6,7, p. 103–120.
- Fay, R. O. Generic and subgeneric homonyms of conodonts. — *J. Paleontol.*, 1959, vol. 33, No 1, p. 195–198.
- Fortey, R. A. Early Ordovician trilobite communities. — *Fossils and Strata*, 1975, No 4, p. 339–360.
- Gross, W. Die Agnathen und Acanthoider der obersilurischen Beyrichienkalks. — *Palaeontographica*, 1947, Bd. 96, Abt. A, S. 161.
- Gross, W. Zur Conodonten-Frage. — *Senckenbergiana Lethaea*, 1954, Bd. 35, No 1/2, S. 73–85.
- Gross, W. Über die Basis der Conodonten. — *Paläontol. Zeitschr.*, 1957, Bd. 31, No 1/2, S. 78–91.
- Gross, W. Über Thelodontier-Schuppen. — *Palaeontographica*, 1967, Bd. 127, Abt. A, 67 S.
- Gross, W. Die Agnathen-Fauna der silurischen Halla-Schichten Gotlands. — *Geol. Fören. Stockholm Förh.*, 1968 a, vol. 90, S. 369–400.
- Gross, W. Fragliche Actinopterygier-Schuppen aus dem Silur Gotlands. — *Lethaia*, 1968 b, vol. 1, S. 184–218.
- Hedea, E. On the correlation of the Silurian of Gotland. — *Møddel. Lunds Geol.-Miner. Inst.*, 1942, No 101, p. 1–25.
- Hedgpeth, J. W. Classification of marine environments. — In: *Treatise of marine ecology and paleoecology*, vol. 1. *Geol. Soc. Amer. Mem.*, 1957, vol. 67, p. 17–27.
- Heintz, A. New agnaths from Ringerike Sandstone. — *Skr. Norske Vidensk.-Akad. Mat.-naturv. Kl.*, 1969, vol. 26, p. 1–28.
- Helfrich, C. T. A conodont fauna from the Keyser Limestone of Virginia and West Virginia. — *J. Paleontol.*, 1978, vol. 52, No 5, p. 1133–1142.
- Hurst, J. M. A phenetic strategy model dalmanellid brachiopods. — *Paleontol.*, 1978, vol. 21, No 3, p. 535–554.
- Jepsson, L. Notes on some Upper Silurian multielement conodonts. — *Geol. Fören. Stockholm Förh.*, 1969, vol. 91, p. 12–24.
- Jepsson, L. Some Silurian conodont apparatuses and possible conodont dimorphism. — *Geologica et Palaeontologica*, 1972, vol. 6, p. 51–69.
- Jepsson, L. Aspects of late Silurian conodonts. — *Fossils and Strata*, 1974, No 6, p. 1–54.
- Jones, O. The controlling effect of environment upon the corallum in *Favosites*; with a revision of some massive species on this basis. — *Ann. Mag. natur. Hist.*, 1936, (10), vol. 17, p. 1–24.
- Kaljõ, D. The Downtonian or Pridolian from the point of view of the Baltic Silurian. — *ENSV Tead. Akad. Toim. Geol.*, 1978, vol. 27, No 1, p. 5–10.
- Klapper, G., Philip, G. M. Devonian conodont apparatuses and their vicarious skeletal elements. — *Lethaia*, 1971, vol. 4, No 4, p. 429–452.
- Lane, H. R., Ormiston, A. R. Siluro-Devonian biostratigraphy of the Salmon-trout River Area, East-Central Alaska. — *Geologica et Palaeontologica*, 1979, vol. 13, p. 39–96.

- Lane, P. D. New trilobites from the Silurian of north-east Greenland, with a note on trilobite faunas in pure limestones. — *Palaeontology*, 1972, vol. 15, No 2, p. 336–364.
- Laufeld, S. Silurian Chitinozoa from Gotland. — *Fossils and Strata*, 1974 a, No 5. 130 p.
- Laufeld, S. Reference localities for palaeontology and geology in the Silurian of Gotland. — *Sver. Geol. Undersök., Avhandl. och Uppsatser*, 1974b, ser. C, No 705. 172 p.
- Laufeld, S., Bergström, J., Warren, P. T. The boundary between the Silurian *Cyrtograptus* and *Colonus* Shales in Skone, southern Sweden. *Geol. — Geol. Fören. Stockholm Förh.*, 1975, vol. 97, p. 207–222.
- Laufeld, S., Jeppsson, L. Silification and bentonites in the Silurian of Gotland. — *Geol. Fören. Stockholm Förh.*, 1976, vol. 98, p. 31–44.
- Lawson, J. D. Ludlow benthic assemblages. — *Palaentol.*, 1975, vol. 18, No 3, p. 509–525.
- Lindström, M. Conodonts from the Crug Limestone (Ordovician, Wales). — *Micropalaentology*, 1959, vol. 5, p. 427–452.
- Lindström, M. Conodonts. Amsterdam, London, New York, Elsevier, 1964. 196 p.
- Lindström, M. A suprageneric taxonomy of the conodonts. — *Lethaia*, 1970, vol. 3, No 4, p. 427–445.
- Lister, T. R. A monograph of the acritarchs and chitinozoa from the Wenlock and Ludlow Series of the Ludlow and Millichope areas, Shropshire. Part 1. 1970, *Palaentogr. Soc. Monogr.* 1. 100 p.
- Luhja, A. Paar uut kivistist Saaremaa lademeist. — *Eesti Loodus*, 1939, nr. 2/3, lk. 98–99.
- Mark-Kurik, E. Distribution of vertebrates in the Silurian of Estonia. — *Lethaia*, 1969, vol. 2, p. 145–152.
- Martinsson, A. Beyrichiacean Ostracodes associated with the earliest Silurian vertebrates from Gotland. — *Geol. Fören. Stockholm Förh.*, 1966, vol. 88, p. 327–339.
- Martinsson, A. The succession and correlation of Ostracode faunas in the Silurian of Gotland. — *Geol. Fören. Stockholm Förh.*, 1967, vol. 89, p. 350–386.
- Martinsson, A. Editor's Note: Ecostratigraphy and the Lethaia Seminar. — *Lethaia*, 1976, vol. 9, p. 325–326.
- McKerrow, W. S. (ed.). The ecology of fossils. London, 1978. 384 p.
- Miculic, D. G. Distribution and community succession on Silurian trilobites (Thornton Reef, Illinois). — In: *Guidebook for a field trip on Silurian reefs, interreef facies, and faunal zones of Northern Indiana and Northeastern Illinois*. Kalamazoo, 1976. 21 p.
- Miculic, D. G., Watkins, R. Trilobite ecology in the Ludlow Series of the Welsh Borderland. (In press).
- Mori, K. Stromatoporoids from the Silurian of Gotland. Part 2. — *Acta Univ. Stockh., Stockholm contributions in geology*, 1970, vol. 22. 152 p.
- Müller, K. J., Müller, E. M. Early Upper Devonian (Independence) conodonts from Iowa, Part 1. — *J. Palaentol.*, 1957, vol. 31, No 6, p. 1069–1108.
- Obuchov, D., Karatajute-Talimaa, V. Vertebrate faunas and correlation of the Ludlowian-Lower Devonian in Eastern Europe. — *J. Linn. Soc. (Zool.)*, 1967, vol. 47, No 311, p. 5–14.
- Pander, C. H. Monographie der fossilen Fische des silurischen Systems der russisch-baltischen Gouvernements. 1856, *Akad. Wiss. St.-Petersb.* 91 p.
- Ritchie, A. *Ateleaspis tessellata* Traquair a non-cornuate cephalaspid from the Upper Silurian of Scotland. — *J. Linn. Soc. (Zool.)*, 1967, vol. 47, No 311, p. 69–81.
- Rubel, M. On the distribution of brachiopods in the lowermost Llandovery of Estonia. — *ENSV Tead. Akad. Toim. Keemia. Geol.*, 1970, k. 19, lk. 69–79.
- Rubel, M. Taxonomy of dicoelosiid brachiopods from the Ordovician and Silurian of the East Baltic. — *Palaeontology*, 1971, vol. 14, pt. 1, p. 34–60.
- Stiel, J. Studies on the palaeontology of Favositids. Groningen, Rijksuniversiteit te Groningen, 1978. 247 p.

- Stetson, H. C. Studies on the morphology of the Heterostraci. — J. Geol., 1931, vol. 31, No 2, p. 141—154.
- Sweet, W. C., Schönlaub, H. P. Conodonts of the genus *Oulodus* Branson et Mehl, 1933. — *Geologica et Palaeontologica*, 1975, vol. 9, p. 41—59.
- Taugourdeau, P. Chitinozoaires. Techniques d'études, morphologia et classification. — *Mem. Soc. Geol. France*, 1966, No 104. 64 p.
- Taugourdeau, P., De Jehowsky, P. Repartition et description des chitinozoaires Siluro-Devoniens de quelques sondages de la S. N. Repal au Sahara. — *Rev. inst. Franc. Petrole Ann Combust.*, 1960, *Liquides* 15, p. 1199—1260.
- Turner, P., Turner, S. Thelodonts from the Upper Silurian of Ringerike, Norway. — *Norsk Geol. Tidsskrift*, 1974, vol. 54, p. 183—192.
- Turner, S. Silurio-Devonian thelodonts from the Welsh Borderland. — *J. Geol. Soc. London*, 1973, vol. 129, p. 557—581.
- Turner, S., Dixon, J. Lower Silurian thelodonts from Prince of Wales Island, Northwest territories. — *Lethaia*, 1971, vol. 4, p. 385—392.
- Walliser, O. H. Conodonts des Silurs. — *Abh. Wess. L.-Amt. Bodenforsch.*, 1964, Heft 41, S. 1—106.
- Walliser, O. H. Conodont biostratigraphy of the Silurian of Europe. — *Geol. Soc. America Mem.*, 1971, vol. 127, p. 195—206.
- White, E. J. The vertebrate faunas of the Lower Old Red Sandstone of the Welsh Borders. — *Bull. Brit. Mus. (Nat. Hist.) Geology*, 1950, vol. 1, No 3, p. 51—67.
- White, E. J., Tombs, H. A. Guide to Excursion C 16. Vertebrate Palaeontology. *Internat. Geol. Cong. 18 th Session. London, 1948*, p. 4—8.
- Ziegler, A. M. Silurian marine communities and their environmental significance. — *Nature*, 1965, vol. 207, p. 270—272.
- Ziegler, W. *Ctenognathodus* Fay, 1959 or *Spathognathodus* Branson et Mehl 1941? — *J. Paleontol.*, 1961, vol. 35, No 6, p. 1236—1238.

BALTI SILURI KOOSLUSED JA BIOTSOONID

Resümee

Käesolev raamat on järjekordne Eesti NSV TA Geoloogia Instituudi uurimistulemuste kokkuvõte, mis on saadud Rahvusvahelise Geoloogilise Korrelatsiooni Programmi projekti "Ökostratigraafia" raames. Põhiline tähelepanu on pööratud seitsme loomarühma (brahhiopoodid, trilobiidid, tabulaadid, konodondid, kitiinzoa, lõuatud ja kalad) leviku ja selle fatsiaalse tingituse selgitamisele koosluste ja biotsoonide uurimise teel.

COMMUNITIES AND BIOZONES IN THE BALTIC SILURIAN

Summary

The present book is a subsequent summary of research data obtained at the Institute of Geology of Estonian Academy of Sciences, within the project "Ecostratigraphy" of the International Geological Correlation Program (IGCP). The main attention has been paid to the study of the distribution and ecology of six faunal groups on the basis of communities and biozones.

To facilitate the following of the text the preface presents (table 0.1) the main local stratigraphical terms and their abbreviations.

Chapter 1. Communities and biozones in ecostratigraphy (D. Kaljo, E. Klaamann). Ecostratigraphy is treated as a part of biostratigraphy, the task of which is the perfection of regional-stratigraphical schemes by the (paleo) ecological and (paleo) ecosystem analysis. At the same time it can be interpreted as a method in historical geology and paleogeography, which enables to explain the facial composition and development of the sedimentary basin. In our opinion ecostratigraphy is faced by two main tasks: 1) to correlate all different facies within the basin, i. e. serve as a tool for crossing the boundaries between continental, nearshore shallow water and deep water facies and 2) stratigraphically to interpret paleoecosystems and to correlate them with the international standard.

For solution of these problems it is necessary to establish stratigraphical and areal distribution of organisms and their communities, and facies conditions controlling distribution. The investigation of abiotic components of paleoecosystems is also of consequence, but is not the subject of the present study.

Two trends are prevailing in the study of communities — firstly, the so-called "Petersen-type" communities (recurrent communities of dominating species) and secondly, biocoenoses in the full sense of the word (see Bretzky, 1969; Calef, Hancock, 1974; Hedgbeth, 1957, etc.). Agreeing with criticism made in the address of "one phylum communities", we do not consider it right to leave them aside, but to use them as one possibility and stage in the study of the distribution of paleoecosystems and organisms. Also such analysis enables to reveal the causal background of the distribution of organisms, and thus favours the increase in the reliability of stratigraphical conclusions.

Biozones play in ecostratigraphy both an ordinary and a special role. The latter is due to different needs of each organism group as far as living conditions are concerned. We are of the opinion that in most cases boundaries between biozones are determined by ecological (resp. facial) reasons and only rarely by evolution. Correlation of biozones of organisms with different distribution areas enables, by appropriate choice of groups, to find a complex of zonal organisms necessary for connecting all facies. Priorities of archistratigraphical, especially planctic organisms (wide distribution), are important in interregional correlations, however they alone cannot cross all the facies boundaries either. For these purposes one should choose an organism group (or groups) suitable for a corresponding correlation.

Chapter 2. Relations of brachiopod communities to facial zones (Silurian, East Baltic) (D. Kaljo, M. Rubel).

Brachiopods occur in all facial zones of the Baltic Silurian, particularly in shoals, open shelf and slope ones. The present study does not deal with the structure and composition of the communities, but, proceeding from wide-known communities (Boucot, 1975, etc.), it discusses their connection with facies. For these purposes lithofacial maps compiled by D. Kaljo and E. Jürgenson (Кальо, Юргенсон, 1977) have been used. These maps show the distribution of the corresponding communities or characteristic (index) species (figs. 2.2—2.8). We presume that a community as repeated coexistence of certain species in sections contains first of all information about similarity of the

environment. Laying stress on ecology we do not deny the existence of biotic relations.

The material, collected mainly from borings (fig. 2.1 and table 2.1) was generalised by regional stages. The latter is a considerably great unit and its section in a certain point consists usually of facially different rocks. This has been taken into account in compiling conventional signs (signs summarizing the distribution of several communities resp. species). As the majority of species occur in several communities and facies, in broad outline the relations of the organisms and facies — which was our purpose — come out in such a generalised treatment as well. To give reasons for this statement the distribution of species in facies was studied in samples of three sections (usual thickness of a layer used for sampling 10 cm). The Dubovskoye boring is situated in the deeper, Ventspils in the central and Kaugatuma in the nearshore part of the basin. Making use of the criteria given by H. Nestor and R. Einasto (Нестор, Эйнасто, 1977), the facial belonging of each sample containing brachiopods was identified. The corresponding data have been given in figs. 2.9—2.11 and table 2.2 From the above follows: 1. The studied communities (*Atrypoides*, *Homeospira*, *Dayia*), resp. their characteristic species, occur in more than one facial zone, at that in one of them preferably. 2. The change in the predominant distribution is observable in space, time, it seems to be causally related to change in facial conditions during the development of the basin. 3. The alternation of communities in one section takes place practically without their mixing. The more frequent coinciding was noticed only in the Kaugatuma section (10 % of the samples in which there was fixed a certain community).

In the table 2.3 the determined communities have been arranged according to their distribution with relation to facial zones and thus they are correlated. The table shows that the order of the distribution of communities off the shore is in the Baltic Silurian more or less same as it has been shown by A. Boucot (1975). In some cases positions of our communities and of those given by him differ in the scale of benthic associations (see tab. 2.3).

The studied material confirms the earlier established rule that the diversity of communities increases seawards.

We are of opinion that distinct connection of communities with facial zonality should be explained with the complex influence of the environment and biosis, where, in certain conditions the influence of one factor may come to the fore.

As for the significance of brachiopod communities, in our opinion there is no need to deny them but it is necessary to see their real role as a part of the ecosystem. Although brachiopod communities do not give a complete picture about biocoenosis (resp. Paleocoenosis), they enable to study the brachiopod distribution and factors influencing it, and provide so important data for more successful solution of problems of ecostratigraphy and practical geology.

Chapter 3. Tabulate communities (Late Wenlock and Ludlow, Gotland) (E. Klaamann). Eight tabulate communities have been distinguished from the "c" strata of the Slite Beds up to the Hemse Beds (incl.) of the Silurian of Got-

land and their connections with facies and tabulate communities of the Silurian of Estonia (fig. 3.5) have been discussed. The analysis shows that first of all the formation of communities has been influenced by hydrodynamics (depth) and landscape factors (facies), because of which at every moment of time there existed a coral community for each facies. The greater the facial differentiation was the more numerous were different communities.

The *Halysites junior* Community is the richest in species among tabulate communities in Baltoscandian Wenlock. Beside the index species especially numerous are *Palaeofavosites collatus* Klaam, *Multisolonia excelsa* Klaam., *Thecia confluens* (Eichw.), *Barrandeolites bowerbanki* (M.-Edw. et Haime), *Coenites juniperinus* Eichw., *Heliolites decipiens* (M'Coy), at places also *Cystihalysites cavernosus* (Fisch.-Benz.) and *C. blackewayensis* Sutt. In Gotland the above species are most frequent in Slite "d" and "g" beds whereas *H. junior* occurs often from the Katrinelund Limestone Slite "c" up to Bara oolite (Halla "a"). In Estonia this community is found on Saaremaa (fig. 3.1) in the lower part of the Maasi Beds of the Jaagarahu Regional Stage. The distribution of the *H. junior* Community in the Silurian of Gotland fully coincides with the distribution of A. Martinsson's (1967) ostracode fauna *Leptobolbina quadricuspidata* and *Craspedobolbina cuspidata*.

Parastriatopora priva Community consists of corals of the Halla "b" Beds from Hørsne localities. Morphologically they are the mostly fine branched or crustate colonies, beside *P. priva* also *Thecia exspatiata* (Lonsd.), *Th. confluens* (Eichw.), *Coenites juniperinus* Eichw., *Palaeofavosites imbellis* (Klaam.), *Desmidopora acuminata* (Lindstr.). In the Silurian of Estonia the *P. priva* Community is distributed in the upper half of the Maasi Beds of the Jaagarahu Regional Stage.

The *Palaeofavosites asper* Community which occurs in the upper subdivision of the Halla Beds, is at present a monotaxonic community of dwarfed favositids. It existed for a short time in the Paleobaltic Silurian basin immediately before the regression maximum and represented a temporal analog of the lagoonal community *Parastriatopora commutabilis* in shallow facies, known from Estonian Viita and Kuusnõmme Beds of the Rootsiküla Regional Stage. The occurrence of this community coincides with the first massive appearance of thelodonts (*Logania martinsoni*) in the section of Gotland.

As *Palaeofavosites tersus* — *Halysites klintebergensis* Community tabulata of the Klinteberg Beds are treated. Their taxonomic composition and distribution are shown in table 3.1. This community is the most complete in the lower-central less separated part of the Klinteberg Beds in the vicinity of Klinte and Hunninge. Thus it could represent an analog of the *Parastriatopora commutabilis* Community occurring in the East Baltic shallow facies of the Rootsiküla time, but already at the level of the Vesiku and Soeginina Beds.

The *Halysites laticatenatus-Favosites gothlandicus* Community is distributed in the south-western part of Gotland in the Mulde and Hemse marls (fig. 3.4). The community existed in this part of Gotland for a relatively long period — from the Late Halla time up to the Hemse time, habitating the continental slope or deeper part of the open shelf and replacing seawards the *Palaeo-*

favosites asper (Late Halla), *Pf. tersus* – *Halysites klintebergensis* (Klinteberg) and *Halysites crassus* (Hemse time) Communities, correspondingly (fig. 3.5).

The *Halysites crassus* Community which is treated as an open shelf community of the Hemse time is relatively poor in species (table 3.2) but widely distributed (fig. 3.4).

The *Parastriatopora coreaniformis* – *Favosites pseudoforbessi* Community is distributed in Östergarn peninsula and in the vicinity of Linde in limestones of the Hemse Stage, containing abundant ruff-buildings. The community represents a south westward continuation of the tabulate community distributed in the upper part of the Paadla Stage.

Riphaeolites lamelliformis Community represents a relatively monotonous tabulate community spread in the upper part of the Hemse Beds (subdivisions "d" and "e"), most characteristic of which are crustate colonies of alveolitids and branchy teciids (table 3.2 ;fig. 3.4).

Conclusions. The above confirms close relations of communities with facies. In comparison with the Baltic countries where in the given time-interval shallow and lagoonal conditions were replacing each other, in the sections of Gotland shoal and open shelf facies deposits are intercalated. This fact caused also the appearance of a greater number of different communities. As compared to contemporaneous communities of the Baltic Silurian they were prevalingly of more deep water character. In the most exact way can be divided, according to tabulates, deposits of the shallow facies. These subdivisions (zones) could more or less correspond to belts (eg. *Halysites junior* or *Parastriatopora priva* Zone). In the open shelf and continental slope the communities remained intact for a longer time characterizing whole stages of formations.

In shallow water facies the taxonomic composition of communities is richer and the diversity of growth forms of corals is the greatest.

Chapter 4. Trilobite communities (Wenlock, East Baltic) (Reet Männil).

Trilobites occur in a wide range of facies beginning with nearshore biohermal limestones (shoal facies belt) up to the offshore graptolite mudstones of the basin facies. They are most abundant and diverse in grey mudstones of the slope facies.

The distribution of trilobites in lithofacies is given in table 4.1. Each species and genus has a particular environmental range. Some families and genera are stenotopic (lichids, proetids), some are, however, eurytopic, e. g. *Calymene*, whose different species occur from bioherms up to graptolite mudstones. It is followed by *Encrinurus*.

According to occurrence of trilobites five facies controlled communities are distinguished:

1) *Arctinurus ornatus* Community (Pl.I, figs. 1–2) occurs in biohermal limestones of the Jaagarahu Formation. Beside the index species it contains rare *Calymene* sp.

2) *Encrinurus punctatus* Community (Pl. II) is found in light-grey calcareous marls of the transitional area between the shelf and slope facies and consists mainly of *Encrinurus punctatus*, *Calymene blumenbachi*, *Proetus*

concinus osiliensis, more rarely *Harpidella elegantula* and *Bumastus* cf. *barriensis*.

3) *Leonaspis mutica* Community (Pl. III, figs. 1–7) occurs in grey mudstones of the slope facies. The dominant species are *Leonaspis mutica*, *Calymene mimaspera livonica*, *Dalmanites* cf. *caudatus* and *Encrinurus ruhnesis*.

4) *Encrinurus balticus* Community (Pl. III, figs. 8–14) occurs in greenish-grey mudstones of the slope facies and is mainly represented by *Encrinurus balticus*, *Cyphoproetus interianus*, *Cyphoproetus latifrontalis*, sometimes occur also *Calymene minimarginata* and *Dalmanites* sp.

5) *Calymene orthomarginata* Community (Pl. IV, figs. 1–9) is the most off-shore one. It is found in dark-grey mudstones of the basin facies, often containing fragments of graptolite rhabdosomes. Consists mainly of *Calymene orthomarginata*, *Calymene mimaspera mimaspera* and *Dalmanites punctum*.

Fig. 4.2 represents the studied sections. The on-shore deposits are situated on the left and the off-shore ones on the right. The sections are correlated according to chitinozoan zonation by Nestor (B. Нестор, 1980, 1981) and graptolite zonation by Kaljo (Кальо, 1970). The accepted correlation shows that three main trilobite communities – that of *Encrinurus punctatus*, *Leonaspis mutica* and *Calymene orthomarginata*, respectively – are more or less contemporaneous and mutually replace each other in the off-shore direction. Upward in the sequence one may follow the replacement, trend in the direction of the on-shore environment connected with the regression of the Wenlock sea.

It follows that the trilobite assemblages observed represent benthic communities distributed in different depth zones along the ancient coast-line (Fig. 2.1).

Trilobites of the off-shore communities are characterized by relatively flat carapaces, long and flat anterior part of the cranidium, wide genal area, cephalic borders and pleural area of thorax and pygidium, as well as by high eyes and long genal and caudal spines.

Chapter 5. Shallow water conodont *Ctenognathodus purchisoni* (Late Wenlock, Estonia).

Ctenognathodus purchisoni has been found on Saaremaa in the Rootsi-küla Regional Stage (K₁) which comprises the uppermost Wenlock at the level of the *lundgreni* (uppermost beds) and *ludensis* graptolite zones (Кальо, 1979).

Conodonts identified in more important outcrops (fig. 5.1) of the Rootsi-küla Stage are listed in table 5.1. Names of the conodonts are given by multi-element taxonomy. Formal species making up these multitaxons are given in the explanation to fig. 5.2. Distribution of conodonts in the studied sections is given in figs. 5.2 and 5.3, those of the Ohesaare in separate paper (Вийра, 1977).

A richer community is connected with the shoal facies belt and with the facies of pelitic and oolite limestones and with sorted-detritic limestones in the lower parts of the Viita and Vesiku Beds. The upper half of the Vesiku

Beds corresponds to the age of wide distribution of shallow water abnormal deposits, near-shore lagoons and accumulations of low-water dolomitic muds (Эйнасто, 1979). Fig. 5.5 shows that only *C. purchisoni* prevailed at that time. We can presume that it is a representative of the lagoonal zone where facies of interbedded *Eurypterus*-dolomites and micrites and the facies of clayey dolomitic-limestone bioturbidites were more appropriate (Нестор, Эйнасто, 1977).

Among all studied conodonts *C. purchisoni* is the most nearshore one. It explains why *C. purchisoni* is of so limited distribution and has not been found in other regions so far.

Local biozone of *C. purchisoni* has been distinguished which takes up the greater part of the Rootsiküla Regional Stage on Saaremaa island (table 5.2). In a standard conodont zonation (Walliser, 1964, 1971) this zone corresponds to the upper part of the *Sagitta* Zone.

The reconstruction of the multielement apparatus in the present paper is based on :

- 1) repeated elements in the samples of associations,
- 2) existence of elements belonging to only one association in a number of samples of the Vesiku Beds,
- 3) rather good coincidence of the obtained six-element apparatus with the representatives of general building of conodont apparatus.

Chapter 6. Chitinozoan zonal assemblages (Wenlock, Estonia). (Viium Nestor).

The material used comes from the Wenlock part (Jaani, Jaagarahu, Rootsiküla Regional Stages) of the Ohesaare and Ruhnu borings (Fig. 6.1) situated in the area where during the Wenlock mainly relatively deep water sediments of open shelf and slope facies were formed. These rocks show great abundance of chitinozoans. Somewhat north- and eastward from the area in question the Jaagarahu Formation is represented by onshore facies containing very few chitinozoans and so far they are useless for stratigraphy. Chitinozoans are completely missing in the Upper Wenlock Rootsiküla Formation, consisting of rocks belonging mainly to the lagoonal and shoal facies.

In the Wenlock six chitinozoan assemblage zones and ten subzones are distinguished (Fig. 6.2). Zonal assemblages of chitinozoans (Fig. 6.2, 6.3, Tab. 6.1) are defined not only on the basis of the specific composition but usually also by change of dominants. The boundaries of the zones are determined by the following events:

- 1) the first appearance of the *Margachitina margaritana* and several new *Gotlandochitina* species at the base of the Wenlock,
- 2) the replacement of the dominant species *Conochitina proboscifera* by *C. claviformis* at the boundary of the Lower and Middle Wenlock,
- 3) the first appearance of the genera *Linochitina* and *Clathrochitina* together with various *Gotlandochitina* species in the middle part of the Middle Wenlock,
- 4) the first appearance of *Conochitina lagena* and *C. argillophila* probably at the base of the Upper Wenlock,
- 5) the presence of *Conochitina cf. pachycephala* and *C. cf. tuba* as dominants and the appearance of seven new *Conochitina* species and also the disappearance

ce of most of the *Gotlandochitina* species from the sequence in the middle part of the Upper Wenlock,

6) the first appearance of the *Sphaerochitina* species and reappearance of *Conochitina claviformis* as a dominant in the uppermost part of the series.

In connection with the progressive shallowing of the basin during the Wenlock role of the organic-skeletoned benthos (mainly scolecodonts, foraminifers and fragments of euryptids and hydroids) is gradually increasing in the samples from the mentioned borings but they remain of little significance.

In the studied sections chitinozoans occur frequently together with graptolites which enables a rough correlation with sequence of Gotland (Fig. 6.4).

Chapter 7. Vertebrate biozones (Silurian, East Baltic) (Tiiu Märss).

The stratigraphical distribution of the vertebrates was studied on the basis of data obtained from 15 cores and 9 outcrops (Fig. 2). The material covers the sequence beginning with the Lower Wenlock to the Lower Ditton in Estonia and Latvia (Fig. 7.3, 7.4). The earliest vertebrates appear in Estonia at the top of the Llandovery (Figs. 7.1, 7.4). Nine vertebrate zones are distinguished (Fig. 7.1). Lower boundaries of zones are marked by the first appearance of an index-species (*Logania taiti*, *L. martinssoni*, *Phlebolepis elegans*, *Nostolepis gracilis*, *Poracanthodes punctatus*, *Katoporus timanicus* and *Traquairaspis*) or a zonal assemblage (*Andreolepis hedei*, *Thelodus sculptilis*). Index species have a relatively wide facial distribution: scales of *L. taiti* and *L. martinssoni* have been found in lagoonal, shoal and open-shelf facies belts, scales of *Phlebolepis elegans*, *Thelodus sculptilis* and *Nostolepis gracilis* occur, in addition to the former ones in slope facies, skeletal elements of *Andreolepis hedei* and *Poracanthodes punctatus* in shoal, open-shelf and slope facies, scales of *Katoporus timanicus* come from shoal and open-shelf facies belts.

Comparing the vertebrate distribution with a curve of cyclic sedimentation (Fig. 7.5) it comes out that many species and genera appear for the first time at the levels of the maxima of more remarkable transgressions. Thus, at the level of the maximum of the Ludlow transgression, in the Uduvere Beds there appear Agnatha, numerous occurring in Downton, at the following levels of the Downton transgression — Devonian elements. The data concerning the distribution of the Wenlock and Lower agnatha are scarce and therefore less distinct. But the first appearance of *L. taiti* in the Lower Maasi Beds, *L. martinssoni* in the Lower Viita Beds, *P. elegans* in the Upper Sauvere Beds seem to confirm this opinion.

Conclusions. The conclusions concerning different groups of organisms discussed in the present book are brought in corresponding chapters. On the whole the following may be said:

1) The distribution of all studied groups (tabulates, brachiopods, trilobites, conodonts, chitinozoans, thelodonts and acanthoidians, especially of dominant species and communities) is subjected to a distinct facies control. It means that a species occurs usually in several similar environments, however, in certain facies preferably.

2) The greatest difficulties arise on the correlation of lagoon and basin facies with other ones. For the former facies thelodonts, tabulates (e. g. *Paras-*

triatopora priva and *Riphaeolites lamelliformis* Communities) and brachiopods (*Didymothyris* Community) which are distributed in both lagoon and shoal facies seem more promising, for the latter — trilobites (*Calymene othomarginata* Community) and chitinozoans occurring together with rare graptolites. Cyclic alternation of neighbouring communities in the section enables to establish their relations in time as well.

3) In dependance of living conditions, feeding mood, etc. the diversity of some communities (e. g. brachiopods) increases seawards, of others (e. g. tabulates) — shorewards. The lagoon and deep basin facies are the poorest in species.

4) The duration of communities depends on the stability of facial conditions. Therefore deep water communities are of longer duration than shallow water ones.

5) Adaption to life in certain conditions brings often about the development of specific morphological structures or life forms.

6) The analysis of communities (their composition, distribution in connection with facies, morphological peculiarities) provides valuable information and, thus, contributes to a deeper understanding of palaeoecosystems.

Communities and biozones in the Baltic Silurian

Explanation of illustrations

Fig. 2.1 Geological sketch map (without post-Silurian cover) of the East Baltic showing the location of the main boring sections studied.

Black points — boreholes; black triangle — Vändra locality; O — Ordovician; In — Llandovery; w — Wenlock; ld — Ludlow; dn — Downton. Fig. 2.2 Distribution of brachiopods in Juuru time.

1—7 — communities: 1 — *Linoporella*, 2 — *Borealis*, 3 — *Stricklandia-Zygospiraella*, 4 — *Clorinda*, 5 — *Stricklandia-Zygospiraella* and a interbed with *Borealis*, 6 — *Stricklandia-Zygospiraella* and some elements of *Clorinda* community; 7 — graptolite; 8 — a few graptolites; 9 — line of erosion; 10 — boundaries of facies belts; 11 — facies: II — shoals-inshore, III — open shelf, IV — slope, V — basin.

Fig. 2.3. Distribution of brachiopods in Raikküla time. 1 — *Pentamerus* community (*P. cf. oblongus*, *Borealis pumilus*) and some elements of *Linoporella* community (*Clintonella aprinis*, *Stegerhynchus borealis*); 2 — *Pentamerus* community with *Protatrypa malmöeyensis* and *Stricklandia lens* in some parts of section; 3 — combination of 1 and 2; 4 — *Pentamerus* and *Stricklandia* communities in on section; 5 — *Stricklandia* and *Clorinda* communities in one section. Capital letters — elements of different communities (see Russian text).

Fig. 2.4. Distribution of brachiopods in Adavere time.

1 — *Dicoelosia-Skenidioides* community; 2 — *Dicoelosia-Atrypa hedei*-*Glassia* sp. sp.; 3 — *Costriscklandia*. Dotted line — the eastern boundary of the Velise Formation. P — *Pentamerus oblongus* community (within the limits of the *Dicoelosia-Skenidioides* community area below the latter). Explanation of capital letters see in Russian text.

Fig. 2.5. Distribution of brachiopods in Jaani time.

1 — *Whitfieldella* community; 2 — *Dicoelosia-Skenidioides* community. Explanation of capital letters see in Russian text.

Fig. 2.6. Distribution of brachiopods in Paadla time.

1 — *Stegerhynchus* community; 2 — *Didymothyris-Salopina* community; 3 — *Dayia* community (*D. navicula*, *Glassia* sp. sp., *Isorthis* sp.); 4 — the same with elements of the *Stegerhynchus* community in the upper part of section. Explanation of capital letters see in Russian text.

Fig. 2.7. Distribution of brachiopods in Kuressaare time.

1 — *Atrypoides prunum* community; 2 — *A. prunum* and some elements of the *Homoeospira* community; 3 — *A. prunum* and *Delthyris magna* (a) or *Homoeospira baylei* (b); A — *Dayia navicula* community. Explanation of capital letters see in Russian text.

Fig. 2.8. Distribution of brachiopods in Kaugatuma time.

1 — *Atrypoides prunum*, *Delthyris magna*, *Homoeospira baylei*; 2 — *Delthyris magna* or *Homoeospira baylei* (in Virbalis section); 3 — these together and rare *Dayia navicula* below; 4 — *Dayia navicula* and rare *Delthyris magna* above. Elements: D — *Dayia navicula*; Ps — *Stegerhynchus pseudobidentata*; S — *Protochonetes stonishkensis*. *Microsphaeridiorhynchus nucula*, *Isorthis canaliculata* and *Protochonetes pilttenensis* occur in all sections (the latter two are unknown in the Dubovskoe boring only).

Fig. 2.9. Brachiopod ranges in the Dubovskoje boring section.

K₂ — Paadla Stage; K_{3a} — Kuressaare Stage; K_{3b} — Kaugatuma Stage with *Noddyrichia tuberculata* zone in the upper part. 1 — 4 — characteristic species of communities: 1 — *Didymothyris didyma*, 2 — *Atrypoides prunum*, 3 — *Dayia navicula*, 4 — *Homoeospira baylei* and *Delthyris magna*; 5 — other members of the *Homoeospira* community; 6 — species of wide facial range; 7 — uncertain identifications conformis etc.

Facial interpretation of samples is shown by numbers: 1 — lagoon, 2 — shoal-inshore, 3 — open shelf, 4 — slope.

In K₂ relatively numerous graptolites occur together with brachiopods, in K_{3a} they are rare (see Kaljo, Sarv 1976).

Fig. 2.10. Brachiopod ranges in the Ventspils boring section.

Legend see Fig. 2.9. A few graptolites occur between 557–580 m, deeper their frequency increases.

Fig. 2.11. Brachiopod ranges in the Kaugatuma boring sections.

Legend see Fig. 2.9.

Fig. 3.1. Distribution of the *Halysites junior* community and facies (Late-Slite — Maasi time).

Facies belts: I — lagoon, II — shoal-inshore, III — open shelf, IV — slope, V — basin. 1 — line of erosion, 2 — bioherms, 3 — localities of *Halysites junior* fauna, 4 — boundary of facies belt Striped area — distribution of *Cystihalysites*.

Fig. 3.2. Late-Wenlock facies and tabulate coral communities (Klinteberg — Late-Rootsi-küla time).

Fig. 3.3. Ludlow facies and tabulate coral communities (Heemse — Paadla time).

Legend see Fig. 3.1.

Fig. 3.4. Tabulate coral communities (Heemse time).

Fig. 3.5. Distribution of the tabulate coral communities in the Late-Wenlock and Ludlow: left side — Gotland, right side — Estonia.

Fig. 4.1. Middle-Wenlock facies belts in the East Baltic (after Kaljo and Jürgenson, 1977).

Fig. 4.2. Wenlock trilobite ranges in the boring sections between Pulli and Ventspils. 1 — nodular argillaceous limestones of the open shelf, 2 — light gray carbonate marls of the transition between the open shelf and slope facies, 3 — gray and greenish gray marls of the slope facies, 4 — dark gray clayey marl and argillites of the basin facies, 5 — line of erosion, 6 — boundary of uncomplete thickness, 7 — boundary between the chitinozoan zones of *Conochitina proboscifera* and *C. claviformis* (corresponds to the upper boundary of the zone *Monograptus riccartonensis*), 8 — boundary between the zones *Conochitina claviformis* and *Linochitina cingulata* (corresponds to the upper boundary of the *Monograptus flexilis* zone), 9 — boundary between the sub-zones "a" and "b" of the *Conochitina claviformis* zone, 10 — 13 — communities; numbers in brackets (1–15) mark the concrete species (see Russian text).

- Fig. 5.1. Location map of the outcrop (triangles) and boring (circles) sections studied.
- Fig. 5.2. Conodont ranges in the Vesiku, Kipi and Kaugatuma boring sections.
1 — 5 — see Russian text.
Blank sign — 1—5 specimens in a sample, filled sign — 5—30 specimens, framed sign — more than 30 specimens. Fractions on the right of the column indicated sampling levels (numerator) and weight (g) of samples (denominator).
- Fig. 5.3. Conodont ranges in the Sõmera III, Kaarmise, Kingissepa and Laimjala boring sections.
Legend see Fig. 5.2, in addition see Russian text to Fig. 5.3.
- Fig. 5.4. The conodont assemblages of the subdivisions of the Rootsiküla Stage.
1 — 40 — elements of the conodont apparatuses and their levels in the borings (see Russian text).
- Fig. 5.5. Distribution of conodonts at the different intervals of the Rootsiküla time: Vt — Viita, Kn — Kuusnõmme, Vs₁ and Vs₂ — Early and Late Vesiku, Sn — Soeginina.
W₃ — Late Wenlock facies in the Saaremaa and neighbouring area (simplified after Einasto, 1979). 1 — line of erosion, 2 — boundaries of facies belt, 3 — facies belts (I — lagoon, II — IV — unseparated shoal-inshore to slope, V — basin.).
Borings and other signs see Fig. 5.1. and 5.2.
- Fig. 5.6. The elements of the *Ctenognathodus purchisoni* (Pander) apparatus.
- Fig. 6.1. Location map of the boring sections studied.
- Fig. 6.2. Chitinozoan zones (1—6) in the Ohessaare and Ruhnu boring sections.
- Fig. 6.3. Ranges of the most significant chitinozoa species in the Ohessaare and Ruhnu boring sections
- Fig. 7.1. Silurian vertebrate zones and assemblages x rare finds of *Thelodus* sp. ind. and *Gomphonchus* sp. xx *Thelodus* sp. ind., *Logania* sp. ind., and *Gomphonchus* sp.
- Fig. 7.2. Generalized ranges of the index species in the boring and stratotype sections.
- Fig. 7.3. Vertebrate ranges in the Ohessaare and Ventspils borings. Lithological column compiled by R. Einasto.
- Fig. 7.4. Vertebrate ranges in the Ohessaare and Ventspils boring sections.
- Fig. 7.5. The first occurrences of vertebrates plotted on the generalied facial curve of Estonian Silurian (after Einasto et al., 1978).

Сообщества и биозоны в силуре Прибалтики

Объяснение к фототаблицам

Таблица I

Halysites laticatenatus sp. nov.

- Фиг. 1. Голотип Сп 57512. Блохелл 1. Мергели Мульде.
Фиг. 2. Сп 57513. Местонахождение и возраст те же.
Фиг. 3. Сп 19888. Атлингбу канал 1, слои Слите.
Поперечные срезы . х5.

Таблица II

Halysites klintebergensis sp. nov.

- Фиг. 1 — 5. Голотип Сп 57522. Клинтеберьет 1, слои Клинтеберг.
Три поперечных и два продольных разреза. х5.

Таблица III

- Фиг. 1 — 2. Доломитизированный биогермный известняк с отпечатками трилобитов, о. Вайка, х1,3 : 1 — с краинидием *Arctinurus ornatus*, Tr 2870; 2 —

- с пигидиями *Calymene* sp. и *Arctinurus ornatus*, Тр 2869.
- Фиг. 3 — 5. Поверхности напластования детритового известняка с остатками мелководной фауны, обн. Тугамыйза, х2, 25: 3 — с кранидиями *Warburgella estonica*, Тр 2793а; 4 — с пигидиями и подвижной щечкой *Warburgella estonica*, Тр 2793б; 5 — с подвижной щечкой *Calymene* sp., Тр 2918.

Таблица IV

Трилобиты сообщества *Encrinurus punctatus*.

- Фиг. 1 — 3. *Encrinurus punctatus* (Wahl., 1821). Клифф Парамая. 1 — полусвернутый спинной щит, Тр 2775, х2,6; 2 — пигидий, Тр 2781, х3; 3 — пигидий, Тр 2782, х3.
- Фиг. 4 — 6. *Proetus concinnus osiliensis* Schmidt, 1894. Клифф Парамая, х4. 4 — подвижная щечка, Тр 2836, х4; 5 — полусвернутый спинной щит, Тр 2834; 6 — пигидий, Тр 2894.
- Фиг. 7. *Harpidella elegantula* (Loven, 1846). Кранидий, Тр 2896, х6, скв. Пярну, 102,2 м.
- Фиг. 8. *Bumastus* cf. *barriensis* Murch., 1839. Пигидий, Тр 2895, х2, 25, клифф Парамая.
- Фиг. 9, 10. *Calymene blumenbachi* Brongn., 1822. Клифф Парамая. 9а, б, в — свернутый спинной щит, Тр 2800, х1, 8; 10 — задняя часть полусвернутого спинного щита, Тр 2673, х3.
- Фигуры 1, 2, 3 и 10 приведены по ранним работам автора (Мянниль, 1977, 1978).

Таблица V

- Фиг. 1 — 7. Трилобиты сообщества *Leonaspis mutica*.
- Фиг. 1 — 3. *Leonaspis mutica* (Emmrich, 1844). 1 — спинной щит, Тр 2889, х3, скв. Икла, 283,4 м; 2 — пигидий, Тр 2888, х4, скв. Охесааре, 314,7 м; 3 — кранидий, Тр 2885, х3, скв. Пярну, 91,9 м.
- Фиг. 4. *Dalmanites* cf. *caudatus* Brönn., 1781. Пигидий, Тр 2873, х2,5, скв. Паатсалу, 37 м.
- Фиг. 5 — 6. *Calymene restevensis* Balashova, 1975. 5 — кранидий, Тр 2602, х2, скв. Пярну /"Ливония"/, 116,6 м; 6 — пигидий, Тр 2668, х2,5, скв. Пярну /"Ливония"/, 118,5 м.
- Фиг. 7. *Encrinurus ruhnuensis* Männil, 1978. Пигидий и кранидий, Тр 1997, х3, скв. Охесааре, 292, 4 м.
- Фиг. 8 — 14. Трилобиты сообщества *Encrinurus balticus*.
- Фиг. 8. — *Calymene minimarginata* Schrank, 1970. Кранидий, Тр 2876, х4, скв. Колка, 461 м.
- Фиг. 9 — 11. *Encrinurus balticus* Männil, 1978. 9 — кранидий, Тр 1998, х4, скв. Колка, 428,8 м; 10 — пигидий, Тр 2872, х4, скв. Колка 440,9 м; 11 — отпечаток пигидия, Тр 2757б, х3, скв. Колка, 434,5 м.
- Фиг. 12. *Syphoproetus insterianus* Schrank, 1972. Спинной щит, Тр 2580, х6, скв. Охесааре, 268,8 м.
- Фиг. 13 — 14. *Syphoproetus latifrontalis* Schrank, 1972. 13 — кранидий, Тр 2843а, х6, скв. Колка, 457,1 м; 14 — пигидий, Тр 2842б, х6, скв. Колка, 457,7 м.
- Фигуры 7, 9 и 11 приведены по ранней работе автора (Мянниль, 1978).

Таблица VI

- Фиг. 1 — 9. Трилобиты сообщества *Calymene orthomarginata*.
- Фиг. 1, 2. *Dalmanites punctum* Schrank, 1972. 1 — пигидий и задняя часть торакса,

- Тг 2578, x2, скв. Колка, 483,6 м; 2 — пигидий молодой особи, Тг
 ✓ 2573, x2, скв. Колка, 483 м.
 Фиг. 3 — 5. *Calymene mimaspera* Schrank, 1970. 3 — кранидий, Тг 2667, x2,5, скв.
 Рухну, 433,3 м; 4 — пигидий, Тг 2666, x2,5, скв. Рухну, 434,8 м; 5 —
 кранидий, Тг 2874, x2, скв. Овиши, 654 м.
 Фиг. 6 — 9. *Calymene orthomarginata* Schrank, 1970. 6 — кранидий, Тг 2587, x2,5,
 скв. Колка, 521,7 м; 7 — пигидий, Тг 2641, x2,5, скв. Колка, 518,9 м;
 8 — кранидий, Тг 2875, x2, скв. Овиши, 631,5 м; 9 — темно-серые гли-
 нистые мергели с остатками граптолоидей и кранидием *Calymene ort-*
homarginata, Тг 2866, x1,1, скв. Овиши, 633,5 м.
 Фиг. 10. Темно-серые глинистые мергели с остатками *Calymene latigenata*, Тг
 ✓ 2867, x1, скв. Вентспилс, 855,4 м, лландовери.

Приведенные в таблицах VII — X фотографии конодонтов сделаны двумя способами: сканирующим микроскопом MSN-2 "Akashi" /невырезанные конодонты/ и обычным микроскопом, когда объекты находились в спирте /вырезанные конодонты/. Первые снимки выполнены Е. Клиновым, вторые — У. Веске.

Таблица VII

- Фиг. 1 — 15. *Ctenognathodus murchisoni* (Pander),
 спатогнатодусовый элемент Pb. Обн. Везику.

Таблица VIII

- Фиг. 1, 2, 4. *Ctenognathodus murchisoni* (Pander).
 1 — базальное заполнение; 2, 4 — спатогнатодусовый элемент Pb.
 1, 2, — обн. Везику, 4 — обн. Созгинина.
 Фиг. 3. *Spathognathodus* sp. S, элемент Pb. Обн. Созгинина.
 Фиг. 5. *Spathognathodus* sp., элемент Pb. Скв. Охесваре, 149,5 м. 1, 2, 3, 4, 5 —
 вид сбоку; 1а — вид сверху; 2а, 3а, 4а, 5а — вид со стороны базальной
 полости.

Таблица IX

- Фиг. 1 — 12. *Ctenognathodus murchisoni* (Pander).
 1 — 4 — озаркодиновый элемент Pa, 5 — 8 — неоприониодусовый эле-
 мент M; 9 — 12 — лигонодиновый элемент Sc. Обн. Везику.

Таблица X

- Фиг. 1 — 9. *Ctenognathodus murchisoni* (Pander).
 1, 3 — 5 — лонходиновый элемент Sb; 2, 6 — 8 — трихоноделловый эле-
 мент Sa; 9 — лигонодиновый элемент Sc. Обн. Везику.
 Фиг. 10 — 12, 15, 18. *Ozarkodina excavata* (Branson et Mehl). 10, 11 — неоприониодусо-
 вый элемент M; 12 — трихоноделловый элемент Sa; 15 — спатогнато-
 дусовый элемент Pb; 18 — плектоспатодусовый элемент Sb; 10 — 12 — обн.
 Везику; 15, 18 — обн. Лавази.
 Фиг. 13, 14, 16, 17, 19. *Ozarkodina confluens* (Branson et Mehl).
 13 — озаркодиновый элемент Pa; 14 — спатогнатодусовый элемент Pb;
 16 — неоприониодусовый элемент M; 17 — плектоспатодусовый эле-
 мент Sb; 19 — хиндеоделловый элемент Sc. Обн. Лавази.

Таблица XI

- Фиг. 1 — 3. *Conochitina proboscifera* Eisenack.
 x 135, 1 — экз. Ch 102/1963, скв. Охесваре, 342,2 м;

- 2 — экз. Ch 99/1542, скв. Кипи, 136,85 м;
 3 — экз. Ch 101/1542, скв. Кипи, 136,85 м.
- Фиг. 4. *Desmochitina densa* Eisenack.
 x 250, экз. Ch 100/9252, скв. Пулли, 37,25 м.
- Фиг. 5. *Conochitina visbyensis* Laufeld.
 x 460, экз. Ch 103/9188, скв. Тылла, 126,10 м.
- Фиг. 6, 7. *Angochitina longicollis* Eisenack.
 6 — экз. Ch 105/9267, скв. Пулли, 20,7 м. x 310;
 7 — экз. Ch 106/1735, скв. Рухну, 456,15 м. x 2040.
- Фиг. 8. *Conochitina emmastensis* Nestor.
 x 250, экз. Ch 104/1734, скв. Рухну, 457,45 м.

Таблица XII

- Фиг. 1. *Margachitina margaritana* (Eisenack).
 x 460, экз. Ch 107/1571, скв. Охесааре, 300,7 м.
- Фиг. 2. *Pterochitina macroptera* Eisenack.
 x 250, экз. Ch 108/9269, скв. Пулли, 17,70 м.
- Фиг. 3 — 4. *Eisenackitina dolioliformis* Умнова.
 x 460, скв. Тылла, 126,10 — 40 м;
 3 — экз. Ch 109/9188;
 4 — экз. Ch 110/9188, базальная часть везикулы.
- Фиг. 5. *Gotlandochitina angusta* Nestor.
 x 250, экз. Ch 111/1736, скв. Рухну, 454,05 м. *Ch 111 Col 2A-3*
- Фиг. 6. *Gotlandochitina ruhnuensis* Nestor.
 x 440, экз. Ch 112/9188, скв. Тылла, 126,10 — 40 м.
- Фиг. 7. *Ancyrochitina cf. ansarviensis* Laufeld.
 x 440, экз. Ch 114/1734, скв. Рухну, 457,45 м.

Таблица XIII

- Фиг. 1. *Ancyrochitina magna* Nestor.
 x 460, экз. Ch 115/1398, скв. Варбла, 135,1 м.
- Фиг. 2. *Gotlandochitina magnifica* Nestor.
 x 460, экз. Ch 113/1736, скв. Рухну, 454,05 м.
- Фиг. 3. *Ancyrochitina* sp. a.
 x 460, экз. Ch 116/1736, скв. Рухну, 454,05 м.
- Фиг. 4. *Ancyrochitina primitiva* Eisenack.
 x 460, экз. Ch 117/9279, скв. Пулли 1, 14,2 м.

Таблица XIV

- Фиг. 1. *Conochitina aff. flamma* Laufeld.
 x 250, экз. Ch 123/702, скв. Мустьяла, 57,2 м.
- Фиг. 2 — 4. *Conochitina claviformis* Eisenack.
 x 250, 2 — экз. Ch 124/9493, скв. Кихну, 176,8 м;
 3, 4 — скв. Охесааре, 314,46 м: 3 — экз. Ch 125/1945, 4 — экз. Ch 98/1945.
- Фиг. 5. *Desmochitina cf. opaca* Laufeld.
 x 660, экз. Ch 147/9272, скв. Пулли II, 14,2 м.
- Фиг. 6. *Ancyrochitina ancyrae* Eisenack.
 x 460, экз. Ch 118/9218, обн. Парамая.
- Фиг. 7, 8. *Conochitina cf. leptosoma* Laufeld.
 x 135, скв. Охесааре, 305,45 м: 7 — экз. Ch 97/1948, 8 — экз. Ch 126/1948.

Таблица XV

- Фиг. 1. *Conochitina cf. mamilla* Laufeld.
 x 250, экз. Ch 127/9274, скв. Пулли, 10,5 м.

- Фиг. 2. *Conochitina cf. tuba* Eisenack.
х 310, экз. Ch 128/1948, скв. Охесааре, 305,4 м.
- Фиг. 3. *Desmochitina acollaris* Eisenack.
х 660, экз. Ch 148/1828, скв. Рухну, 417,5 м.
- Фиг. 4. *Ancyrochitina* sp. b.
х 660, экз. Ch 119/1828, скв. Рухну, 417,5 м.
- Фиг. 5. *Conochitina* sp., со следами сверления.
Экз. Ch 129/1828, скв. Кихну, 176,8 м: 5а — базальная часть везикулы,
х 250, 5б — деталь стенки, х 1360.
- Фиг. 6. *Margachitina margaritana* (Eisenack).
Аберрантная цепь. Экз. Ch 149/1948, скв. Охесааре, 305,4 м: 6а —
х 135, 6б — деталь нижней части цепи, х 460.

Таблица XVI

- Фиг. 1. *Linochitina cingulata* (Eisenack).
х 440, экз. Ch 151/1952, скв. Охесааре, 294,16 м.
- Фиг. 2,3,7. *Clathrochitina clathrata* Eisenack.
2 — экз. Ch 153/1572, скв. Охесааре, 291,40 м, х 460;
3 — экз. Ch 154/1757, скв. Рухну, 379,0 м, х 660;
7 — экз. Ch 155/1954, скв. Охесааре, 275,40 м, х 2040.
- Фиг. 4. *Gotlandochitina costata* (Umnova).
х 440, экз. Ch 157/1572, скв. Охесааре, 291,30 м.
- Фиг. 5. *Gotlandochitina martinsoni* Laufeld.
х 440, экз. Ch 156/1572, скв. Охесааре, 291,30 м.
- Фиг. 6. *Gotlandochitina cf. valbyttiensis* Laufeld.
х 440, экз. Ch 158/1842, скв. Рухну, 370 м.

Таблица XVII

- Фиг. 1. *Gotlandochitina spinosa* (Eisenack).
х 440, экз. Ch 159/1577, скв. Охесааре, 266,5 м.
- Фиг. 2. *Ancyrochitina* sp. c.
х 440, экз. Ch 120/1768, скв. Рухну, глуб. 347,4 м.
- Фиг. 3. *Linochitina erratica* (Eisenack).
х 250, экз. Ch 152/1959, скв. Охесааре, 245,6 м.
- Фиг. 4,5. *Conochitina lagena* Eisenack.
Скв. Рухну, 361,9 м: 4 — экз. Ch 130/1763, х 250; 5 — экз. Ch
131/1763, х 3500.
- Фиг. 6. *Conochitina argillophila* Laufeld.
х 460, экз. Ch 132/1578, скв. Охесааре, 260,30 м.
- Фиг. 7. *Gotlandochitina gutnica* Laufeld.
х 460, экз. Ch 160/1760, скв. Рухну, 371,5 м.

Таблица XVIII

- Фиг. 1. *Conochitina cf. pachycephala* Eisenack.
х 250, экз. Ch 133/1578, скв. Охесааре, 225,05 м.
- Фиг. 2. *Conochitina tuba* Eisenack.
х 250, экз. Ch 134/1587, скв. Охесааре, 213,50 м.
- Фиг. 3, 4. *Conochitina subcyatha* Nestor.
х 250, 3 — экз. Ch 135/1584, скв. Охесааре, 225,05 м;
4 — экз. Ch 136/1770, скв. Рухну, 341,55.

- Фиг. 5. *Ancyrochitina* sp. d.
х 250, экз. Ch 121/1587, скв. Охесааре, 213,50 м.
- Фиг. 6. *Conochitina* sp., с решетчатой орнаментацией.
Экз. Ch 137/1582, скв. Охесааре; 213,50 м: 6а — х 250, 6б — х 1360.
- Фиг. 7. *Conochitina fortis* Nestor.
х 460, экз. Ch 138/1587, скв. Охесааре, 213,50 м.
- Фиг. 8. *Conochitina linearistriata* Nestor.
х 460, экз. Ch 139/1585, скв. Охесааре, 223,65 м.
- Фиг. 9. *Conochitina* sp. b.
х 460, экз. Ch 140/1591, скв. Охесааре, 202,8 м.

Таблица XIX

- Фиг. 1. *Conochitina claviformis* Eisenack.
х 250, экз. Ch 141/1604, скв. Охесааре, 174,4 м.
- Фиг. 2. *Conochitina* sp. c.
Экз. Ch 142/1599, скв. Охесааре, 185,8 м: 2а — х 250, 2б — х 3500.
- Фиг. 3. *Linochitina* aff. *odiosa* Laufeld.
х 460, экз. Ch 163/1773, скв. Рухну, 333,0 м.
- Фиг. 4. *Conochitina* sp., с просомом.
х 250, экз. Ch 143/1765, скв. Рухну, 356,0 м.
- Фиг. 5. *Gotlandochitina* cf. *spinosa* (Eisenack).
х 440, экз. Ch 161/1602, скв. Охесааре, 174,4 м.
- Фиг. 6. *Ancyrochitina* sp. e.
х 440, экз. Ch 122/1604, скв. Охесааре, 174,4 м.

Таблица XX

- Фиг. 1. *Conochitina* sp. d.
х 135, экз. Ch 144/1608, скв. Охесааре, 161,0 м.
- Фиг. 2. *Conochitina argillophila* Laufeld.
х 310, экз. Ch 145/1609 скв. Охесааре, 161,0 м.
- Фиг. 3. *Conochitina cribrosa* Nestor.
экз. Ch 146/1539, скв. Икла, 185,5 м: 3а — х 310; 3б — х 2040; 3в — х 4900.
- Фиг. 4. *Margachitina margaritana* (Eisenack).
х 460, экз. Ch 150/1604, скв. Охесааре, 174,4 м.
- Фиг. 5. *Gotlandochitina tabernaculifera* Laufeld.
х 660, экз. Ch 162/658, скв. Охесааре, 145,0 м.
- Фиг. 6,7. *Sphaerochitina indecora* Nestor.
6 — экз. Ch 164/650, скв. Охесааре, 169,5 м, х 460;
7 — экз. Ch 164/1876, скв. Рухну, 220,0 м: 7а — х 460, 7б — х 2040.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	5
✓ ГЛАВА 1. Сообщества и биозоны в экостратиграфии (Д. Кальо, Э. Клааманн)	8
✓ ГЛАВА 2. Связь сообществ брахиопод с фациальной зональностью (силур Прибалтики) Д. Кальо, М. Рубель	11
✓ ГЛАВА 3. Сообщества табулят (поздний венлок и лудлов острова Готланд) (Э. Клааманн)	35
✓ ГЛАВА 4. Сообщества трилобитов (венлок Прибалтики) (Рэтт Мянииль)	51
ГЛАВА 5. Мелководный конодонт <i>Ctenognathodus murchisoni</i> (Pander) (поздний венлок Эстонии) (В. Вийра)	63
ГЛАВА 6. Зональные комплексы хитинозой (венлок Эстонии) (В. Нестор)	84
✓ ГЛАВА 7. Биозоны позвоночных (силур Северной Прибалтики) (Т. Мярсс)	97
Заключение	117
Литература	118
Baltimaade siluri kooslused ja biotsoonid. Resüme	123
Communities and biozones in the Baltic Silurian. Summary	123

CONTENTS

Preface	5
Chapter 1. Communities and biozones in ecostratigraphy (D. Kaljo, E. Klaamann)	8
Chapter 2. Relations of brachiopod communities to facial zones (Silurian, East Baltic) (D. Kaljo, M. Rubel)	11
Chapter 3. Tabulate communities (Late Wenlock and Ludlow, Gotland) (E. Klaamann)	35
Chapter 4. Trilobite communities (Wenlock, East Baltic) (Reet Männil)	51
Chapter 5. Shallow-water conodont <i>Ctenognathodus murchisoni</i> (Late Wenlock, Estonia) (V. Viira)	63
Chapter 6. Chitinozoan zonal assemblages (Wenlock, Estonia) (V. Nestor)	84
Chapter 7. Vertebrate biozones (Silurian, East Baltic) (T. Märss)	97
Conclusions	117
Literature	118
Baltimaade siluri kooslused ja biotsoonid. Resüme	123
Communities and biozones in the Baltic Silurian. Summary	123

Институт геологии Академии наук Эстонской ССР
Сообщества и биозоны в силуре Прибалтики
На русском языке с резюме на эстонском и английском языках
Под редакцией Д.Л. Кальо и Э.Р. Клааманна
Редактор И.-Э. Вебер
Художественный редактор Х. Пузанов
Технический редактор К. Куулманн
Корректоры С. Нурм и М.-М. Матси
ИБ № 4331
Сдано в набор 23.04.82
Подписано в печать 20.10.82
МВ- 03774 ξ
Формат бум. 60x90/16
Типографская бумага № 1
Гарнитура univergsum
Офсетная печать
Текст набран в издательстве на наборно-пишущей машине
Усл. печ. л. 8,75 + 1,25 (вклейки)
Усл. кр-отт. 10,00
Уч. изд. л. 10,88
Тираж 800
Заказ № 4479
Цена 1 руб. 90 коп.
Заказное
Издательство "Валгус", 200090 Таллин, Пярнуское шоссе, 10
Типография "Пярнутрюкк", 203600 Пярну, ул. Хаммику 4

СООБЩЕСТВА И БИОЗОНЫ В СИЛУРЕ ПРИБАЛТИКИ

СООБЩЕСТВА
И БИОЗОНЫ
В СИЛУРЕ
ПРИБАЛТИКИ