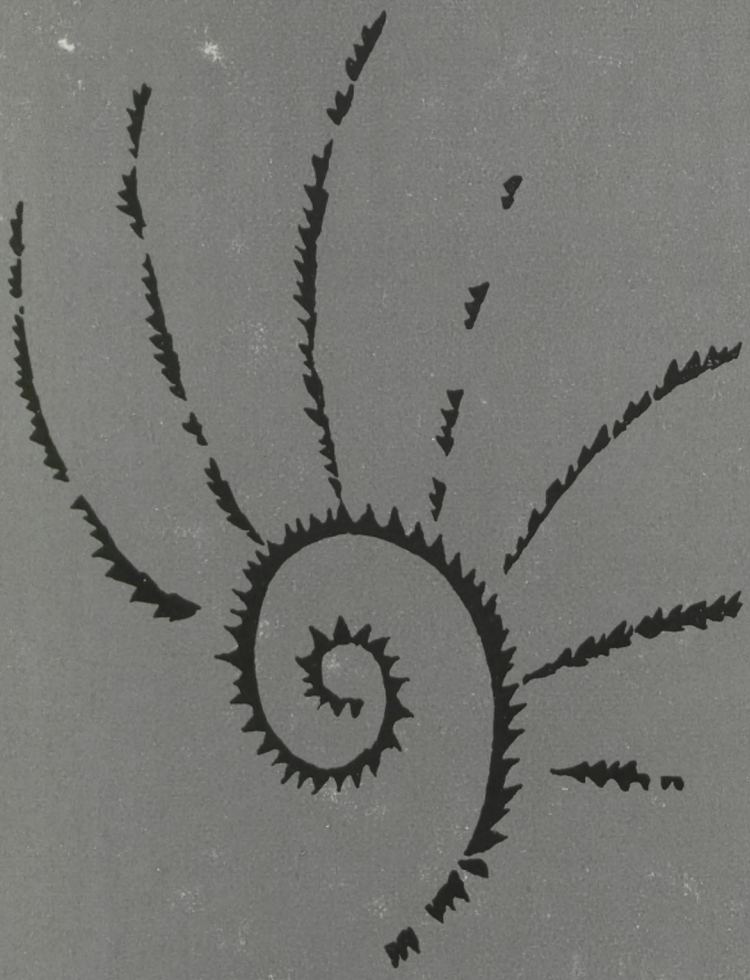


ГРАПТОЛИТЫ И СТРАТИГРАФИЯ

ГРАПТОЛИТЫ
И
СТРАТИГРАФИЯ

ГРАПТОЛИТЫ И СТРАТИГРАФИЯ

ACADEMY OF SCIENCES OF ESTONIAN SSR
INSTITUT OF GEOLOGY

GRAPTOLITES AND STRATIGRAPHY

Edited by D. Kaljo and T. Koren

TALLINN 1976

АКАДЕМИЯ НАУК ЭСТОНСКОЙ ССР
ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИИ

ГРАПТОЛИТЫ И СТРАТИГРАФИЯ

Под редакцией Д. Л. Кальо и Т. Н. Корень

ТАЛЛИН 1976

554
Т 77

Редакционная коллегия:

кандидаты геолого-минералогических наук С. С. Бауков, Х. А. Вийдинг, Д. Л. Кальо (председатель), Э. Р. Клааманн, доктор геолого-минералогических наук Р. М. Мянниль (секретарь), академик АН ЭССР К. К. Орвику, доктор геолого-минералогических наук А. В. Раукас.

Печатается по постановлению
Редакционно-издательского совета
Академии наук Эстонской ССР

РИСО № 1098

АКАДЕМИИ НАУК ЭСТОНСКОЙ ССР.
Институт геологии.

Граптолиты и стратиграфия. Под ред. Д. Л. Кальо и Т. Н. Корень. На русском, английском и эстонском языках. Оформитель А. Месикяпп. Редакционно-издательский совет Академии наук Эстонской ССР, Таллин.

Редактор А. Скворцова. Технический редактор К. Прее.

Сдано в набор 9. IV 1975. Подписано к печати 27. IV 1976. Бумага типографская № 1, 70×108/16. Печатных листов 16,0 + вклейки. Условно-печатных листов 22,40. Учетно-издательских листов 22,62. Тираж 600. МВ-01868. Редакционно-издательский совет АН ЭССР, Таллин, ул. Сакала, 3. Типография им. Х. Хейдеманна, Тарту, Юликооли 17/19. I
№ заказа 1921

Цена 2.46

Г $\frac{20801-000}{M906(16)-76}$ 28—76

© Академия наук Эстонской ССР, 1976

ПРЕДИСЛОВИЕ

Программа геологической корреляции, проводимая Международным союзом геологических наук, ставит своей целью разработку достаточно детальной стратиграфической основы для решения глобальных геологических проблем. Первостепенное значение для достижения этой цели имеют работы в области стратиграфии, в частности зональной стратиграфии, а также повышение точности и надежности биохронологической методики расчленения и корреляции осадочных образований.

Среди множества ископаемых организмов, используемых в целях геологической корреляции, особое место занимают граптолиты.

В настоящем сборнике сосредоточены материалы по палеонтологии граптолитов и их использованию при решении биостратиграфических проблем. Публикация этих материалов должна содействовать проведению исследований по геологической корреляции.

С другой стороны, в современной палеонтологии и, в частности, в науке о граптолитах происходит энергичное развитие новых идей и методов исследования. В граптолитологии кроме биостратиграфических работ наиболее актуальными можно считать работы по пересмотру систематики граптолитов на основе детального изучения их морфологии (в том числе ультраструктуры скелета) методами электронной микроскопии, а также исследования в области палеоэкологии и палеобиогеографии.

В той или иной мере эти направления представлены и в статьях настоящего сборника, отражающих главным образом тенденции граптолитовой биостратиграфии и палеонтологии в СССР. Благодаря сотрудничеству ряда специалистов из других стран здесь в некотрой мере отражены и современные тенденции граптолитологии вообще.

Проблема информации заставляет исследователей искать различные пути обмена знаниями и мнениями, содействовать развитию контактов и взаимному обмену опытом. С этой целью Институтом геологии АН ЭССР и комиссией по граптолитам Научного совета «Пути и закономерности исторического развития животных и растительных организмов» Академии наук СССР был созван Второй коллоквиум по изучению граптолитов Советского Союза. Коллоквиум проходил с 14 по 16 мая 1973 г. в Таллине. В его работе приняли участие почти все активные граптолитологи СССР и 13 зарубежных специалистов. Дополненные и переработанные материалы коллоквиума являются основным ядром настоящего сборника.

Другой итог Таллинского коллоквиума — создание в системе Международной палеонтологической ассоциации рабочей группы по граптолитам. Этим было положено начало регулярному сотрудничеству между специалистами разных стран.

Д. КАЛЬО

PREFACE

The programme of geological correlation carried out by the International Union of Geological Sciences aims at elaborating a sufficiently detailed stratigraphy for solving global geological problems. For attaining this aim, of prime importance are works in the sphere of zonal stratigraphy, as well as an improvement of the accuracy and reability of biochronological methods of the classification and correlation of sedimentary formations.

Among the multitude of fossil organisms used in the geological correlation, a place of particular significance is occupied by the graptolites.

The present volume contains papers on the palaentology of graptolites and their using in the biostratigraphy. The publication of these papers is expected to contribute to researches into geological correlation.

On the other hand, contemporary palaeontology, and research into graptolites in particular, is experiencing an intense development of new ideas and investigation methods. In graptolite studies, apart from biostratigraphical ones, of most topical significance are the works on the revision of the graptolite taxonomy on the basis of a detailed examination of their morphology, including skeletal ultrastructures by scanning electronmicroscopy as well as researches in the paleoecology and palaeobiogeography.

In one or another measure, those trends are represented in the papers of this publication, reflecting mainly the tendencies of graptolite biostratigraphy and palaeontology in the USSR. Thanks to the collaboration of a number of specialists from other countries, some other contemporary tendencies of graptolite studies find a reflexion here, as well.

The problem of information compels researchers to look for various means of exchange of knowledge and opinion, and contribute to the promation of contacts and all-round exchange of experience. With that view, the Institute of Geology at the Academy of Sciences of the Estonian SSR and the Commission on graptolites of the USSR Academy of Sciences convocated the Second Colloquium on the Research into the Graptolites of the Soviet Union, held in Tallinn, May 14—16, 1973. The Colloquium was attended by nearly all of the active graptolite workers of the Soviet Union as well as 13 researchers from other countries. The supplemented and elaborated materials of the Colloquium represent the core of the present volume.

Another issue of the Tallinn Colloquium was the organisation of a working group on graptolites within the framework of the International Palaeontological Association. Thus, a foundation was laid to a regular co-operation between graptolite specialists of different countries.

D. KALJO

БИОСТРАТИГРАФИЯ ОРДОВИКСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ В ЮЖНОМ ТЯНЬ-ШАНЕ ПО ГРАПТОЛИТАМ

З. М. АБДУАЗИМОВА

В южном Тянь-Шане отложения ордовика, охарактеризованные граптолитами, имеют довольно ограниченное распространение. Они представлены разрезами различных типов (терригенным, терригенно-карбонатным, карбонатно-вулканогенно-терригенным), имеющими разнообразную фаунистическую характеристику. Накопление осадков ордовикского возраста происходило в период формирования и развития Южно-Тяньшаньской геосинклинали. Последующие тектонические движения, особенно блоковые перемещения земной коры в этом регионе, привели к тому, что в настоящее время разрез ордовикских отложений представляет собой серию разобщенных выходов.

Количество охарактеризованных граптолитами разрезов ордовика невелико. Обычно они представлены фрагментами разрезов в объеме двух-трех граптолитовых зон.

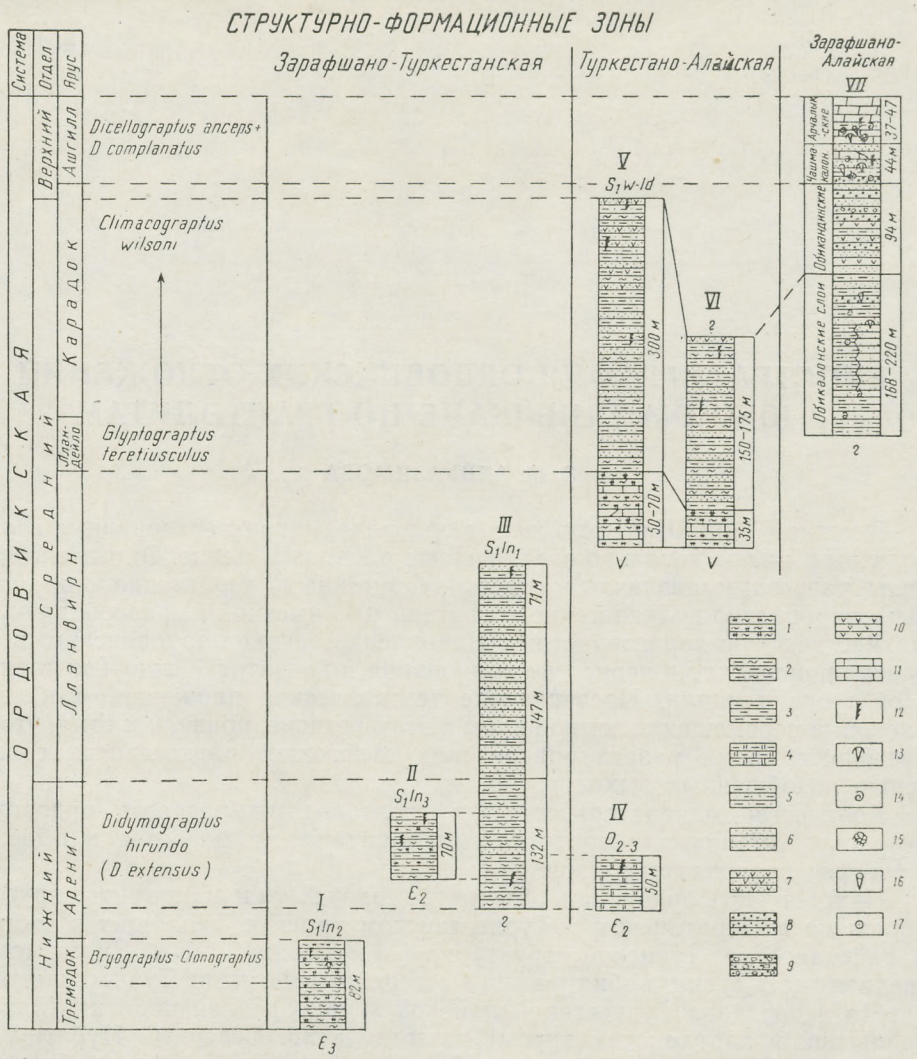
Нижняя часть ордовика в объеме тремадокского и аренигского ярусов обнажена в Нуратинском и Туркестанском хребтах, входящих в состав Зарафшано-Туркестанской структурно-формационной зоны. Кроме того, средняя часть аренига обнаружена в северных предгорьях Туркестанского хребта в пределах Туркестано-Алайской зоны. Средний ордовик (лландейльский и карадокский ярусы) известен в хр. Северный Нуратау, в Букантау и Тамдытау в пределах той же зоны. Верхний ордовик обнажен в Зарафшанском хребте в составе Зарафшано-Алайской зоны (см. рисунок).

Изучение стратиграфии и комплексов органических остатков дало возможность восстановить палеогеографические условия, существовавшие в изучаемом регионе в этот период, провести реконструкцию разреза в его первоначальной последовательности и по комплексам граптолитов установить аналогии восьми граптолитовых зон ордовика — от тремадокского до ашгиллского яруса включительно (см. рисунок).

НИЖНИЙ ОРДОВИК

Тремадокский ярус

Тремадокские образования впервые были выявлены автором совместно с Е. В. Чукаровым, О. А. Старцевым и Д. Я. Ахбером в 1966 г. в хр. Северный Нуратау, в бассейне Нарван (Абдуазимова и др., 1969). Отложения тремадока с видимым согласием залегают на карбонатно-терри-



Сопоставление и расчленение изученных разрезов ордовика Южного Тянь-Шаня.

I — хр. Северный Нуратау (южный склон), басс. сая Нарван; по материалам З. М. Абдуазимовой и Е. В. Чукарова и др. II — хр. Южный Нуратау (г. Каракчатау), пос. Мулла-Маля; по материалам З. М. Абдуазимовой, О. Н. Халецкой и Н. А. Мазаненко. III — Туркестанский хр., басс. Зааминсу, сай Кульсу; по материалам М. М. Посоховой и О. Н. Халецкой. IV — Туркестанский хр. (сев. предгорья), сай Шакуш; по материалам Б. В. Ясковича и Д. А. Старшинина. V — хр. Северный Нуратау (сев. предгорья), басс. саев Иланчи и Асман; по материалам З. М. Абдуазимовой и Е. В. Чукарова. VI — Центральные Кызылкумы, Букантау; по материалам З. М. Абдуазимовой. VII — Зарафшанский хр., ур. Шахриомон; по материалам А. И. Кима, Ю. Н. Апекина и др.

1 — сланцы кварцево-слюдистые; *2* — сланцы слюдисто-глинистые; *3* — аргиллиты и глинистые сланцы; *4* — углисто-кремнистые сланцы; *5* — алевролиты; *6* — песчаники; *7* — туфопесчаники; *8* — гравелиты; *9* — конгломераты; *10* — туфы; *11* — известняки; *12* — граптолиты; *13* — трилобиты; *14* — брахиоподы; *15* — табуляты; *16* — ругозы; *17* — криноидеи.

генных образованиях верхнего кембрия. Верхняя граница их неизвестна: они покрываются по разлому породами среднего лландовери.

Разрез тремадока (82 м) сложен, в основном, темно-серыми сланцами кварц-хлорит-серицитового, глинисто-серицит-кварцевого и глинисто-слюдистого состава, содержащими редкие остатки ракообразных и многочисленных граптолитов, представленных следующими видами: *Clonograptus sarmentosus* (Moberg), *C. tenellus* (Linnarson), *Bryograptus kjerulfi* (Lapworth), *B. patens* Matthew, *Tetragraptus* sp., *Anisograptus* sp., *Didymograptus* sp.

Отложения, содержащие этот комплекс граптолитов, выделены нами в зону *Bryograptus—Clonograptus*. Первые три вида указанного комплекса являются типичными для зоны *Clonograptus—Adelograptus* тремадока Скандинавии и Северной Америки (Erdtmann, 1967). В целом вышеуказанный комплекс может быть сопоставлен с соответствующим комплексом зоны *Anisograptus—Bryograptus* в Казахстане (Цай, 1966).

Аренигский ярус

В 1958 г. в горах Каракчатау (р-н сел. Мулла-Маля) автором был собран *Didymograptus* sp., указывающий на присутствие нижнего ордовика в Южном Нуратау. Последующие дополнительные сборы граптолитов, сделанные О. Н. Халецкой и Н. А. Мазаненко, позволили уточнить возраст граптолитосодержащих пород и отнести их к аренигскому ярусу нижнего ордовика. Аренигские отложения (70 м) в р-не Мулла-Маля обнажаются в тектоническом блоке и не имеют ни нижней, ни верхней границы. Они представлены переслаиванием полимиктовых алевритов и слюдисто-кварцевых, слюдистых сланцев, содержащих комплекс граптолитов, характерный для зоны *Didymograptus hirundo*: *D. abnormis* (Hsu), *D. extensus* (Hall), *D. sparsus* (Hopkinson), *D. affinis* Nicholson.

Виды *Didymograptus extensus D. affinis* известны в Англии в зонах *D. extensus* (средний ареиг) и *D. hirundo* (верхний ареиг), а *D. sparsus* и *D. abnormis* в Англии и Китае встречены в комплексе зоны *D. hirundo*.

Аренигские отложения известны также в западной части Туркестанского хребта, в бассейне р. Зааминсу, где они тоже обнажаются в тектоническом блоке. Все граптолиты здесь были собраны М. М. Посоховой в 1950 г., а затем определены и монографически обработаны О. Н. Халецкой (1962). Наиболее полный разрез находится по саю Кульсу, где ордовикские отложения подразделены М. М. Посоховой на три пачки. Нижняя пачка (132 м) сложена, в основном, темно-серыми аргиллитами с граптолитами: *Tetragraptus immaturus* Hsu, *Didymograptus nitidus* Hall, *D. patulus* Hall, *D. hirundo* Salt., *D. abnormis* Hsu, *D. acutidens* Lapw., *Phyllograptus angustifolius* Hall, *Anisograptus* cf. *flexuosus* Bulm.

D. hirundo является зональным видом одноименной зоны аренига СССР, Англии, Китая и Норвегии, а все остальные вышеуказанные виды, за исключением последнего, в Китае характерны для зоны *D. hirundo*. Однако некоторые из перечисленных видов в различных регионах земного шара имеют более широкое стратиграфическое распространение. Так, *D. nitidus* и *P. angustifolius* в Англии могут встречаться как в зоне *D. extensus*, так и в зоне *D. hirundo*, а в Северной Америке — в зонах *T. fruticosus* и *D protobifidus*; последний даже переходит в лланвирн. Такие виды, как *T. immaturus* и *D. acutidens*, распространены до низов лланвирна включительно. Таким образом, комплекс граптолитов из нижней пачки разреза характерен для зоны *D. hirundo*, но возможно, что в разрезе по саю Кульсу присутствует и нижняя часть лланвирна.

Средняя пачка (147 м) представлена разнозернистыми полимиктовыми рыжевато-серыми песчаниками с редкими прослоями алевритов.

Верхняя пачка (71 м) состоит из переслаивания песчаников и аргиллитов, содержащих редкие *Didymograptus* sp.

Отложения средней части аренига, охарактеризованные граптолитами, впервые обнаружены в 1968 г. Д. А. Старшининым на северных предгорьях Туркестанского хребта по саю Шакуш (ур. Мадыген). В этом районе ранее (Яскович, 1959) были известны только среднеордовикские отложения, представленные песчаниками и сланцами с вулканогенными образованиями и линзами битуминозных известняков с трилобитами среднего-верхнего ордовика. Аренигские отложения здесь обнажаются в блоковой структуре и представлены темными плитчатыми и углисто-кремнистыми сланцами общей мощностью 50 м. Аргиллиты содержат комплекс граптолитов: *Tetragraptus amii* Lapworth, *T. quadribrachiatus* (Hall), sp., *Didymograptus protobifidus* Elles, *D.* sp., *Isograptus* sp.

В северной Америке указанные граптолиты почти полностью встречаются в зоне *D. protobifidus* среднего аренига. Некоторые виды в других регионах имеют более широкое вертикальное распространение. Так, *T. amii* в Англии известен в зоне *D. extensus* (средний аренигг), а *T. quadribrachiatus* распространен от нижнего до верхнего аренига (от зоны *Dichograptus* до *Didymograptus hirundo* включительно) (Elles et Wood, 1902). Вполне возможно, что в разрезе по саю Шакуш обнажаются и более древние отложения, сопоставляемые с зоной *D. extensus*.

СРЕДНИЙ ОРДОВИК

Лландейльский и карадокский ярусы

Среднеордовикские отложения, охарактеризованные граптолитами, впервые были обнаружены автором совместно с Е. В. Чураковым в 1966 г. в северных предгорьях хр. Северный Нуратау (Абдуазимова и др., 1969). Аналогичные образования установлены также И. А. Пономаренко и др. в 1972 г. в Центральных Кызылкумах — в Тамдытау и нами в 1973 г. в Букантау. Верхняя и нижняя границы этого разреза неизвестны.

Наиболее полный разрез среднего ордовика известен в Северном Нуратау, в составе сложнодислоцированной терригенной толщи, внутри которой по разрывным нарушениям обнажаются кремнистые, доломитовые и известняковые образования силура (?) и допалеозоя. Разрез среднего ордовика (до 350 м) сложен пачками полимиктовых с примесью вулканогенного материала разнозернистых алевролитов, мелкозернистых песчаников зеленовато-серого и желто-зеленого цвета, переслаивающимися с алевритовыми глинисто-слюдистыми, кварцево-глинисто-слюдистыми сланцами темно-серого, серого, зеленого, желтого цвета, содержащими редкие прослои доломитизированных известняков. В нижней части разреза преобладают сланцы, в верхней — алевролиты и песчаники. Песчаники и алевролиты низов верхней части разреза содержат многочисленные остатки граптолитов: *Glyptograptus teretiusculus* (Hisinger), *G. euglyphus* (Lapworth), *G.* ex gr. *dentatus* (Brongniarth), *Climacograptus* sp., свидетельствующие о присутствии зоны *G. teretiusculus* в Южном Тянь-Шане.

Вид *G. teretiusculus* известен в Англии из отложений лландейло и нижней части карадока — от зоны *G. teretiusculus* до зоны *C. wilsoni*. В Северной Америке этот вид распространен в зоне *G. teretiusculus*, *N. gracilis*, *C. bicornis*, а на Таймыре он найден в зоне *N. gracilis*. *Glyptograptus*

euglyphus обычно находят совместно с *G. teretiusculus* примерно в тех же стратиграфических интервалах.

Стратиграфически выше комплекс граптолитов представлен многочисленными *Amplexograptus perexcavatus* (Lapworth), *A. fallax* (Bulman), *A.* sp., а также *Climacograptus* sp., *Paraclimacograptus* sp., позволяющими датировать возраст вмещающих их отложений как ранний-средний карадок до зоны *C. wilsoni* включительно.

Amplexograptus perexcavatus в Англии и Марокко встречается в лландейло и карадоке (за исключением зоны *P. linearis*). В Северной Америке и на Таймыре он известен в зоне *C. peltifer*, *A. fallax*, в Америке найден совместно с *A. perexcavatus* в карадоке, примерно на уровне зоны *C. wilsoni*.

ВЕРХНИЙ ОРДОВИК

В Южном Тянь-Шане известно только одно местонахождение граптолитов верхнего ордовика — в Зарафшанском хребте, где граптолиты собирались М. В. Ериной, А. И. Кимом и Ю. Н. Апекиным в 1968—1969 гг. из отложений опорного разреза среднего-верхнего ордовика ур. Шахриомон.

В этом регионе широко развиты средне- и верхнеордовикские отложения, охарактеризованные богатейшим комплексом органических остатков, представленных строматопороидеями, ругозами, табулятами, гелиолитидами, брахиоподами, остракодами, трилобитами, иглокожими, водорослями, пелециподами и граптолитами. Главную роль здесь играют типично «раковинные» группы. Остатки граптолитов, найденные в верхней части разреза, встречаются в единичных экземплярах и обычно имеют очень плохую сохранность.

Верхнеордовикские отложения здесь А. И. Кимом, Ю. П. Апенкиным и другими исследователями подразделены на обикандинские, чашмакалонские, арчалыкские слои и представлены в опорном разрезе (снизу вверх; см. рисунок).

1. Обикандинские слои (94 м) — переслаивание кварцевых, реже полимиктовых песчаников, гравелитов, конгломератов, конгломерато-брекчий. Встречаются прослои алевролитов, туфов, туфопесчаников и кварцевых порфиров.

2. Чашмакалонские слои (44 м) — переслаивание охристых песчаников и буроватых алевролитов. В нижней части встречаются редкие прослои гравелитов, в верхней — органогенно-детритовые известняки.

Эта часть разреза содержит разнообразный и многочисленный комплекс органических остатков: ругозы, табуляты, брахиоподы, трилобиты, криноидеи. Совместно с ними найдены единичные экземпляры граптолитов — *Glyptograptus* sp., *Lasiograptus* (?) *tardus* Sob. Последний впервые описан Р. Ф. Соболевской из ашгилла (зона *Dicellograptus ornatus* — *Climacograptus supernus*) Колымского массива.

3. Арчалыкские слои (32—47 м). В нижней части залегают известняки органогенные алевритовые и песчанистые с прослоями известковых алевролитов. В известняках встречаются табуляты, гелиолитиды, ругозы, брахиоподы, в известковых алевролитах — *Lasiograptus* (?) *tardus* Sob. Выше залегают доломиты пепельно-серого цвета. На арчалыкских слоях согласно залегают органогенные известняки лландовери.

Анализ биостратиграфического и литологического материала показал, что в Южно-Тяньшаньском ордовикском бассейне можно выделить три различные литолого-фациальные области, каждая из которых характеризуется специфическими особенностями: различными глубиной, расстоя-

нием от континента, рельефом дна, а главное, разными условиями обитания и распределения организмов.

1. Прибрежно-мелководная область характеризуется разнозернистыми терригенными отложениями (песчаники, алевролиты, сланцы) с многочисленными волноприбойными знаками, оплывинами, механоглифами и т. д. В этой области распространены только граптолиты (разрез среднего ордовика в Северном Нуратау, в Иланчи-сае — Туркестано-Алайская структурно-формационная зона).

2. Открыто-морская область представлена тонкозернистыми терригенными образованиями (сланцы, аргиллиты, реже алевролиты), содержащими, главным образом, остатки граптолитов, очень редко трилобитов и ракообразных (разрез нижнего ордовика в Южном и Северном Нуратау — Зарафшано-Туркестанская зона; северные предгорья Туркестанского хребта, сай Шакуш — Туркестано-Алайская структурно-формационная зона).

3. Умеренно-мелководная область характеризуется терригенно-карбонатными и илистыми образованиями (известняки, песчаники, алевролиты с многочисленным и разнообразным комплексом органических остатков, из которых преобладают, в основном, строматопороидеи, ругозы, табуляты, гелиолитиды, брахиоподы, остракоды, трилобиты, криноидеи, водоросли. Очень редко встречаются граптолиты (разрез верхнего ордовика в ур. Шахриомон — Зарафшано-Алайская структурно-формационная зона).

На основе изученного материала выявлено также, что в площадном распределении литолого-фациальных зон или областей большое значение имели тектонические условия региона. В Южном Тянь-Шане эти условия значительно более сложные, чем в платформенных районах, и поэтому соотношения отдельных фациальных зон отличаются от их распределения, например, на Русской платформе (см. Кальо, 1972). Кроме того, отличия обусловлены более широким распространением прибрежных терригенных отложений, придающих распределению фации специфичный характер.

ЛИТЕРАТУРА

Абдуазимова З. М., Ахбер Д. Я., Старцев О. Я., Чукаров Е. В. Первые находки ордовикских граптолитов в Северном Нуратау (Южный Тянь-Шань). — «Докл. АН СССР», 1969, т. 187, № 5, с. 1115—1116.

Кальо Д. Л. Фациальный контроль распространения фауны в силурийском бассейне Прибалтики. Межд. геол. конгресс, XXIV сессия. Докл. сов. геол. Палеонтология. М., «Наука». 1972, с. 15—19.

Халецкая О. Н. Граптолиты ордовика западной части Туркестанского хребта. — В кн.: Стратиграфия и палеонтология Узбекистана и сопредельных районов. Кн. I. Ташкент, 1962, с. 41—47.

Цай Д. Т. Граптолитовые комплексы раннего ордовика и лланвирна Центрального Казахстана. — «Изв. АН КазССР. Серия геол.», 1969, № 6, с. 23—34.

Яскович Б. В. Новые данные об ордовике Юго-Западного Тянь-Шаня. — «Узб. геол. журнал», 1959, № 1.

Elles G. L., Wood E. M. R. A monograph of British graptolites. Paleontogr. Soc. London, 1902, p. 55—102.

Erdtmann B. D. A new fauna of Early Ordovician graptolites from St. Michel, Quebec. — «Canad. J. Earth Sci.», 1967, vol. 4, p. 335—355.

Трест «Ташкентгеология». Ташкент

GRAPTOLITE BIOSTRATIGRAPHY OF ORDOVICIAN OF SOUTHERN TIEN SHAN

Z. ABDUAZIMOVA

Summary

Ordovician graptolite-containing sedimentary rocks of Southern Tien Shan outcrop in separate areas in Bukantau (center of Kyzylkum) and Nuratau, the mountain ranges of Turkestan and Zarafshan. On the basis of graptolites it proved possible for the first time to determine the actual order of the beds in the sequence. As a result 8 graptolite zones were identified: *Bryograptus—Clonograptus, Didymograptus hirundo, Glyptograptus teretiusculus, Nemagraptus gracilis, Climacograptus peltifer, C. wilsoni, Dicellograptus complanatus — D. anceps.*

According to the fauna and lithology the three lithological-facial belts were established: 1 — shallow near-shore sea, 2 — shallow off-shore sea, 3 — off-sea.

LÕUNA-TJAN-ŠANI ORDOVIITSIUMI BIOSTRATIGRAAFIA JA LIIGESTUS GRAPTOLIITIDE PÕHJAL

Z. ABDUAZIMOVA

Resümee

Lõuna-Tjan-Šani ordoviitsiumi graptoliite sisaldavad settekivimid levivad eraldi avamusaladena Bukantaus (Kõzõlkumi keskosa) ja Nuratau, Turkestani ning Zarafšani mäeahelikus. Graptoliitide alusel oli võimalik esmakordselt Lääne-Usbekistanis kindlaks teha kihtide tõeline järjekord läbilõikes. Tuvastati 8 graptoliiditsooni esinemine: *Bryograptus—Clonograptus* tremadokis, *Didymograptus hirundo* ärenigis, *Glyptograptus teretiusculus* ländeilos, *Nemagraptus gracilis, Climacograptus peltifer* ja *C. wilsoni* karadokis, *Dicellograptus complanatus, D. anceps* äšgillis. Fauna ja litoloogia põhjal eraldati välja kolm litoloogilis-fatsiaalset vööndit: 1 — rannalähedane madalmeri, 2 — rannakauge madalmeri, 3 — avameri.

SOME NOTES ON THE PHYLOGENY AND TAXONOMY OF GRAPTOLITES

B. BOUČEK

Graptolites form a group very suitable for a detailed study of the laws of phylogenetic evolution. In the first place, the advantages consist of an easy availability of the material, the quantity of individuals, furthermore, the possibility of studying the occurrences and the variations of species in time succession in the sequence of beds. In addition, there is a further favourable factor, i. e. the rapid evoluiton of graptolites which makes it possible to follow up distinct phylogenic changes during much shorter intervals.

The rhabdosomes of graptolites, relatively simply built, display a certain limited number of morphological features which, however, can be easily correlated and mesured.

A purely formal approach, based on a simple correlation of certain features led to seeking close relation in the taxa which, in fact, do not belong directly to each other and are members of various lines of evolution.

In the case of the Lower Ordovician graptolites, the basic number of stipes was used as a criterion for correlation. For instance, such a case was the assignment of species with four stipes to the comprehensive genus *Tetragraptus,* irrespective of the fact that they are of quite a different origin; today, they are divided into species showing pendent rhabdosomes e. g. *Pendeograptus,* and horizontal lying rhabdosomes e. g. *Eotetragraptus,* or reclined rhabdosomes as in *Tetragraptus* (sensu stricto).

In garptolites there is still another way of study possible. I mean the changes in the entire colonies, all individuals and their mode of growth and development, designated as astogeny.

The evolution from primarily monoserial polyramous graptolites to the biramous ones is the first basic process. The direction of stipe growth changes gradually; the number of stipes alters too, particularly as to the reduction to two or even a single branch. The position of the stipes and of the whole rhabdosome in relation to the sicula — horizontal or pendent forms — also changes. Only the form of thecae remained more or less constant. The astogenic mode of development of the first few thecae also changed during the interval from the bifidus to the isograptus stage. The form of thecae, however, is little affected and a certain

elaboration of thecae can be observed in some lineages only. The entire evolution was based on the interferences of the trends due to the development of individual features and their different combinations. Some of the lineages were more successful than the others which remained retarded in evolution and wich consequently died out earlier.

These changes continued during the Ordovician in another basic process which led from the monoserial biramous types to the scandent biserial monoramous ones ("diplograptus" type). There were several possible ways. Some of them could be realized by gradual inclination of the stipes that bend more and more towards each other until they meet at their top. The stages of such a development (anagenesis) are represented by the genera *Dicranograptus, Cardiograptus, Phyllograptus, Cryptograptus,* etc. They do not, however, seem to lead to true diplograptids.

Several lineages seem to be involved, wich proved only to be less successful, and sooner or later died out. The new prosperous evolutionary trends developed during the rapid changes in the orientation of the first 4—5 thecae in the course of the early stages of astogenic development of rhabdosomes. This occurred during the Arenig, probably independently in different lineages. Such a rapid transition took place again, and several times, in the later Ordovician and perhaps at the beginning of the Silurian. This resulted in a great number of diplograptid types of similar appearance. In reality, diplograptis are a vast, complex polyphyletic group in which particular lineages are difficult to be distinguished.

It is very significant, that different astogenetic stages have never been proposed as a basis for classification of the diplograptids, what surely represents a good reserve for the further improvement of their classification (Bulman, 1970, p. 109).

The same can be said about the youngest evolutionary process, the transition from biserial to the scandent monoramous and monoserial type ("monograptus" stage). This process is of course only a part of the large single, but very complex evolutionary process in the geologic history of the graptolites beginning with pendent or horizontal dichograptids in Early Ordovician. The picture is not clear, as the single dimorphograptid stages are not true transitional forms, but end-products of several unsuccessful lines, wich stopped in their evolution and prematurely died out. Significant is the different form of thecae in their monoserial parts and the quite sudden apparition of several monograptids in the Silurian with very elaborated thecae in the earliest astogenetic stages (as *Rastrites* or *Demirastrites*). This all proves without doubt the polyphyletic origin of the Monograptina.

The mode of budding of the individuals within the astogenic plan of the rhabdosomes as well as the arrangement of thecae, varied according to a certain system and order. In this way, all the chief trends of the historical evolution of graptolites were substantially influenced. It, however, must be always stressed that these changes did not occur everywhere at the same time and not with the same rate. Some species in surviving simpler representatives began to develop further after a long lapse of time and in this way to «repeat» seemingly another development which elsewhere was already terminated (heterochronous homeomorphy). This possibility, or in certain cases even facts, were for a long time disregarded or omitted in papers on graptolites.

The mode of development of the proximal part is an important taxonomical feature but, unfortunately, is visible only on especially well

preserved specimens. For instance, *Didymograptus minutus minutus* Törnquist of Arenig age underwent another mode of development than its younger descendent from the Llanvirn. This form, in which for the first time such a mode of development was established by O. M. B. Bulman shows a more advanced mode of development (so called minutus stage) approaching the extensus stage of development. The earlier form of Arenig age, however, shows a still more primitive development stage, i. e. the bifidus stage of development. In this way, it was possible to distinguish two independent, phyletically related, but different taxa, although they are congruent in the general exterior appearance of their rhabdosomes.

The same was demonstrated on the example of the individuals of *Pseudoclimacograptus scharenbergi* (Lapw.), among which those of Llandeilo and Caradoc in their external features very much resemble that of the Llanvirn, but their first thecae budding form the sicula underwent a different development.

It has already been expressed by V. Jaanusson (1964) that analogous stages of the development of the proximal end may arise by selection from different developmental trends: "If this is correct, the constitution of the proximal end in Didymograptina was of a clear selective value, which may result in similar solutions in the construction of the proximal end in different, unrelated phylogenetic lineages".

From this, the conclusion can be drawn, important for the taxonomy, that the same mode of development of proximal thecae from the sicula apeared in varied lineages and that, therefore, such homeomorphic species cannot be regarded as related ones.

In the recent literature on graptolites, attempts are often made to range the related species into evolutionary lines. This procedure is mostly only speculative and obviously often artificial.

In graptolites as in many other groups of fossil organisms, there exists on evolutional tendency to increase the size of the thecae and the rhabdosomes during the phylogeny. Examples are fairly frequent in the Ordovician as well in the Silurian.

In the Ordovician for example the V-bent Corymbograpti begin with smaller forms (*Corymbograptus deflexus, C. uniformis*) and die out with robust *Corymbograptus retroflexus* at the beginning of the Llanvirn.

Similarly, in the Upper Llanwirn, the youngest species of *Didymograptus* (sensu stricto) are the largest ones (as *Didymograptus clavulus* or *D. amplus* in the *murchisoni* line). Here, in both cases, a marked prolongation of thecae developed simultaneously.

In the Silurian the largest species of *Rastrites* history are the youngest ones, as *Rastrites maximus* or *R. carnicus*. A similar case is with the developmental line of *Spirograptus turriculatus minor — S. turriculatus* or *Oktavites contortus — O. spiralis*.

Very good exemples are also with *Monograptus, Pristiograptus* and *Colonograptus*. Here, the «giant forms» occur in very different horizons and clearly are not related. At different time levels lateral branches separated from the main evolutionary line, which became extinct very soon.

Let us now pay attention to V. Jaanusson's (1960) observation of a secondary deposition of cortical matrix, the increase of thecae and broadening of stipes *in Didymograptus pakrianus* Jaan. According to V. Jaanusson, the growth of the earlier thecae does not cease immediately with the forming of new thecae; in this way, the rhabdosome becomes not only longer but also broader. The author of this paper checked up Jaanusson's

observations, but on the Bohemian Ordovician material (e. g. the numerous specimens of *D. clavulus* or *D. pseudogeminus*) he could not find any safe evidence of this. He does not exclude the possibility of the existence of this phenomenon in certain cases, but does not venture to go too far as to generalize and to deny in this way the so far well proved criterion of "size of rhabdosome and stipes" in the taxonomical differentiation of species and subspecies. The "mature specimens" are well known in most graptolites and the cause of their existence can be seen in certain particularly favourable circumstances of life environment and possibly also some exceptional individual properties of the respective graptolites. It seems that in the case given by Jaanusson, the increase in size may be due to a secondary deposition of cortical matrix.

Allow me to consider the problem of *Didymograptus bifidus* and of the position and correlation of the *D. bifidus* Zone.

Didymograptus bifidus is a very common and well know species. But it seems that not all places and countries the bifidus-like forms occurred at the same levels and in a stratigraphically equal position. The are known from beds equivalent to Arenig and Lower Llanvirn.

As a consequence of these difficulties,two essentially different opinions appeared concerning the correlation of the European and North American Arenig and Llanvirn (see table). One was introduced by W. B. N. Berry (1960, 1968), the other is maintained by D. Skevington (1963, 1968) and others.

Table

Correlation of the British and North American Lower Ordovician graptolite zones according D. Skevington and W. B. Berry

<table>
<tr><th rowspan="2">Series</th><th rowspan="2">British Isles</th><th colspan="2">North America</th></tr>
<tr><th>D. Skevington (1968)</th><th>W. B. N. Berry (1968)</th></tr>
<tr><td>Llandeilo</td><td>Glyptograptus teretiusculus</td><td>Nemagraptus, Dicellograptus</td><td>Glyptograptus teretiusculus</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Llanvirn</td><td>Didymograptus murchisoni</td><td>Glyptograptus teretiusculus</td><td>Paraglossograptus etheridgei</td></tr>
<tr><td>Didymograptus bifidus</td><td rowspan="2">Paraglossograptus etheridgei</td><td>Isograptus caduceus</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Arenig</td><td>Expansograptus hirundo</td><td>Didymograptus bifidus</td></tr>
<tr><td>Isograptus gibberulus</td><td rowspan="2">Isograptus caduceus</td><td>Didymograptus protobifidus</td></tr>
<tr><td>Expansograptus nitidus</td><td>Didymograptus bifidus
Didymograptus protobifidus</td><td rowspan="2">Pendeograptus fruticosus (3 branches)</td></tr>
<tr><td>Corymbograptus deflexus</td><td>Pendeograptus { fruticosus (3 branches) / fruticosus (4 branches)</td></tr>
<tr><td></td><td>Paratetragraptus approximatus</td><td>Paratetragraptus approximatus</td></tr>
<tr><td>Tremadoc</td><td>Anisograptidae</td><td>Anisograptidae</td><td>Anisograptidae</td></tr>
</table>

W. B. N. Berry saw the main point in the fact that in North America biserial scandent graptolites (Diplograptina) appear stratigraphically above the complex of dichograptid graptolites, while in the British Isles they occur together with the latter in the *I. giberrulus* Subzone. In Britain two or three different lineages of diplograptids appear suddenly. In Berry's opinion, biserial scandent graptolites appeared therefore for the first time much earlier in Britain than in North America.

D. Skevington (1963), contrary to the above mentioned opinion, drew the conclusion that the evolution of biserial scandent graptolites in the British Isles is comparable with that in America. This opinion can also be supported by a similar development of the shelly fauna of both these provinces (Skevington, 1968, p. 1259). The first biserial forms did not appear in the British Isles as W. B. N. Berry assumed (Jackson, 1962), but their incoming is a gradual one in North America as well as in the British Isles. The approximate time of the appearance of biserial graptolites can also be confirmed by the Lower Ordovician sequences in Scandinavia. According to D. Skevington, the American *Isograptus* Zone is analogous to the *I. gibberulus* Zone of the British Isles and the lower part of the *D. hirundo* Zone.

In Berry's concept, the basal part of the *Paraglossograptus etheridgei* Zone can be correlated with the upper part of the *D. bifidus* Zone in Britain, and the North American *Isograptus* Zone with its lower part. The American *D. bifidus* Zone and the *D. protobifidus* Zone are in Berry's concept approximately of the same age as the European *D. hirundo* Zone.

Important finds made by L. F. Braithwaite (1970, personal communication) of Arenig and Llanvirn graptolites in the Ordovician of West-Utah have shown the above mentioned problem of correlation and assignment in another light. The above author has discovered in the Ordovician of Utah, the *E. hirundo* Zone (for the first time in North America) overlain by the *D. protobifidus* and *D. bifidus* zones, i. e. a sequence and position of zones corresponding to those in Britain. In addition, Braithwaite has established at a still greater depth, i. e. in a low Arenig below *D. hirundo* Zone a further another complete lineage of pendent didymograptids in the middle of a full development of older dichograptids (tetragraptids, phyllograptids etc.) beginning again with small species of *D. protobifidus* type, and terminating with large forms with long thecae, and ressembling *D. bifidus* in shape and dimensions. This furnished evidence that in the course of the phyletic development of Dichograptidae during the Arenig and Llanwirn, at least two chronologically different lines of pendent Didymograptidae evolved. From these, due to convergence, separate but very similar species developed at various time intervals. It seems to be another important example of an iterative phyletic lineage (Kaufmann, 1933, Sylvester-Bradley, 1959, Henningsmoen, 1964). Such species were almost equal in shape, and difficult to distinguish from each other. Evidently, this can be explained only if the heterochronous homeomorphy is accepted.

In such a case the interpretation of D. Skevington is much more justified, as this author does not separate the evolution of dichograptid graptolites from that of biserial scandent types. Some writers have already suggested the possibility of taxonomic differences of the specimens of *Didymograptus bifidus* wich were described from the Llanvirn of Europe (British Isles, Scandinavia etc.), from earlier American populations (for instance from Arkansas or Texas) or from the Canadian individuals from wich J. Hall chose his types. A direct stratigraphic assignment of Hall's population of Quebec has not been fully proved. Even here an earlier hori-

zon may be involved than that of *D. bifidus* of Britain. Certain differences have already been pointed out by W. B. N. Berry (1962) as well as by the present author (for instance, different lengths of thecae) between the Bohemian specimens, the age of which seems to be a little younger only than of the graptolites in the British Isles, and that of the specimens described by J. Hall from North America.

The rate of evolutsion in the Lower Ordovician graptolites compared with that in the Silurian. Looking carefully at the lists of species which coexist in one special zone, we cannot overlook the fact that in the Early Ordovician the greater part of them pass vertically through several zones. Also, the species determined as index species for a certain zone, are not restricted to that particular zone but pass still higher up or, sometimes, are also reported even from earlier zones.

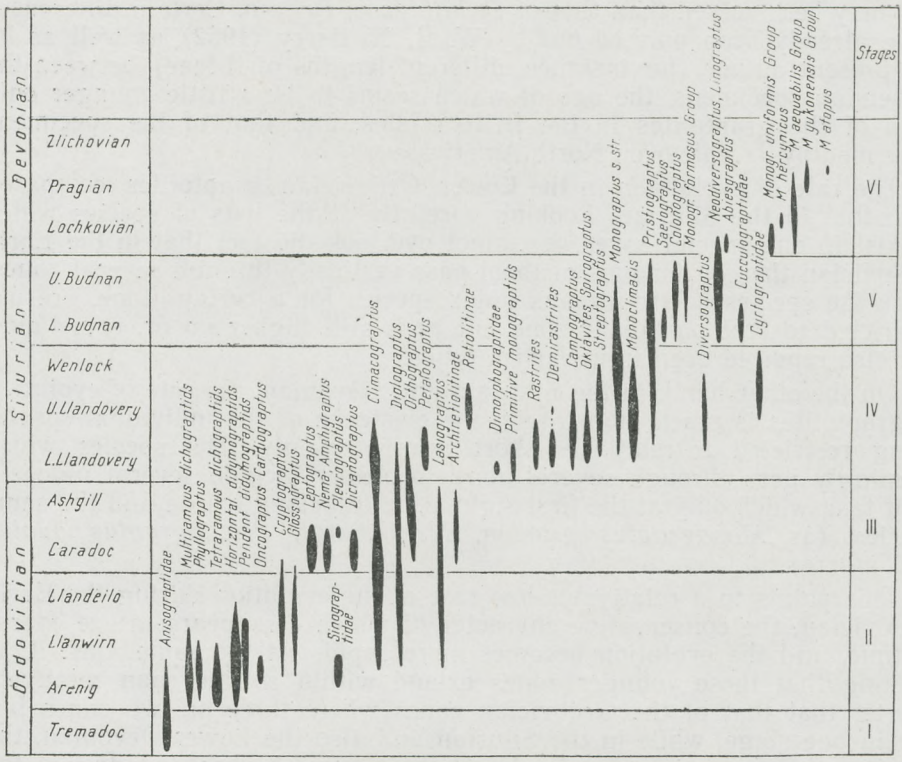
On the other hand, in the Silurian, and Devonian, the rate of evolution of graptolites is much more rapid, the existence of the individual species being restricted to relatively short interwals only. The species which seemingly pass through several zones probably include several independent taxa which only at the first sight seem to belong to one and the same species (as *Monograptus priodon, M. flemingi, Pristiograptus dubius* and others).

This points to a relatively slow rate of the evolution during the Early Ordovician, the conservative character of which disappears in the course of time, and the evolution becomes more rapid. At the same time it is striking that these younger zones extend within a time span relatively shorter that that of the Ordovician zones where three or two zones fall within one stage, while in the Silurian and also the Lower Devonian, the number of zones in a stage is almost three times higher. In addition the time interval of the Ordovician is about 70 millions of years as compared with 20 millions of years for the whole Silurian.

As in other animal groups, the general evolution of graptolites during their history was not regular. It presents a broken line, as at a certain turning point their phyletic development substantially changed. An some boundaries, groups florishing at one time were dying out, while others, more recent, began to develop and quickly filled enclaves vacant after the extinction of earlier species. Such limits usually also correspond to important lithostratigraphic boundaries, and indicate certain palaeogeographical changes bringing about other marked changes of life environment (see Figure). There are six main stages in the geological evolution of the graptolites, I to VI, which are presented on the figure. After the author's opinion the reader does'nt need any further explanation.

At certain boundaries the older groups die out and an "interregnum" sets in characterized by only few other single not specialized species. I mention for example *Pristiograptus dubius* interregnum at the end of Lower Wenlock, *Pristiograptus ludensis* interregnum (*nassa-dubius* interregnum after Jaeger 1959) at the end of the Upper Wenlock and *Colonograptus transgrediens* interregnum at the end of the Pridolian stage.

Then, only after a short interval, new evolutionary lines become manifest. Some individual new lines and branches of a stage, quite without transitional forms. I mention for example the sudden appearance of *Rastrites* and *Demirastrites* at the beginning of the zone of *D. triangulatus, Spirograptus turriculatus* in the Llandovery, and *Monograptus flexilis, Testograptus testis* in the Wenlock or *Monograptus formosus* in the post-Ludlowian.



The six main stages in the geological evolution of the graptolites (I to VI).

It is peculiar that after an interval some specialized forms reappear, such as *Monograptus* ex gr. *formosus,* again at the top of the Pridolian, *Demirastrites* in the zone of *Monoclimacis griestoniensis,* and small forms similar to *Glossograptus* in the same zone, or *Diplograptus* (?) in the Lower Devonian of the Carnic Alps (according to H. Jaeger).

In the Ordovician, the individual zones cannot always be parallelized unequivocally; they also have different names. On the contrary, in Silurian a zone as, for instance, that with *Spirograptus turriculatus* or even in the Devonian, the *Monograptus hercynicus* Zone, are really cosmopolitan. As to the Ordovician, it must still be borne in mind that two or three conspicuous bioprovinces can be distinguished there, in which the evolution of graptolites proceeded in each of them in a more or less isolated environment, each of another type.

We find several basic trend in which evolution was independent, differing from that in another layers (beds) or that occuring at other time intervals. Thus, for instance, there were different basic trends of rhabdosomes growth: those growing horizontally, and others where the stipes branched sideward, and from sicula. All these trends resulted in some rare modifications of the thecal form, and indicate similar but independent stages of astogenic development, as the bifidus, minutus, extensus and other stages.

The evidence of the polyphyletic origin in graptolites with many independent lineages naturally throws some doubt on the correctness of the present day taxonomy of these graptolites. It was belived that the individual stages of development correspond to individual genera. With

respect to our knowledge of the polyphyletic origin of such forms, it is now hardly possible to assign to the same genus all the species having four or two stipes, or again astogenic stages of the same type, since these stage developed along phyletically different evolutionary lines. The distinctive features used in graptolite taxonomy and those applied as criteria in other groups, as for example in brachiopods or trilobites, are not of the same importance because in the former a colony with a marked astogeny is involved, whereas in the latter only one individual is concerned. When classifying graptolites, astogeny alone cannot be used as the only basis, but morphology of thecae, as well as the organization of the whole colony (rhabdosome) must also be respected. The respective organization is hereditary and is therefore taxonomically important.

Some graptolitologists are still of the opinion that it is more correct to formally group together such homeomorphous graptolites. Such practice does not seem to be justified and easily leads to great confusion and inconsequencies in the higher taxa of graptolites several ranks lower than those of practically all other groups of the animal kingdom. It is unnatural to assign all biramous dichograptids under a cumulative, extremely formal generic designation "Didymograptus" (for example also the well defined and distinct genera, as *Atopograptus* Harris, 1926 or *Holmograptus* Kozlowski, 1954). This opinion leads to extremes in monograptids where an enormous number of varied species from the entire Silurian (and even a part of the subsequent Devonian) are simply assigned to *Monograptus* or at most to one of its subgenera. It is impossible to include in one genus species such, as *"Monograptus" triangulatus, "Monograptus" priodon, «Monograptus» dubius* or *«Monograptus" testis,* to name only some examples. It is of interest (and surely inconsequentional that in dichograptid graptolites the generally closely related and simultaneously occurring genera *Trochograptus* Holm, 1881, *Schizigraptus* Nicholson, 1876 and *Hologra ptus* Holm, 1881, are tolerated as independent genera, the differences between them being only the position of the stipes of the third order or their subsequent branching.

In the opinion presented above the author have tried to point out the fact that in the present-day taxonomy of graptolites, in the majority of cases, units in reality higher than species are ranked too low.

The above described considerations suggest some problems and questions which, however, cannot be followed up or solved in this paper and must be dealt with elsewhere on another occasion.

REFERENCES

Berry, W. B. N. Correlation of Ordovician graptolite-bearing sequences. 21. Int. geol. Congr. 1960, pt. 7, p. 97—108.

Berry, W. B. N. Didymograptus bifidus (J. Hall) -its lectotype, description and occurrence. — "J. Paleontol.", 1962, vol. 36. p. 294—300. Menasha.

Berry, W. B. N. British and North American Lower Ordovician Correlation: Reply. — "Geol. Soc. Am. Bull.", 1968, vol. 79, p. 1265—1272.

Bulman, O. M. B. Graptolithina. Treatise on Invertebrate Paleontology, part V, 2nd. ed. University of Kansas, 1970. 163 p.

Elles, G. L., Wood, E. M. R. A Monograph of British Graptolites. Pts. I—XI. Palaeontogr. Soc., Mon. 1901—1918. 539 p.

Henningsmoen, G. Zig-zag evolution. — "Norsk Geol. Tidsskr.", 1964, vol. 44, p. 341—452.

Jackson, D. E. Graptolite zones in the Skiddaw group in Cumberland, England. — "J. Paleontol.", 1962, vol. 32, p. 300—313.

Jaanusson, V. Graptoloids from the Ontikan and Viruan (Ordovician) Limestones of Estonia and Sweden. — In: Bull. Geol. Inst. Univ. Uppsala, 1960, vol. 38, p. 289—366.

Jaanusson, V. Two multiramous graptoloids from the Lower Didymograptus Shale of Scandinavia. — "Geol. Fören. Stockh. Fördhandl.", 1964, vol. 96, p. 413—432.
Jaeger, H. Graptolithen und Stratigraphie des jüngeren Thüringer Silurs. — In: Abh. Deutsch. Akad. Wiss. Berlin (Chem., Geol. Biol.), 1959, Bd 2, 197 S.
Kaufmann, R. Variationsstatistische Untersuchung über die "Artabwandlung" und "Artumbildung" an der oberkambrischen Trilobitengattung Olenus Dalm. — "Abh. Geol. Paleontol Inst. Univ. Greifswald", 1933, Bd 10, S. 1—54.
Skevington, D. A. correlation of Ordovician graptolite bearing sequences. — "Geol. Fören. Stockh. Förhandl.", 1963, vol. 85, p. 298—319.
Skevington, D. British and North American Lower Ordovician Correlation discussion. — "Geol. Soc. Am. Bull", 1968, vol. 79, p. 1259—1264.
Sylvester-Bradley, P. C. Iterative Evolution in fossil oystern. XVth Int. Congr. Zool. 1959, sect. 2 (12), p. 193—196.

Academy of Sciences of Czechoslovakkia. Prague

НЕКОТОРЫЕ ЗАМЕТКИ О ФИЛОГЕНЕЗЕ И ТАКСОНОМИИ ГРАПТОЛИТОВ

Б. БОУЧЕК

Резюме

Сравнение определенных морфологических признаков без учета филогенетических связей при изучении граптолитов очень часто приводит к ошибкам в их определении и классификации. Необходимо также принять во внимание астогению.

У некоторых ордовикских и силурийских граптолитов наблюдается тенденция к увеличению размеров рабдосомы и тек. Отчетливое удлинение тек часто происходит одновременно.

Граптолиты в своем развитии проходят шесть основных стадий (I—VI), смена которых соответствует изменению обстановки и связана с важными стратиграфическими границами.

Отмечается возрастающая во времени скорость эволюции граптолитов. Граптолитовые зоны ордовика по времени более продолжительны и не так многочисленны, как в силуре и девоне.

Доказательство полифилетического происхождения граптолитов открывает новые возможности для современной таксономии и классификации этой группы.

MÕNED MÄRKMED GRAPTOLIITIDE FÜLOGENEESIST JA TAKSONOOMIAST

B. BOUČEK

Resümee

Näidatakse, et graptoliitide uurimisel võib ainult teatud morfoloogilistele tunnustele tähelepanu pööramine, fülogeneesi arvestamata, viia eksitustele. Oluline on silmas pidada astogeneesi ja homeomorfiat. Sageli on fülogeneetilise rea nooremad liikmed kasvult suuremad. *Didymograptus bifidus*'e tsooni probleemi lahendus on nähtavasti kahe väga lähedase fülogeneetilise rea esinemises eri tasemetel. Tõstetakse esile 6 peamist graptoliitide arenemise etappi: tremadok, ärenig-ländeilo, karadok-äšgill, länduover-uenlok, budnan, lokhov-zlihhov. Graptoliiditsoonide arv ja kestus näitavad, et graptoliitide evolutsioon kiirenes aja jooksul. Graptoliitide süstemaatikas on liigist kõrgemad taksoonid astmelt liialt madaldatud.

СТРАТИГРАФИЯ И ГРАПТОЛИТЫ НИЖНЕГО СИЛУРА ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ТУРКЕСТАНСКОГО ХРЕБТА

А. Н. ГОЛИКОВ

Нижнесилурийские образования в западной части Туркестанского хребта имеют исключительно широкое распространение. Ими сложены значительные площади, относящиеся к собственно Туркестанскому хребту, почти весь северный склон и большая часть южного склона горы Чумкар-Тау, а также широкие участки, прилегающие с севера к осевой части гор Мальгузар и с юга — к хребту Северный Нуратау (см. рисунок). Они отличаются разнообразием состава пород, различной полнотой разреза и, как это выяснилось после детальных геологосъемочных работ, проведенных большим коллективом геологов под руководством М. М. Посоховой, М. П. Пулатова, В. А. Табачкова, Э. Т. Ташпулатова и др., палентологически довольно надежно обоснованы. В формировании их принимают участие терригенные и вулканогенно-осадочные отложения, среди которых выделены породы лландоверийского и венлокского ярусов.

Лландоверийские отложения резко преобладают над венлокскими. Они установлены по обоим склонам хребта и в его отрогах, где представлены различными по составу и метаморфизму дислоцированными сланцами, алевролитами и песчаниками. Среди них выделены осадки семи возрастных подразделений: нижний лландовери; нижняя, средняя и верхняя части среднего и верхнего лландовери.

Нижнелландоверийские отложения обнаружены в горах Чумкар-Тау (Ойбадам и Палагман; рисунок, *1* и *2*) и на южном склоне собственно Туркестанского хребта (Лянгар-сай). Они сохранились в виде узких, ограниченных разломами блоков, в связи с чем подошва и кровля их остаются неизвестными. Представлены они серицитизированными сланцами, вмещающими редкие прослойки кремнистых пород. Возраст их доказывается по обильным остаткам граптолитов, комплекс которых характеризуют две граптолитовые зоны: *A. acuminatus — A. ascensus* и *C. vesiculosus*. Неполная мощность первой зоны составляет 130—150 м, второй — 160—170 м.

Среднелландоверийские отложения распространены более широко. Они установлены во всех массивах хребта (рисунок, *4—11*), где слагают ядра антиклинальных структур или сорваны со своего основания и налегают по нарушениям на более молодые образования. Литологически эта часть разреза подразделена на три свиты: на нижнюю существенно сланцевую, среднюю алевролито-сланцевую и верхнюю сланцево-алевролитовую.

Нижняя свита, мощностью до 360 м, состоит обычно из серицитизированных аргиллитовых сланцев, содержащих по всей мощности подчинен-

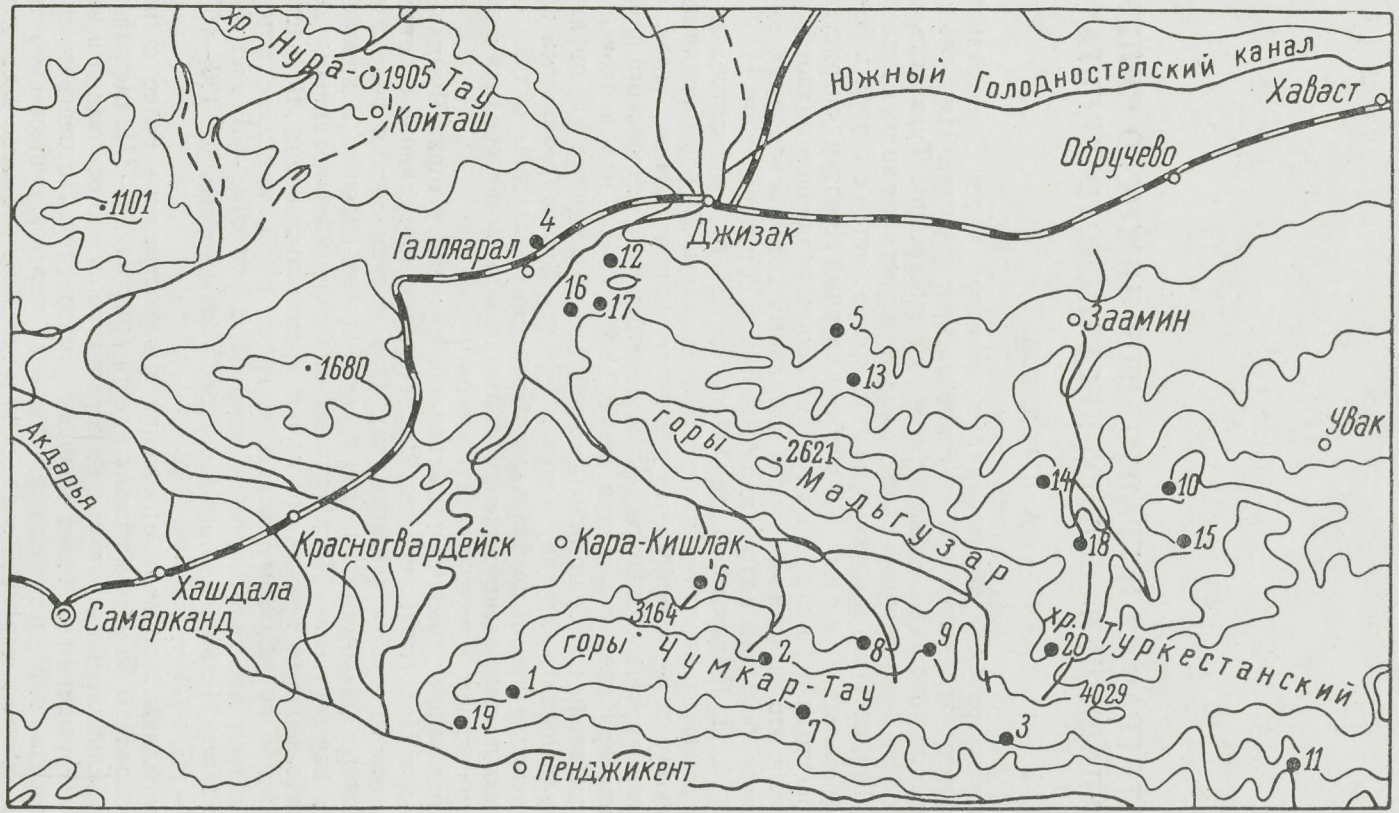


Схема опорных разрезов нижнесилурийских отложений. Черным кружком и цифрой обозначены место и номер опорного разреза.

ные прослойки полимиктовых и кварцевых алевритов. Здесь многочисленны граптолиты, видовой состав которых отвечает зоне *D. triangulatus—C. gregarius.*

Сланцевая свита среднего лландовери стратиграфически сменяется свитой алевролито-сланцевых образований. Нижние горизонты последней представлены среднеслоистыми полимиктовыми алевролитами, находящимися в грубом чередовании с прослоями и пачками аргиллитовых сланцев, а верхние — серицитовыми сланцами, содержащими редкие маломощные прослойки и линзочки песчанистых алевролитов и кремней. В подошве и кровле этой свиты захоронены обильные остатки граптолитов, характеризующие нижнюю половину зоны *D. convolutus—M. sedgwicki.* Мощность свиты достигает 900 м.

Выше разрез наращивает сланцево-алевролитовая свита. Основная масса ее выхода сосредоточена в горах Чумкар-Тау (рисунок, *6—9*) и собственно Туркестанском хребте (рисунок, *10*, *11*). Стратиграфические взаимоотношения ее с подстилающими породами в районе пока не установлены. Сохранившаяся часть этой свиты по характеру разреза и вещественному составу резко отличается от рассмотренной выше. Во всех выходах она состоит из однообразных грубослоистых алевролитов, содержащих тонкие прослои сланцев и аргиллитов. Исключением является лишь полоса, вскрытая верховьями руч. Биркутли (Чумкар-Тау; рисунок, *6*). Монотонность типичного сланцево-алевролитового флиша в верхних горизонтах этого выхода нарушается присутствием пачки кварцево-слюдистых сланцев, чередующихся с прослоями косослоистых доломитизированных известняков мощностью 70—80 м. Данная пачка по простиранию не выдерживается, часто выклинивается и замещается алевролитами. Этим, по-видимому, и объясняется ее отсутствие в разрезе других участков района. Возраст свиты во всех выходах обоснован многочисленными находками граптолитов, относящихся к верхней половине зоны *D. convolutus—M. sedgwicki.* Помимо второго зонального вида наиболее частыми представителями в этом комплексе являются *Cephalograptus cometa* (Gein) и пернерограпты, по облику близкие к *Pernerograptus sidjachenkoi* Obut et Sob. Представители же вида *D. convolutus* (His.) встречаются здесь в виде единичных экземпляров. Неполная мощность свиты 600 м.

Значительно шире, чем среднелландоверийские образования, распространены осадки, соответствующие верхнему подъярусу лландовери (рисунок, *6—15*). Граница с подстилающими породами повсюду нечеткая. Обычно она проходит в совершенно однородных осадках и устанавливается только палеонтологически или по присутствию в пограничных слоях горизонта желваковых фосфоритов. Так же, как и в нижележащих образованиях, разрез верхнелландоверийских отложений представлен здесь снизу доверху однообразной флишоидной толщей. Это преимущественно средне- и толстослоистые, полимиктовые, песчанистые алевролиты и подчиненные им темные аргиллитовые сланцы, образующие среди них маломощные и неравномерно чередующиеся прослойки. Реже они группируются в пачки (1,5—12 м), где столь же тонкие прослои слагают алевролиты. В верхнелландоверийских отложениях выделяются три граптолитовые зоны: *S. minor*, *S. turriculatus—G. crispus* и *O. spiralis*. Последняя, в свою очередь, подразделена на две подзоны: *M. griestoniensis—O. spiralis* и *O. spiralis—S. grandis*. Указанные зоны, как и упомянутые выше, полностью отвечают граптолитовым зонам в среднеазиатской шкале и хорошо коррелируются с одноименными зонами в региональных схемах СССР и многих зарубежных стран. Мощность верхнелландоверийских отложений около 1500 м.

Иной характер имеют разрезы одновозрастных образований в горах Мальгузар (рисунок, *16*) и по левобережью р. Санзар (рисунок, *4*). Они сложены тремя свитами: алевролито-аргиллитовой, песчано-алевролитовой и сланцево-алевролито-песчаниковой.

Алевролито-аргиллитовая свита по комплексу обнаруженных в ней граптолитов относится в полном объеме к зоне *S. minor*. Представлена она преимущественно аргиллитами, реже аргиллитовыми сланцами, содержащими прослои туфогенных и карбонатизированных алевролитов. Мощность свиты 550 м.

Вышележащая песчано-алевролитовая свита состоит, главным образом, из грубо переслаивающихся полимиктовых песчаников и алевролитов, благодаря которым она довольно отчетливо выделяется в рельефе. Обнаруженный в ней богатый комплекс хорошо сохранившихся граптолитов позволяет отнести эти осадки к зоне *S. turriculatus—G. crispus*. Мощность свиты 350—400 м.

Венчающая лландоверийский разрез сланцево-алеврито-песчаниковая свита по составу близка к рассмотренной выше, но в отличие от последней слагающие ее, в основном, песчаники и алевролиты имеют существенный кварцевый состав и вмещают многочисленные остатки граптолитов, свойственные зоне *O. spiralis—S. grandis*. Представители вида *M. griestoniensis* (Nicol), характерные для нижней части этой зоны, на территории собственно Туркестанского хребта отсутствуют. Мощность свиты 450—500 м.

Венлокские отложения распространены в районе значительно меньше, чем лландоверийские. Они расчленены на два подъяруса.

Нижневенлокские образования установлены только в горах Мальгузар и в бассейне р. Зааминсу (северный склон Туркестанского хребта; рисунок, *15*). На этих площадях их выходы связаны с верхнелландоверийскими отложениями и находятся с ними в нормальных стратиграфических взаимоотношениях. В разрезе их принимает участие главным образом вулканогенно-осадочный комплекс пород, представленный переслаиванием различных туфов, туффитов, туфопесчаников, туфоалевролитов и аргиллитов, содержащих пластовые залежи спилито-диабазов. Нижние и верхние горизонты данных образований охарактеризованы обширным комплексом граптолитов, типичных для зон *C. murchisoni* и *M. riccartonensis*. Мощность нижневенлокских отложений 300—350 м.

Верхневенлокские осадки сохранились только в горах Мальгузар (Заргар-сай; рисунок, *17*), в бассейне р. Зааминсу (рисунок, *18*) и на южном склоне гор Чумкар-Тау (рисунок, *19*). Взаимоотношения их с нижележащими породами наблюдаются лишь в бассейне р. Зааминсу, а в остальных пунктах подошва их неизвестна. Нижние горизонты разреза верхневенлокских образований в бассейне р. Зааминсу являются продолжением отложений вулканогенно-осадочного комплекса, содержащего обильные остатки граптолитов зоны *M. flexilis*. В видовом составе граптолитов этой зоны помимо представителей зонального вида установлены многочисленные *Cyrtograptus rigidus* Tullb., *Averianowograptus* ex gr. *magnificus* (Averianov), *Plectograptus* cf. *lejskoviensis* Bouč. и другие представители семейства Retiolitidae. Это пока единственное местонахождение в Средней Азии, где в ассоциации с *M. flexilis* Elles и *C. rigidus* Tullb. находятся представители рода *Averianowograptus*. До этой находки они были известны только в зоне *C. murchisoni*. Мощность отложений около 40 м.

Средние и верхние горизонты разреза в этом пункте представлены аргиллитовыми сланцами, содержащими по всей мощности разреза остатки граптолитов *Plectograptus* sp., *Pristiograptus* ex gr. *dubius*

(Suess), *Cyrtograptus perneri* Bouč., *C. ramosus* Bouč. Осадки с комплексом перечисленных граптолитов параллелизуются автором с нижней частью зоны *M. testis* шкалы граптолитовых зон Средней Азии и с верхней частью зоны *M. flexilis—C. radians* в типовой схеме граптолитовых зон СССР. Мощность сланцев 190 м.

Этому стратиграфическому уровню соответствуют, по-видимому, сланцы и песчаники с *P. dubius* (Suess), *Cyrtograptus* sp., установленные в горах Мальгузар (Заргар-сай; рисунок, *17*) и по Кульсу (заповедник Гуралаш; рисунок, *20*). Неполная мощность этих отложений около 210 м.

На южном склоне гор Чумкар-Тау (рисунок, *19*) верхневенлокские образования состоят из двух свит: нижней, представленной плитчатыми алевролитами и битуминозными сланцами, мощностью более 200 м, и верхней, сложенной сланцами, мощностью 50 м. В алевролитах и сланцах обеих свит содержатся остатки граптолитов *Monograptus testis* Barr., *Cyrtograptus* cf. *lundgreni* Tullb., соответствующие, по мнению автора, самой верхней зоне позднего венлока в схемах граптолитовых зон Средней Азии, СССР и большинства зарубежных стран.

Ниже дается описание некоторых лландоверийских и венлокских граптолитов, впервые изученных из нижнего силура гор Мальгузар и хребта Северный Нуратау (колл. автора, собранная в 1966—1972 гг.).

ОПИСАНИЕ ФАУНЫ

СЕМЕЙСТВО RETIOLITIDAE LAPWORTH, 1873

Род *Retiolites* Barrande, 1850

Retiolites geinitzianus Barrande, 1850

Табл. I, фиг. 1—5, 9

Retiolites geinitzianus Barrande: Соболевская, 1966, с. 15, табл. 3, фиг. 10—13; 1967, с. 79, табл. 7, фиг. 7, 8 (см. синонимику); Ульст, 1967, с. 226, табл. 36, фиг. 5, рис. 40.

Лектотип. *Gladiolites* (*Retiolites*) *geinitzianus* Barrande, 1850, с. 68, табл. 4, фиг. 17 (Bouček, Münch, 1944). Верхний лландовери — нижний венлок, Чехословакия.

Материал. Двадцать шесть рабдосом различной сохранности из пяти местонахождений.

Описание. Молодые рабдосомы длиной от 26 (экз. № 801/6-20) до 47,5 мм (экз. № 801/6-6, 7-19) и обломки различных частей зрелых рабдосом, длина которых варьирует от 37 (экз. № 801/10-16; 164-81, 82-85) до 48 мм (экз. № 801/6-21). Ширина их возрастает постепенно на всем протяжении от 0,8 (экз. № 801/6-6) до 4,9 мм (экз. № Р1-44/6-4. У экз. № 801/6-8, 801/10-21, представленных дистальными частями, наибольшая ширина рабдосом достигает 5,1 и 5,5 мм. Теки длиной до 2,8 мм полностью (экз. № 801/6-6) или почти полностью перекрывают друг друга и наклонены к оси под углом 45—60°. У экз. № Р1-44/6-4, 801/6-20 нижние части тек слабо изогнуты, и в связи с этим они имеют более пологий угол наклона к виргуле. Устьевые концы ячеек обычно либо прямые и несколько скошенные по отношению к оси, либо слабо вогнутые и почти параллельные ей. На вентральных концах отдельных тек сохранились короткие (до 0,5 мм) придатки, отогнутые в сторону проксимальной части рабдосом. Ширина устий ячеек достигает 0,9—1,0 мм. Толщина балочек

клатрий у большинства экземпляров не превышает 1,0—1,2 мм. У экз. № 801/6-8 они тоньше и составляют всего лишь 0,2—0,3 мм в поперечнике. Ячеи сети ретикулы хорошо сохранились у экз. № Р1-44/6-4, 801/10-21. Они имеют типичный полигональный облик. В 1 мм умещается от трех до шести-семи ячей. Число тек на 10 мм замера равно 10—8.

Сравнение. Описанные экземпляры по ширине рабдосом, количеству тек в единице длины и углу наклона их к виргуле почти не отличаются от *R. geinitzianus*, известных из силура Чехословакии, Болгарии, ГДР и изученных Б. Н. Аверьяновым и Н. Э. Янишевским из Средней Азии и с Новой Земли. От представителей этого вида, установленных в Северной Африке, они отличаются большей максимальной шириной (5,5 мм вместо 5,0 мм) и меньшим числом тек в 10 мм (10-8 против 14-9 тек). Эти же признаки отличают их от форм, изученных из силура Северо-Востока СССР, Прибалхашья и Прибалтики. От близкого по форме рабдосомы и числу тек вида *R. densereticulatus* Bouček рассмотренные экземпляры отличаются большей шириной и менее плотным расположением тек и ячей ретикулы в единице длины.

Распространение. Верхи верхнего лландовери—нижний венлок. В Англии, Марокко и ГДР *R. geinitzianus* известен от зоны *M. crispus* до зоны *C. murchisoni*. В Австрии, Швеции и Карнийских Альпах встречается на том же стратиграфическом уровне, как в Англии и ГДР. В Чехословакии и Болгарии этот вид известен от зоны *O. spiralis* до зоны *C. murchisoni*. В СССР он распространен обычно от зоны *M. griestonensis* и *O. spiralis* до зоны *C. murchisoni* включительно.

Местонахождение. Горы Мальгузар, бассейн р. Санзар, зона *O. spiralis* и *S. grandis*, обн.: Р1-44 (экз. № Р1-44/6-4), 706 (экз. № 706-31), 801/6 (экз. № 801/6-6, 7-19), 164 (экз. № 164-81, 82-85), в аргиллитовых сланцах и алевролитах вместе с многочисленными *S. grandis* (Suess), *O. spiralis* (Geinitz); зона *C. murchisoni*, обн.: 801/6 (экз. № 801/6-20, 21), 801/10 (экз. № 801/10-16, 20, 21), в аргиллитовых сланцах вместе с *R. angustidens* (Elles et Wood), *S.* ex gr. *grandis* (Suess), *C. murchisoni* (Carr.) и др.

Retiolites angustidens (Elles et Wood), 1908

Табл. II, фиг. 6, 7, 9—12

Retiolites angustidens: Обут, Соболевская, 1966, с. 16, табл. 3, фиг. 14—16, рис. 8 (см. синонимику).

Лектотип. *Retiolites* (Gladiograptus) *geinitzianus* Barrande var. *angustidens* Elles et Wood, 1908, с. 338, табл. 34, фиг. 9а (Bouček, Münch, 1944.)

Материал. Девять рабдосом из пяти местонахождений.

Описание. Прямые рабдосомы, длина обломков которых не превышает 46 мм. Их ширина в интервале первых 20—22 мм возрастает от 1 до 3—3,2 мм (экз. № 117/2-41-4, Р1-32-41, Р1-48/1-19) и затем остается постоянной. У экз. № 801/10-12 максимальная ширина рабдосомы в пределах этого отрезка равна 2,8 мм, а у экз. № 544-9, Р1-48/5-10, 11 и Р1-48/5-43 на уровне первых 30 мм она составляет 3,7—3,8 мм. Теки слабо изогнутые, длиной до 1,8—2 мм, заканчиваются короткими шиликами, отогнутыми в сторону проксимальной части рабдосом. Они полностью перекрывают друг друга и наклонены к виргуле под углом 40—55°. Ширина тек колеблется от 0,6 до 0,85 мм. Их устья слабо вогнуты во внутрь.

Ретикул выражен четко. Ячеи имеют овальную или полигонально-сглаженную форму. У разных экземпляров на 10 мм приходится от 4 до 7 ячей. В 10 мм длины рабдосомы у большинства экземпляров умещается 12—10 тек. У экз. № 117/2-41-4, P1-48/5-11, 43 число их в проксимальной части достигает 14, а в дистальной — 11.

Сравнение. По диагностическим признакам изученные экземпляры наиболее близки к *R. angustidens*, известным из силура Англии и Марокко. От немецких форм они отличаются меньшей максимальной шириной рабдосом (3,8 мм вместо 5 мм), а от болгарских и чешских — также бо́льшим числом тек в единице измерения (14—10 тек на 10 мм против 12—10). От представителей этого вида, изученных в Казахстане (Обут, Соболевская, 1966), они отличаются несколько большей максимальной шириной рабдосом (2,8—3,8 мм вместо 2,2—2,4 мм). По внешнему виду рассмотренные экземпляры несколько напоминают *R. angustissimus* Obut et Sobolevskaya и *R. densereticulatus* (Bouček), но отличаются от того и другого большей длиной рабдосом (более 45 мм вместо 27 и 30 мм), бо́льшим числом тек в 10 мм (14 против 11) и более мелкими ячеями ретикула (4—7 на 1 мм вместо 7—9 у *R. angustissimus*). От *R. geinitzianus* Barr., с которым большинство изученных экземпляров имеет внешнее сходство, они отличаются параллельностью сторон рабдосом в средней и дистальной частях и их шириной.

Распространение. Верхи верхнего лландовери—нижний венлок. В Англии, ГДР, Чехословакии и Марокко *R. geinitzianus* встречается в зонах *M. crispus*, *M. griestonensis*, *M. crenulata*. В Болгарии и Югославии изученный вид распространен от зоны *M. griestonensis* до зоны *C. murchisoni* включительно. В Польше этот вид известен в зоне *S. spiralis*. В СССР он встречается от зоны *S. turriculatus—G. crispus* до зоны *C. murchisoni*.

Местонахождение. Горы Мальгузар, бассейн р. Санзар (правобережье, зона *S. turriculatus—G. crispus*, обн. 525 (экз. № 525-5), в аргиллитовых сланцах и алевролитах с многочисленными *G. crispus* (Lapw.), *S. turriculatus* (Barr.), *O. planus* (Barr.) и др.; зона *O. spiralis—S. grandis*, обн. P1 (экз. № P1-32-41; P1-48/1-19; P1-48/5-10, 11, 43), 117/2 (экз. № 117/2-41-4), в аргиллитовых сланцах и алевролитах вместе с *S. grandis* (Suess) *M. priodon* (Bronn), *O. spiralis* (Geinitz) и др. зона *C. murchisoni*, обн. 801/10 (экз. № 801/10-12), в аргиллитовых сланцах вместе с *R. geinitzianus* Barr., *S. grandis* (Suess), *S.* ex gr. *grandis* (Suess), *C. murchisoni* (Carr.) и др.. Хребет Северный Нуратау, Газарма-сай, зона *O. spiralis—S. grandis*, обн. 554 (экз. № 544-9), в аргиллитовых сланцах вместе с *M. priodon* (Bronn), *O. spiralis* (Geinitz).

Род *Stomatograptus* Tullberg, 1883

Stomatograptus grandis (Suess), 1851

Табл. I, фиг. 13, 14

Retiolites grandis (Suess): Обут, Соболевская, 1965, с. 39, табл. 2, фиг. 12—13; 1967, с. 84, табл. 8, фиг. 1—4 (см. синонимику).

Голотип. *Retiolites grandis* Suess, 1851, с. 99, табл. 7, фиг. 2a, b.

Материал. Двадцать восемь рабдосом из шести местонахождений.

Описание. Прямые рабдосомы длиной 45—50 мм (экз. № 117/2-28, 661-7, 8-10, 669-8, 9-11, 1967-13, 14-20) и 64—66 мм. Их ширина увеличивается постепенно на всем протяжении от 1 до 5,5 и 6,5 мм (экз. № 801/10-

113). Теки, длиной до 3,8—3,9 мм, более чем на $^3/_4$ своей длины перекрывают друг друга. Своими основаниями они достигают оси и наклонены к ней под углом в 45—52°. Устья тек слабо вогнутые, ширина их достигает 0,8—0,9 мм. Венчающие их зубцы, длиной 0,7—0,8 мм, остро оттянуты (у экз. № 801/10-113 на большинстве тек они не сохранились). Балочки клатрии, отделяющие теки, имеют в поперечнике 0,1—0,15 мм. На 10 мм в различных экземплярах приходится 10, редко 12 тек (экз. № 117/2-28) в проксимальной части и 8 тек в дистальной. Ретикул состоит из тонких волокон, сплетенных в неправильные полигональные ячеи. У экз. № 117/2-28 на 1 мм их приходится до 7—9, в остальных число их не превышает 4—5 на 1 мм. Стомы просматриваются не всегда четко. Они хорошо выражены лишь у экз. № 801/10-113, 1967-14, 16, 18 и 1967/-1-10, 12, 16. Форма стом округлая, поперечник их менее 1 мм. На 5 мм длины рабдосомы приходится 4—5 стом.

Сравнение. По диагностическим признакам все рассмотренные экземпляры близки к *S. grandis*, изученным из силура Чехословакии, ГДР и Марокко. Отличается лишь экз. № 117/2-28, в проксимальном конце которого имеется 12 тек против обычных 10 в 10 мм. В этом отношении он наиболее близок к *S. grandis major* Bouček, от которого, однако, отличается меньшей шириной рабдосомы (5,5 против 8,5 мм) и наклоном тек к оси (52° вместо 60—65°). От *S. grandis*, описанного из силура Болгарии, изученные экземпляры отличаются чаще расположенными теками (10-8 тек на 10 мм вместо 6) и от таймырских, колымских и киргизских — меньшим числом тек в единице замера, а экз. № 117/2-28 и более частыми ячеями ретикула (7—9 ячеек на 1 мм вместо 1,5—4). От всех других известных подвидов *S. grandis* (Suess) описанные экземпляры отличаются меньшей шириной рабдосом, реже расположенными теками и иным углом наклона их к оси.

Распространение. Верхи верхнего лландовери—нижний венлок. В Чехословакии, ГДР и Польше этот вид встречается от зоны *S. spiralis* до зоны *S. grandis*, а в Болгарии — на таком же стратиграфическом уровне, как и в Чехословакии. В Швеции он распространяется в зоне *C. murchisoni*, в Северной Африке — в зоне *M. grenulatus*. В СССР (Таймыр, Урал, Средняя Азия) данный вид обнаружен только в зоне *O. spiralis—S. grandis*,

Местонахождение. Горы Мальгузар, бассейн р. Санзар (правобережье) зона *O. spiralis—S. grandis*, обн. № 117/2, (экз. № 117/2-28), 661 (экз. № 661-7, 8-10), 669 (экз. № 669-8, 9-11), 1967 (экз. № 1967-13, 14-20), 1967/1 (экз. № 1967/1-9, 10-18), а в аргиллитовых сланцах и алевролитах вместе с *R. angustidens* (Elles et Wood), *M. asiatica* (Obut.), *O. spiralis* (Geinitz), *O. proteus* (Barr.) и др.; зона *C. murchisoni,* обн. 801/10 (экз. № 801/10-113), в аргиллитовых сланцах вместе с *R. geinitzianus* (Barr.), *R.* ex gr. *geinitzianus* Barr., *C. murchisoni* (Carr.) и др.

Stomatograptus grandis major Bouček, 1931

Табл. II, фиг. 1

Stomatograptus grandis var. *major* n. sp.; Bouček, 1931, с. 305.

Retiolites (*Stomatograptus*) *grandis major* Bouček; Bouček a Münch. 1944, с. 48, табл. 3, фиг. 9, 10, рис. 16d, e, 17d; Přibyl, 1948, с. 26.

Stomatograptus (*Retiolites*) *grandis major* Bouček: Münch, 1952, с. 81, табл. 16, фиг. 4a, b.

Retiolites (*Stomatograptus*) *grandis* var. *major* Bouček: Спасов, 1958, с. 34, табл. 4, фиг. 2.

Голотип. *Retiolites* (*Stomatograptus*) *grandis* var. *major* Bouček a Münch., 1944, с. 48, табл. 3, фиг. 9.

Материал. Одна неполная рабдосома.

Описание. Обломок дистальной части рабдосомы, длиной 35 мм и наибольшей шириной 8 мм. Его начальная ширина составляет 7 мм. Теки длиной до 3 мм своими основаниями достигают оси, наклонены к ней под углом 60—65° и почти полностью перекрывают друг друга. Устья тек слабо вогнутые, шириной 0,8—1,0 мм. Они снабжены зубцами, длина которых достигает 1,2 мм, а толщина — 0,3 мм. Концы зубцов обычно отогнуты в сторону проксимальной части рабдосомы, а некоторые из них завернуты в небольшие крючечки. Толщина балочек клатрии, разделяющих теки, достигает 0,15 мм. На 10 мм приходится 8 тек в наиболее широкой части рабдосомы и 10 — в проксимали. Ячеи ретикула полигональные: трех-, четырех- и пятигранные. На 1 мм приходится 2—4 ячеи. Стомы отсутствуют; вероятно они находятся на стороне, противоположной виргуле.

Сравнение. Описанный экземпляр своей формой, шириной, числом тек в единице длины и углом наклона их к оси не отличается от типичных представителей этого подвида (Bouček, 1931; Bouček a Münch, 1944; Спасов, 1958). По ширине рабдосомы и количеству тек в 10 мм он близок также к *S. grandis imperfectus* Bouček et Münch, но отличается от него формой рабдосомы, бо́льшим углом наклона тек к виргуле (65° вместо 50°) и постепенным непрерывным нарастанием ширины от проксимального конца к дистальному (у *S. grandis imperfectus* ширина среднего и дистального отрезков рабдосомы обычно постоянная). От внешне сходных с ним *S. grandis* (Suess) и *S. longus* Obut он отличается большей шириной рабдосомы и меньшим углом наклона тек к оси.

Распространение. Нижний венлок, зона *C. murchisoni* в Чехословакии и Болгарии.

Местонахождение. Горы Мальгузар, бассейн р. Санзар, Заргарсай, зона *C. murchisoni*, обн. 706 (экз. № 706-31), в аргиллитовых сланцах вместе с *C. murchisoni* (Carr), *Cyrtograptus* sp. и др.

Stomatograptus sp.

Табл. II, фиг. 2

Материал. Одна неполная рабдосома.

Описание. Обломок проксимальной и средней части рабдосомы, длиной 33 мм. Его ширина на всем протяжении возрастает постепенно от 1 до 6 мм. Теки трубчатые, слегка изогнутые в основании. Длина их не превышает 2,5 мм. Устья тек скошенные, шириной до 0,6 мм. Внешние края устий оттянуты в сторону и оканчиваются небольшими (до 0,5 мм) зубцами. Теки перекрывают друг друга на $^1/_4$—$^1/_5$ своей длины и наклонены к оси под углом 55—65°; у основания, где они имеют изгиб, угол наклона их к виргуле достигает 80°. На 10 мм приходится 16 тек в проксимальной части и 12 в средней. Стомы округлые, диаметром 0,2—0,6 мм; в 10 мм их насчитывается 12—8. Ретикул сохранился плохо, ячеи его неправильно-полигональные. В 1 мм умещается 2—3 ячеи.

Сравнение. Изученный экземпляр по форме и ширине рабдосомы весьма сходен с проксимальным и средним отрезками вида *S. grandis*

(Suess), но отличается от всех его известных представителей более плотным расположением тек в 10 мм (16—12 тек вместо 15—10), бо́льшим углом наклона их к оси и более крупными ячеями ретикула. От двух широко известных подвидов — *S. grandis imperfectus* Bouček et Münch и *S. grandis major* Bouček, а также от установленных автором в Средней Азии *S. grandis asiatica* и *S. grandis longithecatus* он отличается такими же признаками и, вероятно, меньшей шириной рабдосомы в дистальной части.

Распространение. Нижний венлок, зона *C. murchisoni*. Горы Мальгузар, Умар-сай, обн. 105 (экз. № 105-105), в аргиллитовых сланцах вместе с *Retiolites* cf. *geinitzianus* Barr., *M. firmus* Bouček, *Cyrtograptus obusicus* Gol., *Cyrtograptus* sp. indet.

Род *Monograptus* Geinitz, 1852

Monograptus lobiferus (McCoy), 1850

Табл. II, фиг. 4

Monograptus lobiferus: Обут, Соболевская, 1967, с. 93, табл. 10, фиг. 3, 4; 1968, с. 98, табл. 24, фиг. 7 (см. синонимику); Churkin and Carter, 1970, с. 42, табл. 3, фиг. 12, 21.

Голотип. *Graptolites lobiferus* McCoy, 1855, с. 4, табл. Ib, фиг. 3. Лландовери, Англия.

Материал. Пять рабдосом из трех местонахождений.

Описание. Дистальные части дорзально слабо изогнутых рабдосом, наибольший обломок которых достигает 24,5 мм (экз. № 514-29). Их ширина постоянная — 1,4 мм. Теки с сильно изогнутыми книзу устьевыми концами располагаются с выпуклой стороны рабдосом. Длина их достигает 2,2 мм. Изогнутые части тек занимают до $^2/_3$ всей ширины рабдосомы. Расстояние между соседними устьями тек достигает 1,8 мм. Теки наклонены к виргуле под углом 25° и не более чем на $^1/_5$—$^1/_6$ своей длины налегают друг на друга. На 10 мм приходится 6 тек.

Сравнение. Изученные экземпляры по своей форме и числу тек в единице длины наиболее близки к *M. lobiferus*, описанным из силура ГДР (Münch, 1952). От всех других представителей этого вида, установленных в Европе, Америке, Африке и Азии, в том числе и в Средней Азии, они отличаются лишь менее плотно расположенными теками (6 тек на 10 мм вместо обычных 8—7 тек).

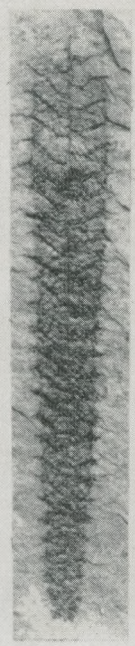
Распространение. Средний и верхний лландовери. В Англии, Швеции, ГДР, Австралии, Марокко и СССР этот вид распространен от зоны *M. triangulatus* до зоны *M. sedgwicki* включительно. В Болгарии встречается в зоне *D. pectinatus*, а в Чехословакии и Северной Америке — в зоне *D. convolutus*.

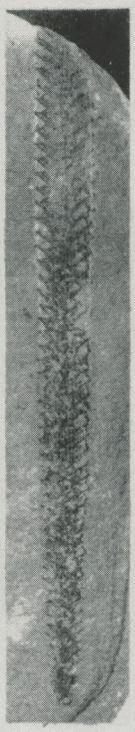
Местонахождение. Горы Мальгузар, Заргар-сай, зона *D. triangulatus—C. gregarius*, обр. 14 (экз. № 14-29), в аргиллитовых сланцах вместе с *P. ovatus-elongatus* (Kurck), *P. revolutus* (Kurck), *D. triangulatus* (Harkn.) и др.; хребет Северный Нуратау, левобережье р. Санзар, зона *D. convolutus—M. sedgwicki*, обн. 912, экз. № 912-7, 919 (экз. № 919-10), в аргиллитовых сланцах вместе с *H. scalaris* (His.), *C. cometa* (Geinitz), *C. communis* (Lapw.), *D. convolutus* (His.).

1

2

3


4


8

5

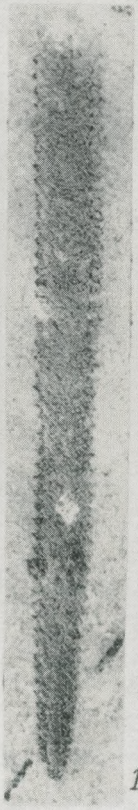
12

9

11

10

13


14

7

6

ТАБЛИЦА I

Фиг. *1—5, 8. Retiolites geinitzianus* Barrande.

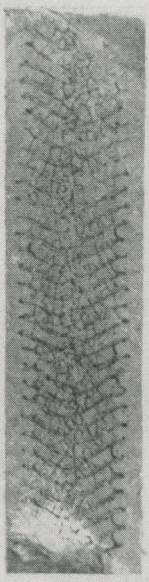
Горы Мальгузар, бассейн р. Санзар (правобережье). Верхний лландовери, зона *O. spiralis—S. grandis*. Обн. P1-44; *1* — экз. № P1-44/6-4, ×2. Обн. 801/6; *2* — экз. № 801/6-6, ×2. Обн. P1-48; 8 экз. № P1-48/5-11, ×2. Нижний венлок, зона *C. murchisoni*. Обн. 801/10; *3* — экз. № 801/10-16, ×2. Обн. 801/6; *4* — экз. № 801/6-20, ×3; *5* — экз. № 801/6-21, Колл. автора, 1966—1969.

Фиг. *6, 7, 9—12, Retiolites angustidens* (Elles et Wood).

Горы Мальгузар, бассейн р. Санзар (правобережье). Верхний лландовери, зона *S. turriculatus—G. crispus*. Обн. 525; *6* — экз. № 525-5, ×2. Зона *O. spiralis—S. grandis*. Обн. P1; *9* — экз. № P1-48/5-43, ×2; *10* — экз. № P1-48/1-19, ×2. Обн. 117/2; *11* — экз. № 117/2-41-4, ×3. Нижний венлок, зона *C. murchisoni*. Обн. 801/10; *12* — экз. № 801/10-12, ×2. Хребет Северный Нуратау, Газарма-сай. Верхний лландовери, зона *O. spiralis—S. grandis*. Обн. 554; *7* — экз. № 554-9, ×2. Колл. автора, 1966—1972.

Фиг. *13, 14. Stomatograptus grandis* (Suess).

Горы Мальгузар, бассейн р. Санзар (правобережье). Верхний лландовери, зона *O. spiralis—S. grandis*. Обн. 117/2; *13* — экз. 117/2-28, ×2. Нижний венлок, зона *C. murchisoni*. Обн. 801/10; *14* — экз. № 801/10-113, ×2. Колл. автора, 1966—1968. 801/10; *14* — экз. № 801/10-113, ×2. Колл. автора, 1966—1968.


1

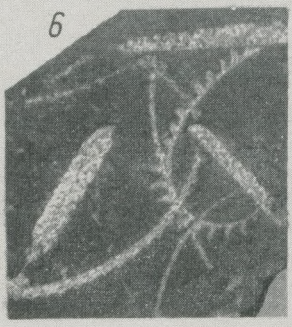
2

3

4

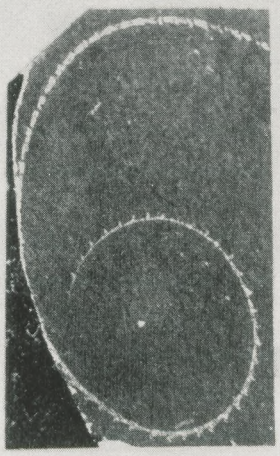
5

7


6

8

10


11

12

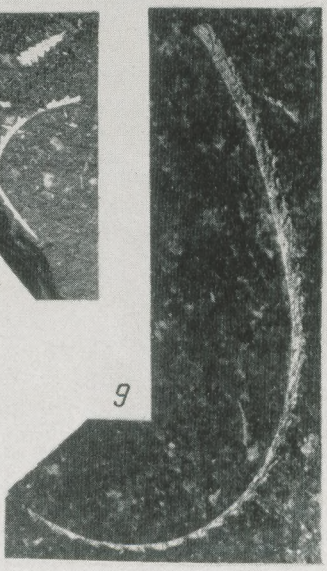

9

ТАБЛИЦА II

Фиг. *1. Stomatograptus grandis* major Bouček.

Горы Мальгузар, р. Санзар, Заргар-сай. Нижний венлок, зона *C. murchisoni*. Обн. 706, экз. № 706-31 ×2. Колл. автора, 1966.

Фиг. *2. Stomatograptus* sp.

Горы Мальгузар, Умар-сай. Нижний венлок, зона *C. murchisoni*. Обн. 105, экз. № 105-105, ×2. Колл. автора, 1967.

Фиг. *3. Streptograptus nodifer* (Törnquist).

Горы Мальгузар, бассейн р. Санзар (правобережье). Верхний лландовери, зона *S. minor*. Обн. P1, экз. № P-1-25-71, ×3 — полная рабдосома. Колл. автора, 1966.

Фиг. *4. Monograptus lobiferus* (McCoy).

Горы Мальгузар, Заргар-сай. Средний лландовери, зона *D. triangulatus—C. gregarius*. Обн. 14, экз. № 14-29, ×1,5 — дистальная часть рабдосомы. Колл. автора, 1966.

Фиг. *5. Streptograptus fortis* Chaletzkaja.

Горы Мальгузар, бассейн р. Санзар (правобережье). Средний лландовери, возможно верхняя часть зоны *D. triangulatus—C. gregarius* и нижняя — *D. convolutus—M. sedgwicki*. Обн. 23, экз. № 23/2-3, ×3 — обломок средней части рабдосомы. Колл. автора, 1968.

Фиг. 6—8. *Demirastrites triangulatus* (Harkness).

Хребет Северный Нуратау, Терсбулак-сай. Средний лландовери, зона *D. triangulatus—C. gregarius*. Обн. 779/7; *6* — экз. № 779/7-83, ×3 — проксимальная часть рабдосомы с *Hedrograptus* sp. indet. и *Pernerograptus* sp.; *8* — экз. № 779/7-61, ×3. Обн. 779/11; *7* — экз. № 779/11-II, × — проксимальная часть рабдосомы с остатками *Diplograptus* sp. и *Coronograptus* aff (?) *gregarius* (Lapw.). Колл. автора, 1966.

Фиг. *9, 10. Pernerograptus revolutus* (Kurck).

Хребет Северный Нуратау (левобережье р. Санзар). Средний лландовери, зона *D. triangulatus—C. gregarius*. Обн. 779/7; *9* — экз. № 779/7-82, ×2. Обн. 779/11; *10* — экз. № 779/11-15, ×2. Колл. автора, 1967.

Фиг. *11. Oktavites involutus* (Lapworth).

Хребет Северный Нуратау, Газарма-сай. Средний лландовери, зона *D. convolutus—M. sedgwicki*. Обн. 557, экз. № 557-17, ×1,5. Колл. автора, 1968.

Фиг. *12. Coronograptus gregarius* (Lapworth).

Хребет Северный Нуратау, Терсбулак-сай. Средний лландовери, зона *D. triangulatus—C. gregarius*. Обн. 779/11, экз. № 779/11-41, ×2. Колл. автора, 1967.

Род *Streptograptus* Yin 1937 emend. Bouček et Přibyl, 1942

Streptograptus nodifer (Törnquist), 1881

Табл. II, фиг. 3

Monograptus nodifer Törnquist; Обут, Соболевская, 1967, с. 101, табл. 2, фиг. 1—4; 1968, с. 99, табл. 24, фиг. 8—11.

Лектотип. *Monograptus nodifer* Törnquist, 1881, с. 430, табл. 17, фиг. 2а (Bouček, Přibyl, 1942). Лландовери, Швеция.

Материал. Восемь рабдосом из двух местонахождений.

Описание. Рабдосомы резко вентрально изогнуты в проксимальной части и очень полого — в дистальной. Длина их достигает 44 мм (экз. № Р1-25-71). Ширина возрастает от проксимального конца в пределах первых 8—16 мм от 0,2 мм до 0,8—0,95 мм. Теки находятся на вогнутой стороне рабдосом. Они кольцеобразно завернуты в округлые лопасти, составляющие до $^1/_2$ всей ширины рабдосомы. Угол наклона тек к оси не превышает 22°, а степень перекрытия их друг другом — $^1/_2$ длины. На 10 мм приходится 12—10 тек.

Сикула, длиной до 0,9 мм и шириной 0,2—0,3 мм, имеет короткую виргеллу. Вершина сикулы находится против устья первой ячейки.

Сравнение. Изученные экземпляры почти не отличаются от *S. nodifer*, описанных из силура Швеции, Англии, Марокко, Чехословакии и о-ва Сардиния. Их отличие от установленных в Болгарии и ГДР состоит в более частом расположении тек (12-10 тек на 10 мм против 9-7 и 11-7). По такому же признаку они отличаются и от колымских представителей этого вида, изученных А. М. Обутом и Р. Ф. Соболевской. Тождественны они формам, описанным ранее из Средней Азии (Халецкая, 1962), а также норильским. От *S. nodifer*, изученных из силура Карнийских Альп (Haberfelner, 1931), они отличаются меньшим числом тек в единице длины (12-10 на 10 мм вместо 14-12). По общей конфигурации рабдосомы рассмотренный вид близок к *S. exiguus* (Nicholson), но у него длина и ширина рабдосомы больше и теки расположены реже. Почти аналогичные отличия данный вид обнаруживает и с *S. exiguus primulus* (Bouček et Přibyl).

Распространение. Верхний лландовери. В Швеции и ГДР в зоне *S. spiralis*. В Чехословакии и Болгарии распространен от зоны *M. griestonensis* до зоны *S. spiralis*. В Англии, Марокко и Карнийских Альпах в зонах *M. turriculatus*, *M. crispus*. В СССР этот вид встречается в зонах *S. minor*—*R. linnaei* и *S. turriculatus*—*G. crispus*.

Местонахождение. Горы Мальгузар, бассейн р. Санзар (правобережье), зона *S. minor*, обн. Р1-25 (экз. № Р1-25-71, 72-76), в черных аргиллитовых сланцах вместе с *P. palmeus* (Barr.), *S. minor* (Bouček), *R. carnicus* Seelm. и др.; зона *S. turriculatus*—*G. crispus*, обн.: 19 (экз. № 19-5), 526 (экз. № 526-31, 31а), в аргиллитовых сланцах вместе с *M.* aff. *veles* (Richt.), *S.* cf. *exiguus* (Nich.), *G. crispus* (Lapw.).

Streptograptus fortis Chaletzkaja, 1962

Табл. II, фиг. 5

Streptograptus fortis: Халецкая, 1962, с. 92, табл. 7, фиг. 7а, 7б.

Голотип. *Streptograptus fortis* Chaletzkaja, 1962, с. 92, табл. 7, фиг. 7а. Средний лландовери, Средняя Азия.

Материал. Три неполные рабдосомы из одного местонахождения.

Описание. Слабо дорзально изогнутые и совершенно прямые обломки рабдосом. Два из них, длиной 32 (экз. № 23/2-3) и 50 мм (экз. № 23/2-5), являются, по-видимому, средними частями рабдосом. Их ширина возрастает постепенно от 1,2 мм до 1,4—1,5 мм. Третий обломок, длиной 39 мм (экз. № 23/2-4), представляет ее дистальный конец. Наибольшая ширина последнего 1,8 мм. Теки длиной до 3,8 мм (с учетом длины изогнутых устий) имеют характерные лопастные окончания (они изогнуты так, что устья их оказались подвернутыми во внутрь). На лопастные части тек приходится 0,8—0,9 мм длины. Эти лопасти занимают более половины (до $^2/_3$) всей ширины рабдосом. Интервалы между соседними устьями тек почти неизменные и составляют 1,9—2 мм. Теки наклонены к виргуле под углом 17—20° и на $^1/_4$—$^1/_3$ своей длины перекрывают друг друга. На 10 мм приходится 5—4 ячеек.

Сравнение. По общей конфигурации рабдосомы и тек *S. fortis* сходен с *M. lobiferus* (McCoy), но резко отличается от него большей длиной тек и их числом на единицу длины (5-4 на 10 мм против 10-7 тек). Необходимо отметить, что у некоторых экземпляров вида *M. lobiferus*, описанных А. Мюнхом (Münch, 1952), количество тек в 10 мм сокращается до четырех. Не исключено, что эти экземпляры являются представителями вида *S. fortis* Chaletzkaja.

Распространение. Средний лландовери. Зона *D. convolutus—M. sedgwicki* в Туркестанском хребте.

Местонахождение. Горы Мальгузар, бассейн р. Санзар (правобережье), по-видимому верхняя часть зоны *D. triangulatus—C. gregarius* и нижняя часть зоны *D. convolutus—M. sedgwicki*, обн. 23 (экз. № 23-2, 4, 5), в аргиллитовых сланцах вместе с *H. rectangularis* (McCoy), *G.* cf. *tamariscus* (Nich.), *P. concinnus* (Lapw.), *P. revolutus* (Kurck), *Monograptus* sp.

Род *Pernerograptus* Přibyl, 1941

Pernerograptus revolutus (Kurck), 1882

Табл. II, фиг. 9, 10

Monograptus revolutus Kurck: Churkin, Carter, 1970, с. 43, табл. 3, фиг. 19; рис. 18G.
Pernerograptus revolutus: Обут, Соболевская, 1966, с. 32, табл. 6, фиг. 5—7, рис. 23 (см. синонимику).

Лектотип. *Monograptus revolutus* Kurck, 1882, с. 299, табл. 14, фиг. 2.

Материал. Три почти полные и четыре обломанные рабдосомы из трех местонахождений.

Описание. Рабдосомы дорзально дугообразно изогнутые в проксимальной части и почти прямые или слабо прогнутые в дистальном конце. Их длина не превышает 51 мм. Ширина у полных, но, по-видимому, молодых форм (экз. № 779/7-16, 35, 82, 83) в пределах первых 25—32 мм возрастает от 0,3—0,4 до 1,2 мм и затем остается постоянной. У более зрелых, но обломанных экземпляров (№ 779/11-15 и 14-81) ширина прямых отрезков достигает 1,4—1,5 мм. Теки находятся с выпуклой стороны рабдосом. У всех описываемых экземпляров, кроме № 14-81, 779/7-82, 779/11-15, сохранились только крючкообразные, монограптовые теки в количестве от 22 (экз. № 779/7-83) до 39 (экз. № 779/7-82). Эти теки, длиной до 2,1 мм, наклонены к виргуле под углом 10—15° и не более чем на $^1/_3$—$^1/_4$ своей длины перекрывают друг друга. На 10 мм

приходится 11-9 тек. Экземпляры № 14-81, 779, 7-82 и 779/11-15 наряду с крючкообразными теками имеют в прямых дистальных отрезках ячейки пристиограптового типа. Длина этих тек достигает 1,8—2 мм. Прямые устьевые края у них наклонены к оси под углом 25—30° и не более чем на $^2/_3$ своей длины налегают друг на друга. На 10 мм здесь приходится 8 тек. Сикула не сохранилась.

Сравнение. Большинство изученных экземпляров подобны чешским и немецким *P. revolutus* (Kurck). От марокканских и английских представителей этого вида и от форм, описанных из восточных районов Туркестанского хребта (Аверьянов, 1931), они в основном отличаются большей шириной рабдосомы (1,2 вместо 1 мм). По этому же признаку и большему числу тек в 10 мм они отличаются от казахских форм (Обут, Соболевская, 1966) и от *P. revolutus*, изученных О. Н. Халецкой из лландовери гор Чумкар-Тау, Гобдун-Тау и Каратау (11-8 тек вместо 9 и 10-8). Экземпляры № 14—81 и 779/11—15 в сравнении со всеми известными представителями этого вида, за исключением шведских форм (Törnquist, 1899), имеют бо́льшую максимальную ширину рабдосом (1,4—1,5 мм против 1—1,2 мм). От совместно встречающегося и сходного (по конфигурации тек и углу наклона их к оси) подвида *P. revolutus austerus* (Törnquist) рассмотренные экземпляры отличаются формой проксимальной части (у *P. revolutus austerus* начальный отрезок рабдосомы загнут менее дорзально), большей шириной рабдосом (1,2—1,5 мм вместо 0,6—0,75 мм) и более плотно расположенными теками (11-8 на 10 мм против 9-5). От *P. revolutus praecursor* (Elles et Wood), близкого по форме тек и дистальному отрезку рабдосомы, мальгузарские и северо-нуратинские *P. revolutus* отличаются менее загнутым дорзально проксимальным концом рабдосом.

Распространение. Силур, лландовери. Зоны *P. cyphus* и *D. triangulatus* в Англии, Швеции, ГДР, Карнийских Альпах, Марокко. Зона *P. cyphus* в Чехословакии. В СССР этот вид известен от зоны *P. cyphus* до зоны *D. triangulatus*.

Местонахождение. Горы Мальгузар, бассейн р. Санзар, зона *D. triangulatus—C. gregarius*, обн. 14 (экз. № 14-81), в аргиллитовых сланцах вместе с *P. ovato-elongatus* (Kurck), *M. lobiferus* (McCoy), *D. triangulatus* (Harkn.) и др.; хребет Северный Нуратау (левобережье р. Санзар), зона *D. triangulatus—C. gregarius*, обн.: 779/7 (экз. № 779/7-16, 35, 82, 83), 779/11 (экз. № 779/11-15), в черных аргиллитовых сланцах вместе с *G. tamariscus* (Nich.), *C. gregarius* (Lapw.), *D. triangulatus* (Harkn.) и др.

Род *Coronograptus* Obut et Sobolevskaya, 1968

Coronograptus gregarius (Lapworth), 1876

Табл. II, фиг. 12

Coronograptus gregarius gregarius (Lapworth): Обут, Соболевская, 1968, с. 92, табл. 20, фиг. 1—6, табл. 21, фиг. 1 (см. синонимику).

Лектотип. *Monograptus gregarius* Lapworth, 1876, с. 317, табл. 10, фиг. 12а. (Přibyl, 1948). Лландовери, Англия.

Материал. Пять рабдосом из одного местонахождения.

Описание. Дугообразно дорзально изогнутые рабдосомы длиной от 13 (экз. № 779/11-41а—41г) до 15 мм (экз. № 779/11-41). Их ширина возрастает от 0,3 мм у устья сикулы до 0,6—0,8 мм в дистальном оконча-

нии. Теки в виде простых и слабо расширяющихся к устьям трубок достигают в длину 1,8 мм. Ширина устий 0,3—0,35 мм. Вентральные части устий у некоторых экземпляров (№ 779/11-41) слегка оттянуты в сторону и книзу, в связи с чем стенки их выглядят как бы полого вогнутыми. Теки наклонены к виргуле под углом 15—18° и на $^1/_3$ своей длины налегают друг на друга. На 10 мм приходится 10 тек. Сикула длиной до 4,6 мм (экз. № 779/11-11) своей вершиной достигает средней части третьей теки. Ширина ее устья 0,27 мм.

Сравнение. Рассмотренные экземпляры не отличаются от *C. gregarius* (Lapworth), описанных из силура ГДР. От представителей этого вида, изученных в Англии, Швеции, Марокко, Карнийских Альпах, и от форм, установленных в горах Каракчетау (Халецкая, 1962), они отличаются лишь несколько меньшей шириной рабдосом (0,8 мм против 1 мм). От австралийских представителей *C. gregarius* и форм, изученных А. М. Обутом и Р. Ф. Соболевской из Норильского района, описанные экземпляры отличаются меньшей шириной рабдосом (0,8 мм вместо 1 мм) и реже расположенными теками (10 тек в 10 мм вместо 11-9), а от южноуральских — плотнее сидящими ячейками (у южноуральских представителей число тек в 10 мм равно 10-8).

C. gregarius (Lapw.) по форме рабдосомы и длине сикулы близок к *C. acinaces* (Törnquist), но заметно отличается от него меньшей длиной и шириной рабдосомы, а также иным числом тек в единице замера (10 тек в 10 мм против 11-6). От другого близкого представителя этого рода — *C. cyphus* (Lapw.) рассматриваемый вид отличается равномерно изогнутой рабдосомой, меньшей ее шириной и тем, что вершина сикулы у *C. cyphus* никогда не поднимается выше второй теки.

C. gregarius gregarius имеет также большое сходство с двумя выделенными А. М. Обутом и Р. Ф. Соболевской подвидами — *C. gregarius arcuatus* и *C. gregarius minusculus*. От первого он отличается большей степенью перекрытия тек друг другом ($^1/_3$ вместо $^1/_4$—$^1/_5$) и большим количеством их в единице замера (10 тек на 10 мм против 8-15), а от второго — большей шириной рабдосом (0,6—0,8 мм вместо 0,4—0,5 мм) и меньшим числом ячеек в 10 мм (10 вместо 12-10 тек).

Распространение. Нижний и средний лландовери. В Англии и Португалии данный вид распространен от зоны *M. cyphus* до низов зоны *D. convolutus* включительно; в Швеции и Марокко — на таком же стратиграфическом уровне; в ГДР — в зонах *P. cyphus*, *D. triangulatus*; в Карнийских Альпах — в зонах *M. cyphus* и *M. gregarius*; в Чехословакии — в зонах *D. pectinatus*, *R. approximatus geinitzi*; в Австралии — в зоне *M. gregarius*; в Канаде — в зоне *M. cyphus*. В СССР этот вид известен в Сибири, на Урале, в Прибалтике, в Средней Азии и распространяется от зоны *C. cyphus* до зоны *D. convolutus* включительно.

Местонахождение. Хребет Северный Нуратау, Терсбулак-сай, зона *D. triangulatus—C. gregarius*, обн. 779/11 (экз. № 779/11-41, 41а—41г), в граптолитовых сланцах вместе с *H. scalaris* (His.), *H. aff. rectangularis* (McCoy), *P. minor* Elles, *G. acinaces* (Tqt.), *P. revolutus* (Kurck), *D. triangulatus* (Harkn.), *Rastrites* sp.

Род *Oktavites* Levina, 1928

Oktavites involutus (Lapworth), 1876

Табл. II, фиг. 11

Oktavites involutus (Lapworth): Обут, Соболевская, 1965, с. 81, табл. 14, фиг. 4 (см. синонимику).

Голотип. *Monograptus intermedius* var. *involutus* Lapworth, 1876, с. 316, табл. 10, фиг. 11. Лландовери.

Материал. Одна рабдосома.

Описание. Рабдосома, длиной 73 мм, свернута в плоскую неправильную спираль, составляющую 1,5 оборота. Ее ширина увеличивается лишь в пределах первого витка от 0,27 до 0,9 мм, далее она остается постоянной. Начальные теки удлиненно-треугольные, с оттянутыми и изогнутыми в сторону сикулы устьевыми концами. Ячейки среднего отрезка рабдосомы очень близки к текам *C. communis* (Lapworth). В первой, большей половине спирали они находятся с выпуклой стороны оси, на дистальном отрезке теки деформировались при захоронении, в результате чего устьевые концы их оказались с вогнутой стороны оси. Длина тек в проксимальном отрезке 0,9—1,3 мм, а в среднем и дистальном они достигают 1,5—1,8 мм. Угол наклона их к виргуле составляет 15—17°, а степень перекрытия не превышает $^1/_6$—$^1/_7$ длины. В 10 мм умещается 8 тек. Сикула не сохранилась.

Сравнение. Описанный экземпляр по форме рабдосомы и тек, а также по числу последних в единице длины ничем не отличается от *O. involutus* (Lapw.), известных из силурийских образований Европы, Азии и Африки. По своеобразному облику тек и ширине рабдосомы рассмотренный вид имеет большое сходство с *O. circularis* (Elles et Wood), но отличается от него большей длиной и асимметричностью спирали. От *O. spiralis* (Geinitz), рабдосома которого имеет близкую конфигурацию, он отличается меньшей шириной и формой тек. От сходного с ним *O. changuangensis*, описанного Сун Юнь-Чжу в Китае (Sun, 1933), и от его европейских представителей, изученных А. Пршибылом и А. Мюнхом, он отличается длиной и шириной спирали и меньшим числом тек в единице длины (8 тек на 10 мм вместо 10).

Распространение. Лландовери средний и верхний. В Англии и Марокко известен в зонах *M. convolutus* и *M. sedgwicki*, в ГДР — в зоне *R. linnaei*; в Чехословакии — в зоне *M. sedgwicki* и редко в нижней части зоны *R. linnaei*. В СССР данный вид известен предположительно от зоны *D. triangulatus* до зоны *S. minor—R. linnaei* включительно.

Местонахождение. Хребет Северный Нуратау, Газарма-сай, зона *D. convolutus—M. sedgwicki*, обн. 557 (экз. № 557-17), в аргиллитовых сланцах вместе с *M. sedgwicki* (Portl.), *D. convolutus* (His.), *Demirastrites* sp. и др.

Род *Demirastrites* Eisel, 1912

Demirastrites triangulatus (Harkness), 1851

Табл. II, фиг. 6—8

Demirastrites triangulatus triangulatus (Harkness): Обут, Соболевская, 1968, с. 106, табл. 27, фиг. 3—5, табл. 28, фиг. 1—5, табл. 29, фиг. 1—3 (см. синонимику).

Лектотип. *Rastrites triangulatus* Harkness, 1851, с. 59, табл. 1, фиг. 3а (Přibyl, 1948). Лландовери, Англия.

Материал. Пять рабдосом из двух местонахождений.

Описание. Обломки рабдосом с сильно дорзально изогнутыми проксималями и слабо прогнутыми средними и дистальными отрезками. Длина их не превышает 42 мм (экз. № 779/7-61). Наибольшая ширина, равная 1,6—2 мм, наблюдается обычно на расстоянии первых 12—15 мм от начала проксимали и дальше остается неизменной. Теки находятся с выпуклой стороны рабдосом. Начальные ячейки (две—четыре) типично растритовые, перпендикулярно отстоящие от оси, все остальные тре-

угольно-вытянутые, с несколько крючкообразно отогнутыми в сторону сикулы устьевыми концами. Эти ячейки расширены к основанию и незначительно, на $^1/_5$—$^1/_6$ своей длины, перекрывают друг друга. Угол наклона их к оси составляет около 45°. Длина растритовых тек достигает 1—1,2 мм, треугольно-вытянутых — 1,7—2 мм. Число тек в 10 мм 10-8. Сикулы у всех форм обломаны.

Сравнение. Изученные экземпляры имеют большое сходство как с типичными представителями *D. triangulatus* (Harkness), установленными из силура Англии, так и с описанными в Швеции, Австралии, Марокко, ГДР, Чехословакии и СССР и отличаются от вышеназванных лишь незначительно меньшей шириной рабдосом (1,6—2 мм вместо 2—2,5 мм) и длиной тек. От болгарских форм наши экземпляры отличаются чаще расположенными теками (10-8 тек на 10 мм против 8-7).

По общей конфигурации рабдосомы и облику тек рассмотренные экземпляры сходны также с *D. triangulatus major* (Elles et Wood) и *D. raitzhainiensis* (Eisel) (Waterlot, 1945). От первого они отличаются меньшей шириной рабдосом (1,6—2 мм вместо 3—3,2 мм) и количеством тек в единице замера (10-8 тек на 10 мм против 12-7), а от второго — большей шириной рабдосом, меньшей степенью перекрытия тек друг другом и менее плотным расположением их на оси (10-8 тек на 10 мм вместо 12-9).

Распространение. Нижний и средний лландовери. Зоны *M. triangulatus* и *M. gregarius* в Англии, Швеции, Марокко, Карнийских Альпах, Китае; зона *D. triangulatus* в ГДР и Чехословакии. На территории СССР данный вид описан только из одноименной зоны среднего лландовери. В центральной части Туркестанского хребта единичные представители этого вида встречены автором в 1962 г. в комплексе с граптолитами зоны *C. vesiculosus*.

Местонахождение и ассоциация. Горы Мальгузар, Заргарсай, зона *D. triangulatus—C. gregarius*, обн. 14 (экз. № 14-20), в аргиллитовых сланцах вместе с *P. ovato-elongatus* (Kurck), *M. lobiferus* (McCoy) и др., хребет Северный Нуратау, Терсбулак-сай, зона *D. triangulatus—C. gregarius*. обн.: 779/7 (экз. № 779/7-35, 61, 83), 779/11 (экз. № 779/11-11), в сланцах вместе с *H. scalaris* (His.), *P. minor* Elles, *P. revolutus* (Kurck), *C. gregarius* (Lapw.) и др.

ЛИТЕРАТУРА

Аверьянов Б. Н. Graptoloidea из сланцев Ура-Тюбинского района и Зеравшанской долины Туркестана. — «Тр. Главного геол.-развед. управл.», М., 1931, вып. 101, с. 1—26.

Гайлите Л. К., Рыбникова М. В., Ульст Р. Ж. Стратиграфия, фауна и условия образования силурийских пород Средней Прибалтики. Рига, «Зинатне». 1967. 303 с.

Обут А. М., Соболевская Р. Ф., Бондарев В, И. Граптолиты силура Таймыра. М., «Наука-, 1965. 119 с.

Обут А. М., Соболевская Р. Ф. Граптолиты раннего силура в Казахстане. М., «Наука», 1966. 55 с.

Обут А. М., Соболевская Р. Ф., Меркурьева А. П. Граптолиты лландовери в кернах буровых скважин Норильского района. М., «Наука», 1968. 136 с.

Обут А. М., Соболевская Р. Ф., Николаев А. А. Граптолиты и стратиграфия нижнего силура окраинных поднятий Колымского массива (Северо-Восток СССР). М., «Наука», 1967. 162 с.

Спасов Хр. Фосилите на България. Палеозой. Т. I, София, 1958.

Халецкая О. Н. Граптолиты лландовери западного Тянь-Шаня. Стратиграфия и палеонтология Узбекистана и сопредельных районов, кн. I. Ин-т геол. АН Уз. ССР. Ташкент, 1962, с. 41—106.

Bouček, B. Predběžna zpráva o některých nových druzich graptolitu z českého gotlandienu. — "Věst. Ústeréd. Ústavu geol.", 1931, nr. 7., s. 1—21.

Bouček, B., Münch, A. Retioliti středoevropského Llandovery a spodniho Wenlocku. — "Rozpr. II. Tř. České Akad.", r. LIII, č. 41, s. 1—49.

Bouček, B., Münch, A. Retioliti střdoevropského sverhniho wenlocku a ludlowu. Praha, 1952, s. 1—151.
Bouček, B., Přibyl, A. Uber böhmische Monograpten aus der Unter Gattung *Streptograptus*. — "Mitt. Tshech. Akad. Wiss.", 1942, Jahrg. LII, Nr. 1, S. 1—23.
Churkin, M., Carter, C. Early Silurian graptolites from Southeastern Alaska and their correlation with graptolitic sequences in North America and the Arctic. — "U. S. geol. Surv., Prof. Paper", 1970, 653, p. 1—51.
Haberfelner, E Graptolithen aus dem Obersilur der Karnischen Alpen. I. Teil. Hochwipfel, Nordseite. — "Sitzungsber. Akad. Wiss. Wien", 1931, Abt. I, Bd 140, H. 1, S. 879—892.
Münch, A. Die Graptoliten aus dem Anstehenden Gotlandium Deutschlands und der Tschechoslowakei. — "Geologica", 1952, H. 7. 157 S.
Přibyl, A. Bibliographic index of Bohemian Silurian graptolites. — "Knih. Statn. Geol. Úst. ČSR", 1948, sv. 22, s. 1—96.
Sun, Y. C. Ordovician and Silurian graptolites from China. — "Paleontol. Sinica", 1933, ser. B, vol. 14, p. 1—52.

Трест «Ташкентгеология». Ташкент

STRATIGRAPHY AND GRAPTOLITES OF LOWER SILURIAN IN WESTERN TURKESTAN MOUNTAIN RIDGE

A. GOLIKOV

Summary

Lower Silurian rocks especially the Llandoverian ones are very widespread in the western part of the Turkestan Mountain Ridge. In different areas the range of the section is different, often tectonic, not stratigraphic boundaries occur. Llandovery is represented by deformed and dislocated shales, aleurolites and sandstones. Wenlock in its lower part is represented by volcanic and sedimentary rocks (tuffs, sandstones, argillites, etc.), in the upper part by aleurolites and shales. In the named subseries the following graptolite zones has been established: *A. acuminatus — A. ascensus, C. vesiculosus, D, triangulatus — C. gregarius, D. convolutus — M. sedgwicki, S. minor, S. turriculatus — G. crispus, O. spiralis, C. murchisoni, M. riccartonensis, M. flexilis, C. radians, M. testis*. Also 12 species of graptolites are described.

TURKESTANI MÄEAHELIKU LÄÄNEOSA ALAMSILURI STRATIGRAAFIA JA GRAPTOLIIDID

A. GOLIKOV

Resümee

Turkestani mäeaheliku lääneosas on väga laialt levinud alamsiluri, eriti ländouveri kivimid. Kuid erinevates piirkondades on läbilõike ulatus erinev, sagedad on tektoonilised, mitte stratigraafilised piirid. Ländouveri esindavad moondunud ja dislotseerunud kildad, aleuroliidid ja liivakivid. Uenloki alumine osa koosneb vulkanogeensetest ja settelistest kivimitest (tuffidest, liivakividest, argilliitidest jne.), ülemine osa aleuroliitidest ja kiltadest. Nimetatud ladejärkudes on kindlaks tehtud järgmised graptoliiditsoonid: *A. acuminatus — A. ascensus, C. vesiculosus, D. triangulatus — C. gregarius, D. convolutus—M. sedgwicki, S. minor, S. turriculatus — G. crispus, O. spiralis, C. murchisoni, M. riccartonensis, M. flexilis, C. radians, M. testis*. Kirjeldatakse 12 liiki ländouveri graptoliite.

РОД *ALETOGRAPTUS* OBUT ET SOBOLEVSKAYA, 1962 В ТЯНЬ-ШАНЕ

М. Б. ЗИМА

Отделение ордовика от кембрия в Тянь-Шане всегда было довольно трудной задачей и обычно проводилось по структурным и литологическим признакам с некоторой долей условности. Практически к настоящему времени имеются лишь три разреза, где нижняя граница ордовика (тремадока) определена по палеонтологическим данным: на р. Агалатас в Кендыктасе по триболитам и брахиоподам (Келлер, Рукавишникова, 1961), на р. Арпаозен в Центральном Каратау по трилобитам, согласно данным Г. К. Ергалиева, и в Малом Каратау по трилобитам и головоногим (Лисогор, 1966; Малиновская, 1966). Единичные находки *Triograptus osloensis* в Джебаглах и *Dictyonema flabelliforme* nov. var. в Северо-Западном Каратау были сделаны Н. М. Саловым около четверти века назад. Ни здесь, ни в других районах Киргизии и Южного Казахстана этих граптолитов с тех пор никому не удалось обнаружить.

В 1962 г. А. М. Обут и Р. Ф. Соболевская в статье, посвященной тремадокским и аренигским граптолитам Таймыра, дали описание двух новых родов — *Sagenograptus*, с типовым видом *Sagenograptus gagarini* и *Aletograptus*, с типовым видом *Aletograptus hyperboreus*. Описание нового вида и даже рода — событие, довольно обычное в палеонтологии. Однако в данном случае выделение указанных двух новых родов оказалось на редкость «своевременным» и полезным для разработки региональной граптолитовой шкалы нижнего ордовика Советского Тянь-Шаня. Так, уже в 1963 г. мне удалось собрать первых алетограптов в тремадокских отложениях хр. Кендыктас. Тогда же здесь были обнаружены *Anisograptus* cf. *richardsoni* Bulman. За последние годы получен новый материал по ранне- и среднеордовикским граптолитам Киргизии и Южного Казахстана; в частности в разрезах тремадока всего этого региона установлено присутствие рода *Aletograptus*: в хребтах Кендыктас, Кунгей-Алатау, Джетымтау, в горах Джебаглы, в Сандалашском хребте и в Северо-Западном Каратау. Эти находки дают возможность уточнить в указанных районах положение нижней границы ордовика, характер его взаимоотношения с кембрием, а также установить тремадокский возраст некоторых толщ, считавшихся до сих пор более древними, иногда даже среднерифейскими.

Таким образом, выяснилось, что род *Aletograptus*, который раньше не был нам известен и не зафиксирован в наших сборах, является очень ценным стратиграфическим индикатором при разработке граптолитовой шкалы ордовика Тянь-Шаня, а вероятно, и других регионов. Полученные данные позволяют кроме того уточнить стратиграфическое распростране-

ние самого этого рода, а также встреченного совместно с ним рода *Sagenograptus*. Для этого достаточно ознакомиться с фаунистическими комплексами разрезов нижнего ордовика двух районов — хребта Кендыктас и гор Джебаглы.

РАЗРЕЗ ПО Р. АГАЛАТАС (ХР. КЕНДЫКТАС)

1. В видимом основании разреза залегает пачка тонко- и среднеплитчатых алевролитов, переслаивающихся с мелкозернистыми среднеплитчатыми песчаниками. С поверхности цвет этих пород зеленый, разных тонов, а на свежем сколе — серый, с зеленоватым оттенком. Мощность 24 м.

В самой нижней части пачки обнаружены *Dictyonema sociale* (Salter), *Anisograptus richardsoni* Bulman и *Staurograptus dichotomus* Emmons. Диктионемы редки, анизограпты и ставрограпты многочисленны, однако их остатки не образуют массовых скоплений, а рассеяны в слоях мощностью 1,0—1,5 м. При прослеживании этих слоев по простиранию обнаружены лишь редкие анизограпты. На этом же уровне встречаются редкие трилобиты и беззамковые брахиоподы.

В 8 м выше залегает следующий прослой с редкими беззамковыми брахиоподами и трилобитами. Здесь же появляются первые редкие *Aletograptus* sp. indet. Выше, вплоть до кровли пачки, встречены лишь редкие остатки брахиопод.

2. Алевролиты и глинистые сланцы средне- и тонкоплитчатые, темно-серые до черных, заметно известковистые, местами углистые; встречаются редкие прослои, мощностью 5—10 см, очень крепких средне- и мелкозернистых зеленовато-серых песчаников. Мощность 4,5 м.

В 3 м от подошвы пачки встречено несколько прослоев с остатками трилобитов, граптолитов и беззамковых брахиопод. Наиболее обильно представлены трилобиты, причем комплекс их довольно разнообразен и сохранность превосходная. Предварительно ознакомившиеся с этой коллекцией Г. Х. Ергалиев и М. К. Аполлонов установили здесь *Hysterolenus* sp. nov., *Shumardia* sp. и *Symphysurina* (?) sp. Они считают возраст комплекса раннетремадокским. В тех же и других прослоях найдены многочисленные остатки *Aletograptus* sp. и четыре экземпляра *Sagenograptus* sp. nov.

3. Песчаники и сланцы средне- и тонкоплитчатые, буровато-зеленые; в нижней части пачки встречаются сургучно-красные сланцы от тонкоплитчатых до листоватых, а в верхней — прослои гравелитов. Мощность 7 м.

4. Алевролиты с прослоями сланцев, средне- и толстоплитчатые, буровато-красные. Мощность 6 м.

5. Алевролиты буровато-зеленые, грубоплитчатые до массивных. Мощность 2 м.

Рассмотренная часть разреза известна под названием кендыктасской свиты. Последняя описывалась неоднократно многими исследователями. Возраст ее считается раннетремадокским на основании следующего комплекса брахиопод и трилобитов: *Obulus* sp., *Bicornipyge bicornis* Lis., *Harpides rugosus* S. et B., *Hysterolenus oblongus* Lis. Этот возраст подтвержден теперь граптолитами самой нижней пачки.

Выше по разрезу залегает так называемая агалатасская свита, существенно известняковая по составу. По трилобитам и брахиоподам установлен ее позднетремадокский возраст (Келлер, Рукавишникова, 1961).

РАЗРЕЗ ПО ВОДОРАЗДЕЛУ РЕК Б. КАМАЛ И ШИГЕРКАМАЛ (ГОРЫ ДЖЕБАГЛЫ)

1. Известняки черные, глинистые, с прослоями известняковисто-глинистых сланцев. Мощность 150—160 м.

В 70—80 м от подошвы пачки встречены остатки трилобитов, которые Г. Х. Ергалиев определил как *Proceratopyge* ex gr. *rectispinatus* (Troedson) и *Charchaquia* cf. *norini* Troedson и сделал следующее заключение: «Совместное сообщество этих форм обычно датирует возраст вмещающих пород как верхи верхнего кембрия. В Байконурском синклинории и Центральном Каратау они встречаются, как правило, в зоне *Lotagnostus—Hedinaspis regalis*.»

В 30 м еще стратиграфически выше в черных среднеплитчатых известняках собраны трилобиты, по которым Г. Х. Ергалиевым сделан следующий вывод: «...Скудные остатки, принадлежащие роду *Hysterolenus* Moberg. Представители его в Швеции, Китае и Центральном Казахстане найдены в верхах верхнего кембрия и в нижнем тремадоке. В бассейне р. Арпаозен (Центр. Каратау. — *М. З.*) виды *Hysterolenus* известны только в зоне *Rhadinopleura (Sibiriopleura)—Resemites bolaticus*. Исходя из этих данных, можно предполагать, что данная коллекция имеет раннетремадокский возраст».

Еще в 40—45 м выше, вблизи кровли рассматриваемой пачки, в черных среднеплитчатых глинистых известняках, обнаружены многочисленные остатки, среди которых установлены *Aletograptus* sp., *Triograptus* (?) sp. indet. и ряд новых форм граптолоидей.

2. Известково-глинистые сланцы, светло-серые, тонкоплитчатые. Мощность 8 м.

3. Известняки черные, плитчатые. Мощность 20 м.

4. Известняки глинистые, средне- и толстоплитчатые, светло-серые, окремнелые. Мощность 15 м.

5. Глинистые известняки, черные, средне- и тонкоплитчатые, местами переходящие в известковисто-глинистые сланцы. Мощность 42 м.

В 5 м от подошвы в одном из прослоев обнаружены многочисленные *Tetragraptus approximatus* Nich., *T. acclinans* Keble, *T. harti* Hall, T. S., *T. quadribrachiatus* Hall.

В 12 м стратиграфически выше в таких же породах к этому комплексу, значительно обедненному в количественном отношении, добавляются *Expansograptus extensus* (Hall) и *Pendeograptus pendens* (Elles).

Еще в 17 м выше найдены только *Expansograptus extensus* (Hall).

6. Черные известково-глинисто-кремнистые, глинисто-известковистые сланцы, насыщенные мелкими (0,5—1,0 мм) кристалликами пирита. В верхней части пачки появляется в заметном количестве песчанистый материал. Мощность 46 м.

В породах нижней части пачки содержатся многочисленные остатки граптолитов *Tetragraptus serra* Brong., *Dichograptus octobrachiatus* Hall, *Phyllograptus angustifolius* Hall, *Expansograptus extensus* (Hall), *E. serpens* (Monsen), *E. hirundo* (Salter), *Acrograptus* ex gr. *gracilis* (Törnquist), *A. apartus* (Monsen).

Анализ приведенного выше материала показывает, что в разрезе по р. Агалатас представители рода *Aletograptus*, как и рода *Sagenograptus*, впервые появляются несколько выше слоев с раннетремадокским граптолитовым комплексом, однако здесь этим родам сопутствует комплекс раннетремадокских трилобитов, а выше залегает толща с позднетремадокскими трилобитами и брахиоподами.

В горах Джебаглы комплекс, включающий алетограптов, является, скорее всего, позднетремадокским, так как происходит из средней части интервала между слоями с раннетремадокскими трилобитами внизу и раннеаренигскими граптолитами вверху.

Если обратиться к разрезам Таймыра, то там, как показано А. М. Обутом и Р. Ф. Соболевской, *Aletograptus hyperboreus* ассоциирует с *Triograptus canadensis* Bulman и фиксируется примерно в средней части тремадока, выше слоев с *Dictyonema sociale* (Salter), *D. parabola* (Bulman) и *Anisograptus richardsoni* Bulman. Стратиграфическое положение вида *Sagenograptus gagarini* менее определенное, поскольку на Таймыре он обнаружен не в разрезе, а в изолированном обнажении вместе с *Temnograptus* aff. *noveboracensis* Ruedemann. Учитывая и данные по Кендыктасу, можно считать, что этот род распространен в интервале от нижнего тремадока до нижнего аренига включительно. Что касается рода *Aletograptus* то он встречен и в нижнем, и в верхнем тремадоке. Этот род имеет важное стратиграфическое значение для Тянь-Шаня, так как во многих разрезах является единственным палеонтологическим документом, позволяющим определять отложения тремадокского возраста.

ЛИТЕРАТУРА

Келлер Б. М., Рукавишникова Т. Б. Тремадокские и смежные с ними отложения хребта Кендыктас. — «Тр. ГИН АН СССР», 1961, вып. 18, с. 22—28.

Лисогор К. А. Биостратиграфия тамдинской серии Малого Каратау. — «Докл. АН СССР», 1966, т. 169, № 1, с. 184—187.

Малиновская В. Д. Стратиграфическое распространение головоногих моллюсков в кембрии и ордовике хребта Малый Каратау. — «Докл. АН СССР», 1966, т. 169, № 1, с. 184—187.

Обут А. М., Соболевская Р. Ф. Граптолиты раннего ордовика на Таймыре. — «Тр. НИИГА», 1962, т. 127, вып. 3. 87 с.

Институт геологии Академии наук Киргизской ССР. Фрунзе

ALETOGRAPTUS OBUT ET SOBOLEVSKAJA, 1962 IN TIEN SHAN

M. ZIMA

Summary

Aletograptus Obut et Sobolevskaya, 1962 is discovered for the first time in the Tremadoc of the Kendyktas, Kungey Alatau and Jetymtau Ridges, in the Sandalash Ridge and in NW Karatau. Its vertical range is limited by Tremadoc. The genus is of a great stratigraphic importance so as in many sections it is the only palaeontological document that let us to recognize the formations of Tremadoc age.

PEREKOND *ALETOGRAPTUS* OBUT ET SOBOLEVSKAJA, 1962 TJAN-ŠANIS

M. ZIMA

Resümee

Aletograptus sp. on kindlaks tehtud Kendõktasis, Kungei Alatau, Džetõmtau, Sandalaši ja Loode-Karatau ahelikus ning Džebaglõ mägedes. *Aletograptus*'e esinemine piirdub tremadokiga, kusjuures ta ilmub pisut kõrgemal kui *Dictyonema sociale* ja *D. parabola* tsoon.

ГРАПТОЛИТОВЫЕ КОМПЛЕКСЫ ПОГРАНИЧНЫХ СЛОЕВ АРЕНИГА И ЛЛАНВИРНА СЕВЕРНОГО ТЯНЬ-ШАНЯ

М. Б. ЗИМА

Вопросы, касающиеся границ стратиграфических подразделений различного ранга и корреляции разрезов как внутри отдельных регионов, так и в межрегиональном масштабе, постоянно являются объектом внимания специалистов и предметом оживленных дискуссий. С особенной остротой эти вопросы встали в сравнительно недавние годы, что было вызвано прежде всего потребностями практики — переходом к детальным поискам и съемкам. В разработке указанных вопросов основным исходным материалом являются, как известно, палеонтологические данные по разнообразным группам окаменелостей. В связи с этим следует отметить, что в этом отношении интервал, охватывающий поздний ареиг—ранний лланвирн, в частности граптолитовые комплексы этого возраста, представляет собой очень интересный и благодатный объект для исследователя.

Аренигские и лланвирнские граптолитовые комплексы ярко проявлены во многих регионах мира, и литература, посвященная им, весьма обширна. В предлагаемом сообщении приводятся результаты изучения аренигских и лланвирнских граптолитов Северного Тянь-Шаня и на основе полученного материала делаются некоторые выводы общего характера.

Территория, о которой идет речь в статье (рис. 1), охватывает Северную Киргизию (хребет Кунгей-Алатау, восточное Присонкулье, западное

Рис. 1. Схема расположения изученных разрезов в Северном Тянь-Шане.

1 — Северо-Западный Каратау; *2* — горы Джебаглы; *3* — северо-западное окончание Киргизского хребта; *4* — Кунгей-Алатау; *5* — восточное Присонкулье.

окончание Киргизского хребта) и частично районы Южного Казахстана (горы Джебаглы и хребет Северо-Западный Каратау). Изученные пять опорных разрезов расположены в широтном направлении на расстоянии около 900 км. Эти разрезы характеризуют различные структурно-фациальные зоны и подзоны и, следовательно, отличаются по своему строению и составу. В зональной граптолитовой шкале интервал, рассматриваемый в статье, охватывает две зоны — зону *Expansograptus hirundo* верхнего аренига и зону *Ptilograptus delicatulus* нижнего лланвирна (аналог зоны *Didymograptus bifidus* в местной зональной шкале). Как будет видно из дальнейшего изложения, в различных разрезах этот интервал имеет различную мощность и характеризуется отличающимися друг от друга граптолитовыми комплексами.

КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЗРЕЗОВ И ГРАПТОЛИТОВЫХ КОМПЛЕКСОВ

1. Северо-Западный Каратау

Разрез изучен в верховьях руч. Карагур (рис. 2). Породы, заключающие остатки граптолитов — известково-глинистые сланцы, переслаивающиеся с известняками. Породы окремнены, причем в верхней части пачки в значительно большей степени. Мощность пачки 12 м, из них на зону *E. hirundo* приходится около 10 м. В пределах этой зоны на общем фоне в целом единого комплекса граптолитов проявляется определенная дифференциация, позволяющая выделить следующие слои: с *Goniograptus* и *Pendeograptus*, с *Tetragraptus*, с *Isograptus*.

Зона *Ptilograptus delicatulus* охарактеризована скудным комплексом, однако в нем присутствует *Ptilograptus* cf. *delicatulus* Rued. — форма, характерная для этой зоны по всем изученным разрезам и являющаяся для данного региона зональной.

2. Горы Джебаглы

Изученный разрез (рис. 3) расположен на водоразделе руч. Б. Камал и Шигеркамал. В этом разрезе лланвирн не установлен. Однако разрез интересен тем, что здесь можно видеть нижнюю часть зоны *E. hirundo* в непосредственном переходе от зоны *E. extensus*. В разрезе аренига выделяются три зоны — *Tetragraptus approximatus, Expansograptus extensus* и *Expansograptus hirundo*, общая мощность которых 110 м, из них около 40 м приходится на зону *E. hirundo*. Нижние две зоны представлены глинисто-карбонатными породами, а зона *E. hirundo* — глинисто-кремнистыми с пиритом. По составу граптолитов переход от зоны к зоне, как можно видеть на рис. 3, происходит довольно постепенно, а зона *E. hirundo* по сравнению с разрезами других районов представлена здесь, очевидно, более нижней своей частью (отсутствуют слои с *Isograptus*).

3. Киргизский хребет (западное окончание)

Разрез аренига и лланвирна (рис. 4) изучен по левому борту руч. Кызыл-Кайнар и представлен единой пачкой черных глинистых сланцев и алевролитов со значительной примесью известковистого материала. Мощность двух зон около 300 м, из которых на зону *Ptilograptus delicatulus* приходится около 60 м.

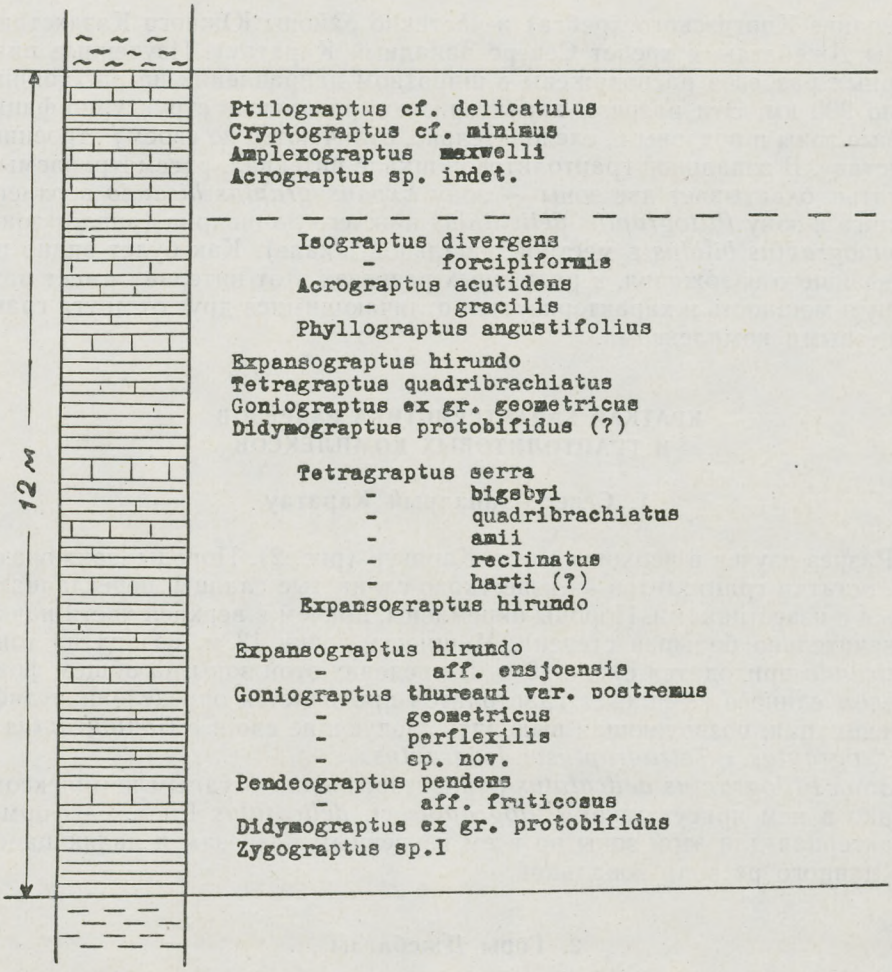


Рис. 2. Разрез и граптолиты аренига-лланвирна в верховьях р. Карагур (Северо-Западный Каратау; Зима, 1971—1972).

Прерывистая линия — граница между зонами *E. hirundo* и *P. delicatulus*.

В пределах зоны *E. hirundo* граптолиты собраны во многих прослоях, однако состав их в каждой точке сбора довольно близок и соответствует в целом слоям с *Isograptus*. Переход к зоне *P. delicatulus* происходит здесь нерезко, а для самой этой зоны в данном разрезе характерно присутствие в комплексе многочисленных *Glossograptus* и *Hallograptus*, что дает основание выделять здесь одноименные слои.

4. Кунгей-Алатау

В хребте Кунгей-Алатау изученный разрез аренига и лланвирна мощностью 230 м расположен в верховьях руч. Кызыбашат (рис. 5). В пределах зоны *E. hirundo* он представлен внизу пачкой черных кремнисто-глинистых сланцев, а выше — песчаниками со сланцевыми прослоями. На эту зону приходится 110 м мощности. Граптолиты приурочены к верхней

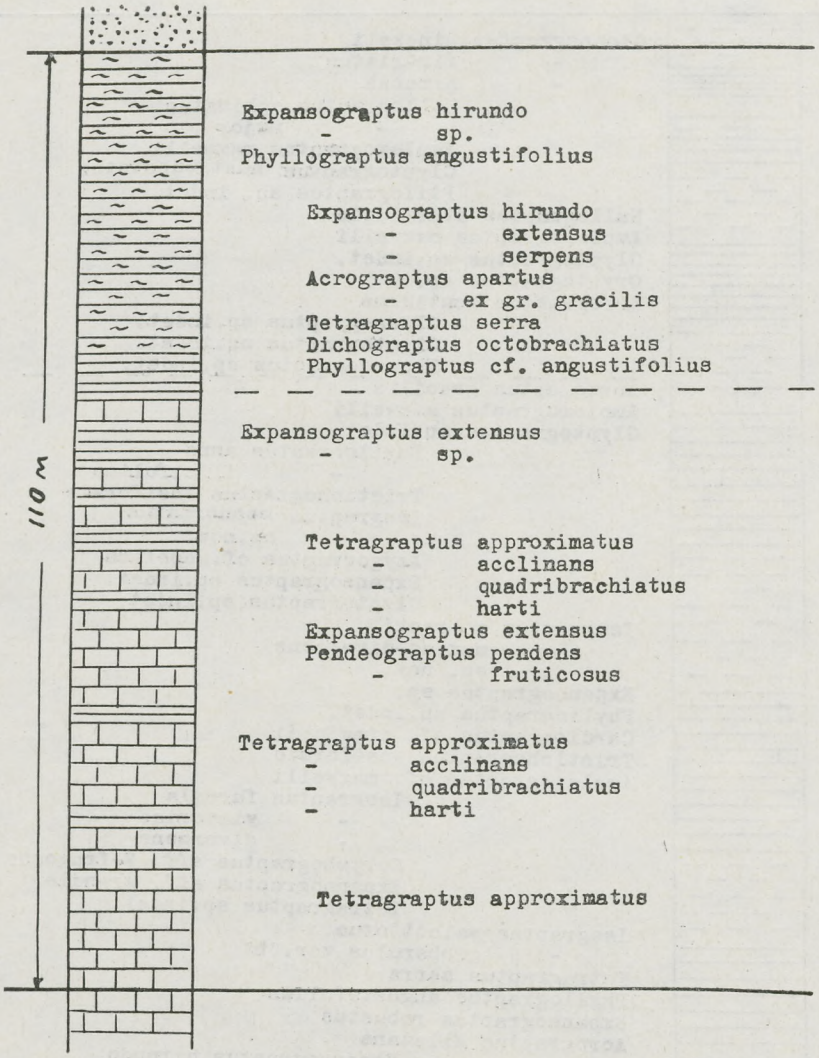


Рис. 3. Разрез и граптолиты среднего и верхнего аренига на водоразделе рек Б. Камал и Шигеркамал (горы Джебаглы; Зима, 1969).
Прерывистая линия — граница между зонами *E. extensus* и *E. hirundo*.

части песчано-сланцевой пачки и по своему составу соответствуют верхней части зоны *E. hirundo* — изограптовым слоям (кстати, это единственный разрез, в котором не установлен вид-индекс — *E. hirundo*).

Зона *Ptilograptus delicatulus* представлена существенно карбонатными породами мощностью 120 м. Граптолитовый комплекс этой зоны очень богат и разнообразен, однако наиболее характерной его чертой является присутствие представителей рода *Holmograptus*. Наибольшее число граптолитов приурочено к нижней и верхней частям пачки, однако состав ассоциаций здесь существенно не отличается (см. рис. 5).

В средней части пачки залегают прослои с трилобитами (сборы А. Б. Бакирова, определения М. К. Аполлонова).

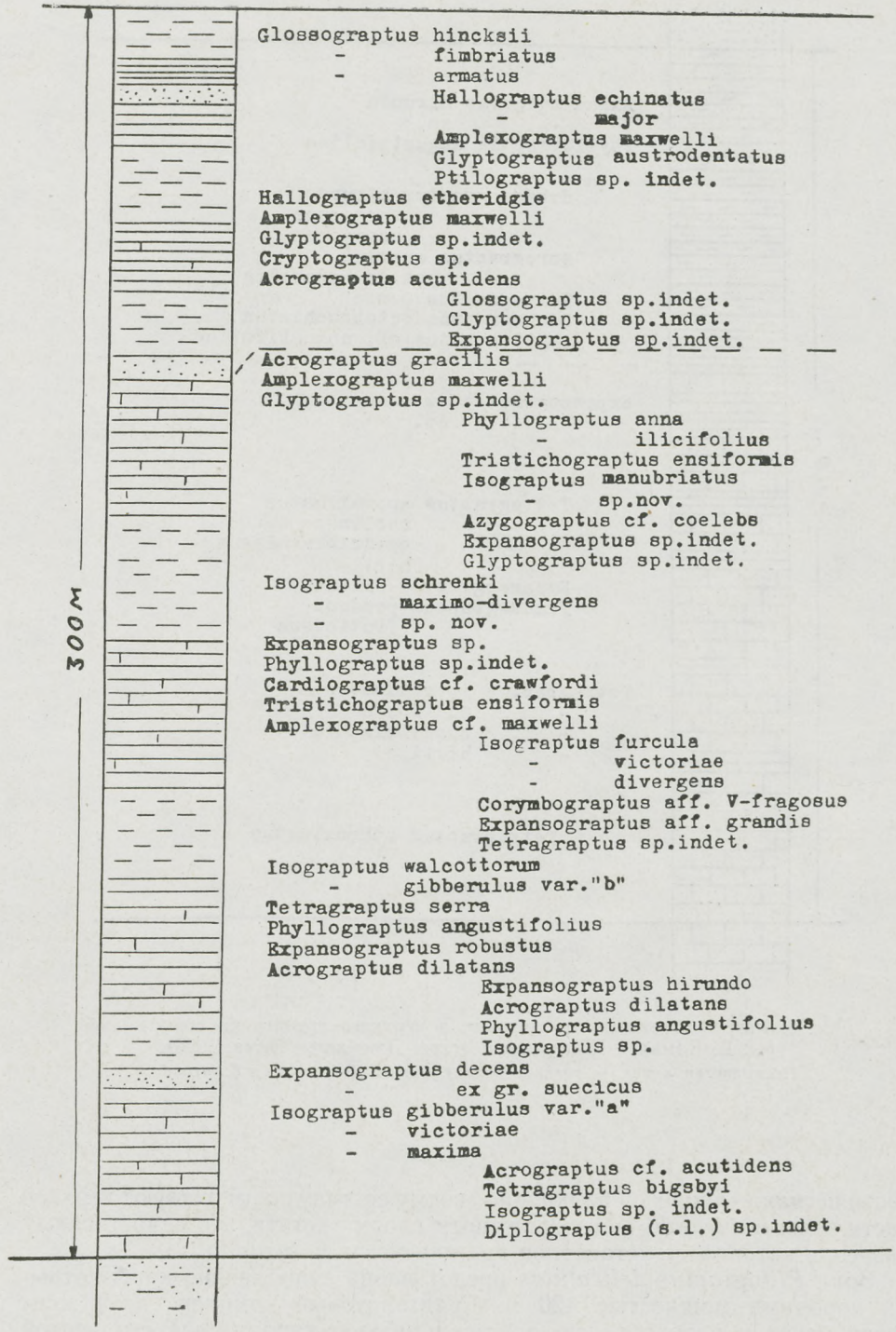


Рис. 4. Разрез и граптолиты аренига-лланвирна р. Кызыл-Кайнар (западное окончание Киргизского хребта; Зима, 1971—1972).

Прерывистая линия — граница между зонами *E. hirundo* и *P. delicatulus*.

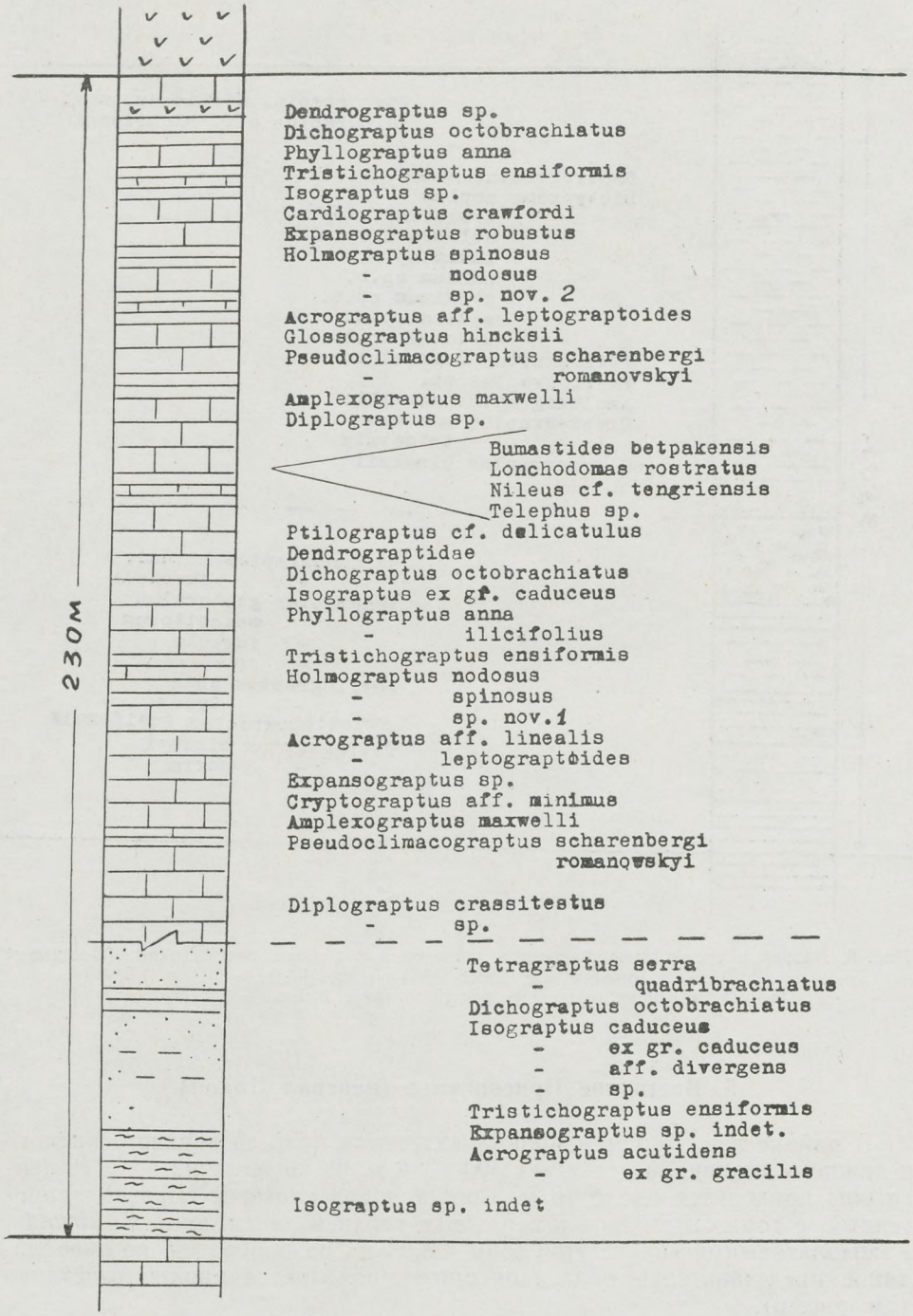


Рис. 5. Разрез и граптолиты аренига и лланвирна в верховьях р. Қызылбашат (хр. Кунгей-Алатау; Зима, 1972).

Прерывистая линия — граница между зонами *E. hirundo* и *P. delicatulus*.

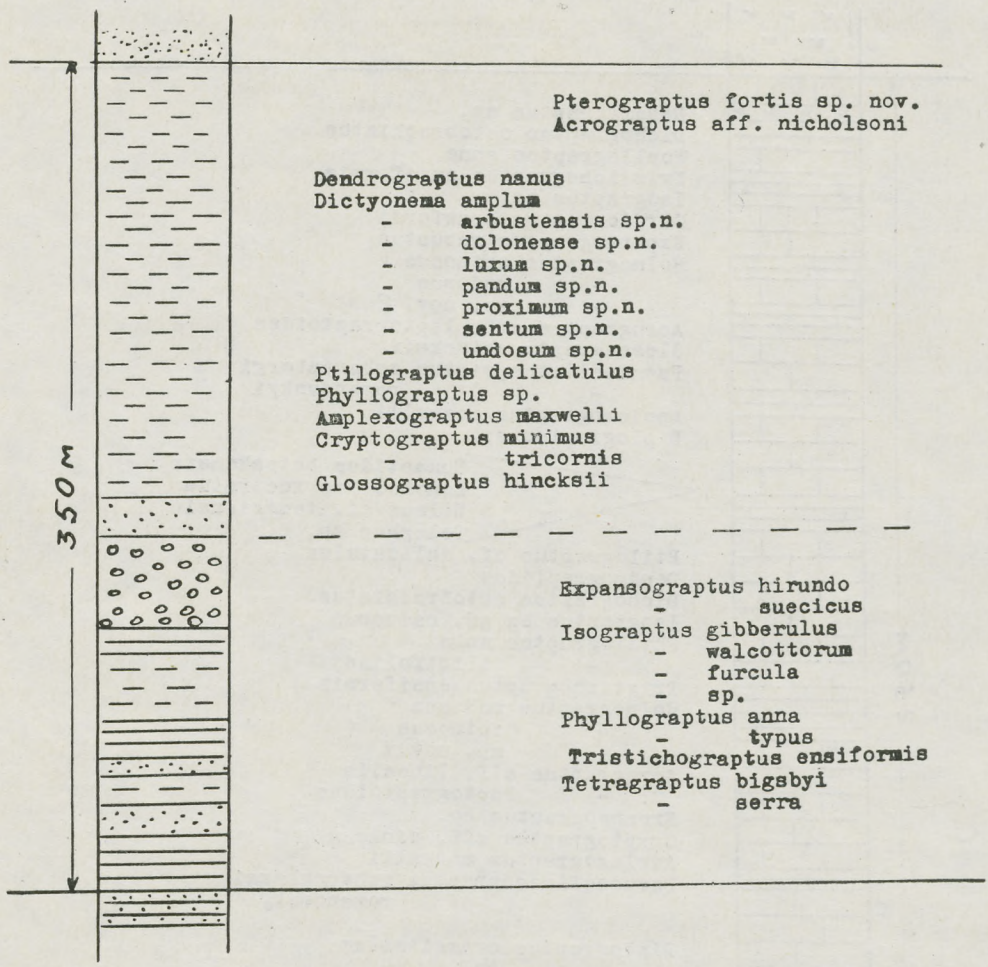


Рис. 6. Разрез и граптолиты аренига и лланвирна в районе пер. Долон (Восточное Присонкулье; Зима, 1961—1963, 1973).
Прерывистая линия — граница между зонами *E. hirundo* и *P. delicatulus*.

5. Восточное Присонкулье (перевал Долон)

В районе пер. Долон мощность интервала разреза верхнего аренига и нижнего лланвирна достигает 300—350 м, из которых на зону *P. delicatulus* приходится около 70 м. Состав пород главным образом терригенный, с горизонтом конгломератов в верхней части зоны *E. hirundo*. Граптолитовый комплекс этой зоны довольно разнообразен, но преобладание представителей рода *Isograptus* проявляется вполне отчетливо (см. рис. 6).

Породы зоны *P. delicatulus* представлены известково-кремнистыми алевролитами и аргиллитами с прослоями и пластами песчаников. Мощность зоны примерно 70 м; наибольшее скопление граптолитов отмечено в 18—20 м от основания пачки. Здесь преобладают дендроидные формы. В 30 м выше залегает еще один прослой с граптолитами, среди которых установлены только *Pterograptus* sp. nov. и *Acrograptus* aff. *nicholsoni* Lapw.).

АНАЛИЗ МАТЕРИАЛА

Изложенный материал по граптолитовым комплексам сведен в табл. 1. Анализ ее показывает следующее. Комплекс двух рассматриваемых зон в целом состоит из 83 видов, относящихся к 26 родам. Зона *Expansograptus hirundo* охарактеризована 49 видами 16 родов, а в зоне *Ptilograptus delicatulus* — 44 видами 19 родов. Из этого числа 9 родов и 10 видов являются общими для обеих зон.

Таблица 1

Состав и распространение в отдельных районах Северного Тянь-Шаня граптолитов верхнего аренига и нижнего лланвирна.

Цифрами указаны описанные районы: *1* — СЗ Каратау; *2* — горы Джебаглы; *3* — северо-западное окончание Киргизского хребта; *4* — Кунгей-Алатау; *5* — Восточное Присонкулье.

Виды	Зона *Expansograptus hirundo*					Зона *Ptilograptus delicatulus*				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Dendrograptus nanus Obut										+
— sp.									+	
Dictyonema amplum Ruedemann										+
— sp. nov. A										+
— sp. nov. B										+
— sp. nov. C										+
— sp. nov. D										+
— sp. nov. E										+
— sp. nov. F										+
— sp. nov. G										+
Ptilograptus delicatulus Ruedemann										+
— cf. *delicatulus* Ruedemann						+			+	
— sp. indet.								+		
Pterograptus sp. nov.										+
Pendeograptus pendens (Elles)	+									
— aff. *fruticosus* (Hall)	+									
Dichograptus octobrachiatus (Hall)		+		+					+	
Goniograptus thureaui var. *postremus* Ruedemann	+									
— *geometricus* Ruedemann	+									
— *perflexilis* Ruedemann	+									
— sp. nov.	+									
Zygograptus sp.	+									
Tetragraptus amii Elles et Wood	+									
— *bigsbyi* Hall	+		+		+					
— *harti* (?) Hall, T. S.	+									
— *quadribrachiatus* Hall	+			+						
— *reclinatus* Elles et Wood	+									
— *serra* Brongniarth	+	+	+	+	+					
Phyllograptus angustifolius Hall	+	+	+							
— *anna* Hall			+		+				+	
— *ilicifolius* Hall			+						+	
— *typus* Hall					+					
— sp.										
Cardiograptus crawfordi Harris			+						+	+
Tristichograptus ensiformis (Hall)			+	+	+				+	
Didymograptus protobifidus (?) Elles	+									
Expansograptus decens (Törnquist)			+							
— *extensus* (Hall)		+								
— aff. *ensjoensis* (Monsen)	+									

	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
— aff. *grandis* (Monsen)			+							
— *hirundo* (Salter)	+	+	+		+					
— *robustus* (Ekström)			+						+	
— *serpens* (Monsen)		+								
— *suecicus* (Tullberg)			+		+					
— sp. indet.				+				+		
Holmograptus nodosus (Harris)									+	
— *spinosus* (Ruedemann)									+	
— sp. nov. 1									+	
— sp. nov 2									+	
Acrograptus acutidens (Lapworth)	+		+	+				+		
— *apartus* (Monsen)		+								
— *dilatans* (Hall, T. S.)			+							
— *gracilis* (Törnquist)	+	+	+	+					+	
— *leptograptoides* (Monsen)									+	
— aff. *linealis* (Hsü)										+
— aff. *nicholsoni* (Lapworth)										
— sp. indet.						+				
Isograptus caduceus Harris				+						
— ex gr. *caduceus* Harris				+					+	
— *divergens* (Harris)	+		+	+						
— *forcipiformis* Ruedemann	+									
— *furcula* Ruedemann			+		+					
— *gibberulus* (Nicholson)			+		+					
— *manubriatus* Hall, T. S.			+							
— *maxima* (Harris)			+							
— *maximo-divergens* (Harris)			+							
— *schrenki* Obut et Sobolevskaja			+							
— *victoriae* (Harris)			+							
— *walcottorum* Ruedemann			+		+					
— sp.				+	+				+	
Azygograptus cf. coelebs Nicholson			+							
Corymbograptus aff. *V-fragosus* Obut et Sobolevskaja			+							
Pseudoclimacograptus scharenbergi (Lapworth)									+	
— *romanovskyi* Keller									+	
Glyptograptus austrodentatus Harris et Keble								+		
— sp. indet.			+							
Diplograptus crassitestus Ruedemann									+	
— sp.									+	
Amplexograptus maxwelli Decker			+			+		+	+	+
Cryptograptus tricornis Carruthers										+
— *minimus* Ruedemann						+			+	+
— sp.								+		
Glossograptus hincksii Hopkinson								+	+	+
— *fimbriatus* (Hopkinson)								+		
— *armatus* Nicholson								+		
Hallograptus etheridgei (Harris)								+		
— *echinatus* (Ruedemann)								+		
— *major* (Ruedemann)								+		

Из таблицы видно, что граница между зонами как на видовом, так и на родовом уровне устанавливается отчетливо, резко. Так, для зоны *E. hirundo* характерны 39 видов и 7 родов, для зоны *P. delicatulus* — 34 вида и 10 родов.

Для зоны *E. hirundo* наиболее многочисленными и разнообразными в видовом отношении являются роды *Pendeograptus*, *Goniograptus*, *Tet-*

ragraptus, *Expansograptus* и *Isograptus*. Род *Acrograptus*, не менее развитый и в вышележащей зоне, представлен в каждой из этих зон различными видами.

Рассматривая ассоциации граптолитов зоны *E. hirundo* от района к району, можно видеть, что в качественном отношении состав их в каждом из пяти районов довольно близок. Вместе с тем можно отметить, что, например, в Северо-Западном Каратау для данной зоны наиболее разнообразны и многочисленны виды родов *Pendeograptus*, *Goniograptus* и *Tetragraptus*, а в Киргизском хребте — рода *Isograptus*. В трех других районах состав граптолитов зоны *E. hirundo* не имеет особенных черт и охарактеризован, если можно так выразиться, фоновым комплексом. Однако и здесь проявляется одна общая для других районов черта — в верхней части зоны существенно тетраграптовые ассоциации заменяются изограптовыми при довольно равномерном распространении по всей зоне видов рода *Expansograptus*.

Таким образом, в изученном регионе зона *E. hirundo* представлена различными слоями, наиболее четкими из которых являются слои с *Tetragraptus* и слои с *Isograptus* (см. табл. 2). Эта дифференциация еди-

Таблица 2

Соотношение граптолитовых зон и слоев в изученном районе.

<table>
<tr><td rowspan="2">Зона P. delicatulus</td><td>Слои с Glossograptus-Hallograptus</td><td>Слои с Holmograptus-Acrograptus</td><td>Слои с Dendroidea</td></tr>
<tr><td colspan="3">Зона E. hirundo</td></tr>
<tr><td rowspan="3"></td><td colspan="3">Слои с Isograptus</td></tr>
<tr><td colspan="3">Слои с Tetragraptus</td></tr>
<tr><td colspan="3">Слои с Goniograptus</td></tr>
</table>

ного зонального комплекса по вертикали в той или иной степени проявляется на всех рассмотренных участках. В районе Северо-Западного Каратау кроме того обособляются еще слои с *Goniograptus*, имеющие локальное распространение.

Рассматривая граптолитовые ассоциации зоны *P. delicatulus*, можно видеть, что они существенно различны для отдельных районов. Так, например, в комплексе этой зоны в Киргизском хребте особенной чертой является большое число и разнообразие видов родов *Glossograptus* и *Hallograptus*, в хребте Кунгей-Алатау особенно характерны холмограпты и акрограпты, а в районе перевала Долон — ассоциации многочисленных и разнообразных диктионем (см. табл. 2). Таким образом, в нижнем лланвирне также наблюдается «расщепление» единого в возрастном отношении комплекса на ряд слоев, однако здесь это расщепление происходит не по вертикали, а по площади.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании всего вышеизложенного можно сделать ряд выводов как частного, так и более общего порядка. Прежде всего необходимо сказать, что в интервале двух рассмотренных зон позднего аренига и раннего лланвирна происходят существенные изменения в составе граптолитов, несомненно имеющие эволюционный характер. Поэтому в каждом из конкретных разрезов зону от зоны можно отделять с полной уверенностью по наличию характерных зональных комплексов. Однако при переходе к рассмотрению комплекса одной какой-либо зоны сразу же обращают на себя внимание различия внутри этого комплекса либо по вертикали, т. е. снизу вверх по разрезу, либо по горизонтали, т. е. по площади — от района к району.

В нашем регионе дифференциация по вертикали отчетливо проявляется в зоне *E. hirundo*, а по горизонтали — в зоне *P. delicatulus*. Представляется несомненным, что эта дифференциация имеет фациальный характер и в каждом конкретном районе может проявиться по-разному. Каждый из зональных комплексов, взятый в целом, является одновозрастным, но может расщепляться на ряд последовательно сменяющих друг друга как в вертикальном, так и в латеральном направлении характерных ассоциаций. Другими словами, зональные комплексы — это результат эволюции, а составляющие их отдельные ассоциации, обычно выделяемые как слои, — результат особенностей прижизненного распространения и условий захоронения граптолитов. Разумеется, этот вывод нельзя понимать буквально, так как эволюция идет и внутри зон, и между зонами, ярусами и другими подразделениями существуют фациальные различия. Однако эти различия проявляются там совершенно в иных масштабах.

Следовательно, при разработке зональных шкал и при межрегиональных корреляциях нет оснований ожидать большого сходства в составе одновозрастных комплексов. На примере Северной Киргизии и Южного Казахстана даже в одном этом регионе при желании можно было бы выделить в пределах небольшого стратиграфического интервала различные зоны. Однако это вряд ли можно считать правильным, так как выделение их привело бы к излишней детализации. Передетализация, выражающаяся в тенденции выделять такие подзоны, крайне опасна. В большинстве случаев они являются просто слоями с характерными ассоциациями, отражающими структурно-фациальные особенности района или особенности экологии и тафономии граптолитов. Эти ассоциации несомненно следует выделять и изучать, однако понимая их лишь как конкретное проявление того или иного зонального комплекса в каком-либо конкретном возрасте.

Институт геологии АН Киргизской ССР. Фрунзе

GRAPTOLITE ASSEMBLAGES OF THE ARENIGIAN AND LLANVIRNIAN BOUNDARY BEDS IN NORTH TIEN-SHAN

M. ZIMA

Summary

The present contribution deals with the results of Arenigian and Llanvirnian graptolite studies in North Tien-Shan. The area under discussion includes North Kirghizia (Kungey-Ala-Tau Ridge, Dolon-Pass, western end of the Kirghiz Range) and some areas in South Kazakhstan

(Dzebagly Mountains, North-Western Karatau Range). The five key sections studied (Fig. 1) extend about 900 km in the latitudinal direction representing different structural-facial zones and subzones and therefore differing in structure and lithology. The two graptolite zones — *Expansograptus hirundo* and *Ptilograptus delicatulus* (a local equivalent to the *Didymograptus bifidus* zone) are discussed here. For the lithology of sections and content of graptolite assemblages see Figs 2—6. In Figs dashed line shows the boundary between the *E. hirundo* and *P. delicatulus* zones. In Fig. 3 this line marks the boundary between the *E. extensus* and *E. hirundo* zones.

The presented material is summarized in Table 1.

Within an assemblage some differences in the content of species can be observed either vertically (*E. hirundo Zone*) or laterally (*P. delicatulus* Zone). No doubt this differentiation is facial by nature and may be different in places.

The example of North Kirghizia and South Kazakhstan shows us that it is possible to recognize several zones or subzones within a small stratigraphical interval. But as a matter of fact, that leads us to result too detailed schemes. In most cases such "subzones" are nothing, but beds with characteristic assemblages reflecting facial and ecological features of basin or taphonomy of graptolites.

PÕHJA-TJAN-ŠANI ÄRENIGI JA LÄNVIRNI PIIRMISED GRAPTOLIIDIKOMPLEKSID

M. ZIMA

Resümee

Viies tugiläbilõikes, mis asuvad umbes 900 km pikkusel lõigul erinevates struktuurilis-fatsiaalsetes vööndites, uuriti graptoliitide levikut *Expansograptus hirundo* ja *Ptilograptus delicatulus*'e tsoonis (viimane on *Didymograptus bifidus*'e tsooni kohalik analoog). Üldse tehti kindlaks 83 liiki 26 perekonnast. Tsoonidevaheline piir on selge tänu iseloomulikele graptoliidikompleksidele mõlemas tsoonis. Kuid tsoonide piires täheldati fatsiaalse kontrolli tulemusena komplekside koosseisu erinevusi nii vertikaalsuunas (*E. hirundo* tsoonis) kui ka pindalaliselt (*P. delicatulus*'e tsoon). Ei ole soovitatav niisuguseid erinevusi tõlgendada alamtsoonidena, mis viib asjatule detailiseerimisele.

ЗОНАЛЬНОЕ РАСЧЛЕНЕНИЕ ТРЕМАДОКА ЭСТОНИИ

Д. Л. КАЛЬО, Э. К. КИВИМЯГИ

В течение длительного времени в тремадоке Эстонии выделялись только литостратиграфические подразделения, такие, как оболовый песчаник и диктионемовый сланец, или разные пачки (маардуская, тюрисалуская и др.), которые объединялись в пакерортский горизонт. На основе находок диктионем последний отнесен к аналогам зоны *D. flabelliforme* в широком смысле, т. е. к нижнему тремадоку (см. Рыымусокс, 1960, с. 112), тогда как верхний тремадок большинство исследователей считало отсутствующим или в качестве его рассматривало леэтсеский горизонт (по Алиховой, 1960 — мяэкюльский горизонт).

Недавние исследования Р. Мянниля (1966), В. Вийра, Э. Кивимяги, А. Лоога (1970) и Д. Кальо (1974) показали, что глауконитовый песчаник несомненно относится к аренигу, и аналоги ceратопигевых слоев представлены в Северной Эстонии глинами варангуской пачки в кровле диктионемовых сланцев. Были также установлены последовательность распространения граптолитов в сланцах и разновозрастность пласта самих сланцев (тюрисалуской пачки) в разных частях Северной Эстонии, причем предполагалось, что часть сланцев имеет ceратопигевый возраст (Кальо, Кивимяги, 1970).

В ходе геологических работ, проведенных в последние годы с целью изучения фосфоритоносных отложений в Северной Эстонии, накопился многочисленный новый материал, позволяющий несколько уточнить и расширить зональную стратиграфическую схему тремадока Эстонии и лучше обосновать сделанные ранее выводы.

Тремадок в Северной Эстонии представлен (снизу вверх) фосфоритоносными песчаниками разных пачек (маардуской, юлгазеской, суурейыэской, которые в данном тексте объединены под названием маардуской пачки), аргиллитами (диктионемовыми сланцами) тюрисалуской пачки и алевритовыми глинами варангуской пачик (рис. 2). Подстилающими породами тремадока являются крепкосцементированные светлые алевролиты нижнего кембрия, а покрывающими породами — темно-зеленые рыхлые глауконитовые песчаники леэтсеского горизонта нижнего аренига.

Как видно из рис. 2, на крайнем западе республики весь тремадок представлен только аргиллитами тюрисалуской пачки. Восточнее в разрезе тремадока можно наблюдать уже все вышеназванные разновидности пород, причем глины варангуской пачки имеют довольно ограниченное распространение (рис. 3). Как аргиллиты, так и алевритовые глины, залегающие под глауконитовыми песчаниками, носят следы более или менее длительного субаквального размыва, причем поверхность размыва в западных разрезах более отчетливая, чем в восточных.

ЗАПАДНАЯ ФАЦИЯ

ВОСТОЧНАЯ ФАЦИЯ

Скв. 3353 (Пыызаспеа)

Скв. 15 (Мартна)

Скв. 354 (Паливере)

Скв. 11 (Куйыз)

Скв. 4 (Элламаа)

Обн. Раннамыйза

Обн. Сухкрумяги-Кадриорг

Скв. Ф-132 (Лехтсесааре)

Скв. 404 (м-ние Тоолсе)

Скв. 555 (м-ние Тоолсе)

Обн. Сухкрумяги-Кадриорг (повторение)

[B. cf. broeggeri в обн. Варангу]

Обн. Азери-Калви

Обн. Хийемяэ

Обн. Валасте

Обн. Орасоя

Обн. Котлы

уровень D. norvegicum

уровень Didymograptus

1 — глауконитовый песок, песчаник; 2 — глина; 3 — аргиллит; 4 — переслаивание песчаника и аргиллита; 5 — песчаник с прослоями аргиллита; 6 — алеврит, алевролит; 7 — разнозернистый песок, песчаник; 8 — крепкосцементированный песчаник; 9 — целые или почти целые створки оболид; 10 — оболовый детрит; 11 — галька и гравий; 12 — конкреции антраконита; 13 — конкреции пирита. 14 — пирит рассеянный; 15 — пиритизированный песчаник; 16 — слоистость; 17 — аморфный кремнистый материал; 18 — поверхность размыва; 19 — точное определение; 20 — неточное определение (conformis).

Рис. 1. Сопоставление изученных разрезов и распространение в них граптолитов.

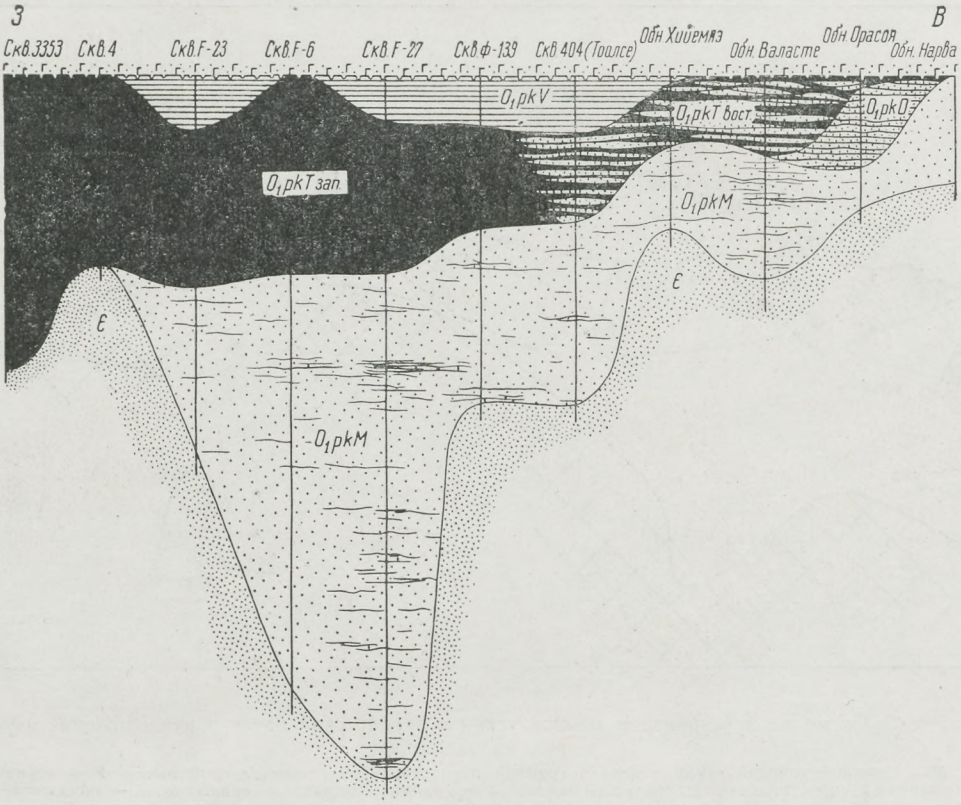


Рис. 2. Литостратиграфическое подразделение тремадокских отложений по линии Пыызаспеа—Нарва.

$O_{1рк}M$ — Маардуская пачка в широком смысле; $O_{1рк}T_{зап.}$ — западная фация тюрисалуской пачки; $O_{1рк}T_{вост.}$ — восточная фация той же пачки; $O_{1рк}O$ — орасояская пачка; $O_{1рк}V$ — варангуская пачка; ε — кембрий. Названия скважин и их расположение см. на рис. 1 и 3. Литологические обозначения см. на рис. 1.

Следовательно, разрез тремадока не повсюду представлен с одинаковой полнотой — местами, в частности на северо-западе Эстонии, перерыв перед началом аренига был более длительным, чем на востоке, в районе Тоолсе—Азери.

Основным объектом наших исследований явились аргиллиты (диктионемовые сланцы), содержащие больше остатков граптолитов, чем в других пачках. Аргиллиты распространяются в Северной Эстонии в виде субширотной полосы (рис. 3). В тюрисалуской пачке по литологическому характеру выделяются две фации. На западе пачка представлена однородными темно-коричневыми горизонтально-слоистыми аргиллитами. Восточнее линии Раквере—Хальяла распространяется так наз. восточная фация, отличающаяся от однородной западной фации более пестрым литологическим составом. Пестрота литологии этой фации обусловлена многочисленными алевритовыми прослойками, с которыми связаны белый аморфный кремнистый материал, конкреции антраконита и пирита.

На крайнем востоке республики в аргиллитах перед их выклиниванием значительно увеличивается количество алевритовых прослоек, что позволяет условно выделить здесь орасояскую пачку.

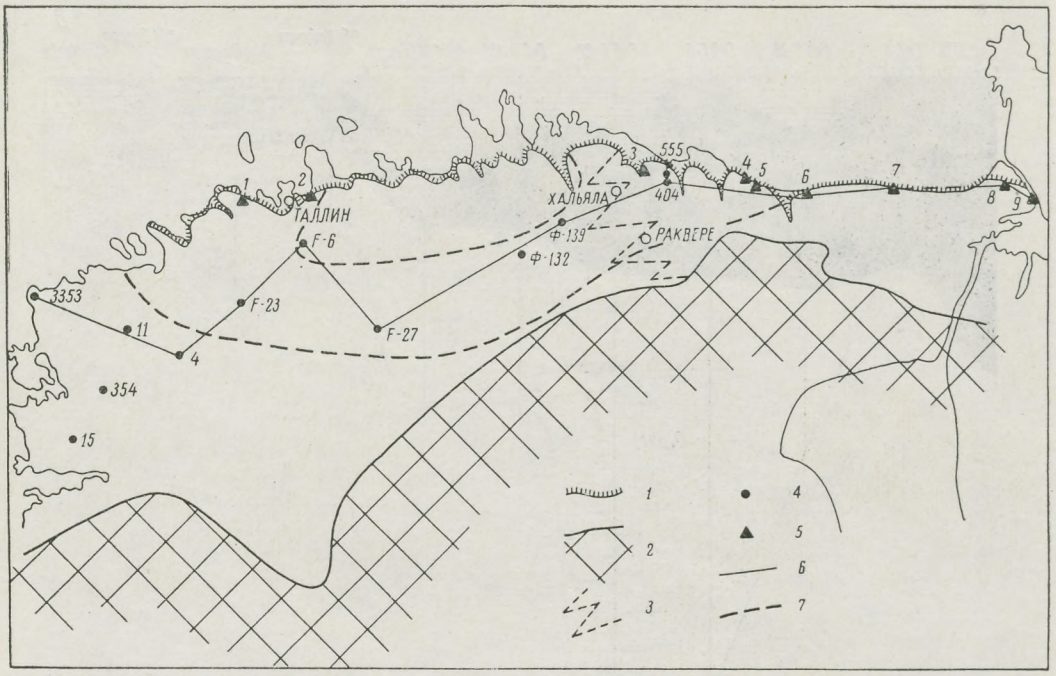


Рис. 3. Схема распространения тюрисалуской и варангуской пачек и расположение изученных разрезов.

1 — Северо-Эстонский глинт, северная граница распространения тюрисалуской пачки; *2* — южная граница распространения тюрисалуской пачки: *3* — граница фации; *4* — скважина; *5* — обнажение; *6* — линии разреза на рис. 1; *7* — северная и южная границы распространения варангуской пачки.

Для разработки зональной стратиграфической схемы тремадока Эстонии по граптолитам мы изучали материалы более чем по 30 скважинам и 20 обнажениям. Расположение основных изученных разрезов и местонахождений отдельных граптолитов, а также распределение граптолитов по разрезам показано на рис. 1 и 3. Ниже приводятся необходимые комментарии к этим материалам с целью установления, в основном, закономерностей вертикального распространения граптолитов, позволяющих обосновать эту зональную схему. В связи с этим важно выяснить, во-первых, последовательность и пределы распространения граптолитов диктионемовой фауны (ассоциации) в тюрисалуской пачке западнее меридиана Таллина и в маардуской пачке по всей Северной Эстонии; во-вторых, установить последовательность, пределы распространения и состав граптолитов клонограптовой фауны в тюрисалуской пачке восточнее меридиана Таллина и в варангуской пачке по всему району ее развития; в-третьих, определить возрастные соотношения этих двух фаун.

В целях лучшего сопоставления наших данных с материалом, собранным в других странах, в настоящей статье применительно к *Dictyonema flabelliforme* используется традиционная терминология, т. е. это видовое название применено в sensu Bulman (1966).

Последовательность распространения граптолитов в тюрисалуской пачке западнее Таллина была охарактеризована нами достаточно полно раньше (Кальо, Кивимяги, 1970). На основе данных многочисленных буровых разрезов, приведенных в вышеуказанной работе на рис. 3 и

отчасти в настоящей статье на рис. 1, установлена следующая последовательность вертикального распространения видов.

Первыми появляются в наших западных разрезах *Dictyonema sociale*, *D. desmograptoides* и *D. flabelliforme*. Последний вид распространяется по всему разрезу пакерортского горизонта и встречается совместно со всеми другими видами. В некоторых разрезах, например в Паливере, Элламаа и др., в которых *D. sociale* и *D. desmograptoides* внизу не найдены, *D. flabelliforme* характеризует отдельный интервал разреза ниже уровня *D. norvegicum* и *D. desmograptoides*. Раньше выделяли этот интервал как зону *D. flabelliforme* (т. е. как зону *D. graptolithinum*, согласно терминологии, примененной в работах Кальо, Кивимяги, 1970 и Кальо, 1974), однако ее самостоятельность вызывает сомнение.

D. sociale и *D. desmograptoides* встречаются в нижней половине пакерортского горизонта частично совместно с *D. flabelliforme*, а в верхней части интервала своего распространения также совместно с *D. norvegicum* (разрезы Пыызаспеа, Паливере и др.), но всегда ниже *D. anglicum* и *D. multithecatum*. *D. norvegicum* также встречается всегда ниже двух последних видов и только вместе с *D. flabelliforme*.

Таким образом, нами установлена следующая последовательность смены комплексов граптолитов (сверху вниз):

— *D. anglicum* и *D. multithecatum*, *D. flabelliforme*;
— *D. norvegicum*, *D. desmograptoides* и *D. sociale*, *D. flabelliforme*;
— (*D. flabelliforme*);
— *D. sociale*, *D. desmograptoides*, *D. flabelliforme*.

Такая же последовательность смены граптолитов во времени установлена и в более восточных разрезах в пределах маардуской пачки (разрезы Таллин, Азери, Валасте, Котлы и др.; рис. 1). Только в разрезе Орасоя между уровнем с *D.* cf. *sociale* и *D.* cf. *desmograptoides*, с одной стороны, и, с другой — с уровнем с *D. flabelliforme* и *D.* cf. *multithecatum* установлен *Clonograptus* sp. Эта находка показывает, что в некоторых разрезах и районах редкие представители *Clonograptus* могут встречаться в пределах зоны *D. flabelliforme* (в широком или в узком смысле), как это наблюдается в Норвегии (Bulman, 1954) и несколько иначе в Сконе (Hede, 1961; Tjernvik, 1958).

Клонограптовая фауна установлена в тюрисалуской пачке, в разрезах Тоолсе, Хийемяэ, Азери, Валасте, и в варангуской пачке, в разрезах Сухкрумяэ, Арду, Лехтсесааре, Варангу (см. рис. 1 и 3).

Учитывая все имеющиеся данные (кроме приведенных на рис. 1 учтены еще данные по 11 скважинам в пределах месторождения Тоолсе и скв. Арду; см. Кальо, Кивимяги, 1970, с. 339), можно установить следующую закономерность распространения граптолитов: в районе Тоолсе—Валасте, примерно в нижней половине тюрисалуской пачки встречаются многочисленные клонограпты, в частности *Clonograptus sarmentosus*, а также *C.* cf. *tenellus* и *C. heres*. Кроме них найдены *Adelograptus* cf. *hunnebergensis*, *Anisograptus* sp., *Bryograptus* sp., но диктионемы там отсутствуют. Выше появляется *Didymograptus* cf. *primigenius* (в скв. Тоолсе 696, на глубине 20,3 м). Совместно с последним другие виды пока не найдены. В варангуских глинах установлены кроме наиболее частого *Bryograptus* cf. *broeggeri* еще *Clonograptus* cf. *tenellus*, *C.* sp., *Adelograptus* sp., *Bryograptus* sp., а в скв. Арду (на глубине 174,0 м) также *Adelograptus* cf. *hunnebergensis*.

Таким образом, можно констатировать, что в рассматриваемом районе в пределах тюрисалуской и варангуской пачек граптолиты *Clonograptus* ex gr. *tenellus* и *Adelograptus* ex gr. *hunnebergensis* встре-

чаются почти по всему разрезу. В то же время *Clonograptus sarmentosus* и *C. heres* приурочены к нижней части тюрисалуской пачки, *Didymograptus* cf. *primigenius* и *D.* sp. — к ее средней части, а *Bryograptus* cf. *broeggeri* — к варангуской пачке.

Для установления возрастных соотношений диктионемовой и клонограптовой фаун имеются две возможности: во-первых, проследить их соотношения в конкретных разрезах и, во-вторых, прокоррелировать эти разрезы с разрезами Скандинавии и других регионов.

К сожалению, конкретных разрезов, в которых можно было бы установить соотношения этих фаун, у нас имеется мало — всего два: разрез Сухкрумяги—Кадриорг (Таллин) и разрез Валасте (рис. 1). В первом над *D. norvegicum* (в маардуской пачке) после пустого промежутка (тюрисалуская пачка) встречается *Bryograptus* cf. *broeggeri* (варангуская пачка). Во втором прямо над *D.* cf. *anglicum* (в маардуской пачке) распространяется клонограптовая фауна с *C. sarmentosus* (в тюрисалуской пачке).

Следовательно, эти разрезы, в частности разрез Валасте, подтверждают наше мнение о разновозрастности диктионемовой и клонограптовой фаун, высказанное нами в предыдущей статье (Кальо, Кивимяги, 1970, с. 339). Как известно, к такому же выводу приводит и корреляция эстонского разреза тремодока с таковыми в районе Осло в Норвегии (см. Bulman, 1954; Кальо, Кивимяги, 1970; Кальо, 1974).

Для проверки этого вывода В. Вийра по нашей просьбе изучила конодонты тюрисалуской и маардуской пачек. В разрезе скважины Тоолсе 555 (рис. 1 и 3) ею установлена смена пакерортского и ceратопигевого комплексов конодонтов в средней части тюрисалуской пачки (в верхах слоя В). Присутствие таких типичных представителей ceратопигевой ассоциации, как *Acodus tetrahedron*, *Oneotodus variabilis*, *Distodus inaegualis* и др., показывает, что тюрисалуская пачка в районе Тоолсе является, по крайней мере частично, возрастным аналогом ceратопигевого горизонта.

Как видно из рис. 1, в разрезе скв. Тоолсе 555 *Clonograptus* cf. *tenellus* и *C.* cf. *heres* найдены ниже уровня появления ceратопигевого комплекса конодонтов. К сожалению, мы не имеем совместных с последним находок граптолитов и поэтому не можем достоверно знать, происходит ли смена конодонтовых комплексов в пределах интервала распространения *Clonograptus sarmentosus* или примерно на уровне появления *Didymograptus* cf. *primigenius*. Последнее предположение, учитывая соотношения названных видов в соседних разрезах (напр., Тоолсе 404 на рис. 1), кажется более вероятным. Но, с другой стороны, *Clonograptus* cf. *tenellus*, *Adelograptus* cf. *hunnebergensis* и другие виды встречаются совместно с конодонтами ceратопигевой ассоциации в варангуской пачке, что позволяет нам отнести отложения с клонограптовой ассоциацией в целом к ceратопигевому горизонту.

Недостаток точных данных не позволяет сделать окончательные выводы относительно проведения границы пакерортского и ceратопигевого горизонтов в районе Тоолсе—Валасте. Исходя из чисто практических соображений, вероятно удобнее проводить эту границу по появлению клонограптовой фауны.

Но эта неясность в вопросе о границе горизонтов ни в коем случае не препятствует подтверждению с помощью находок конодонтов нашего вывода о разновозрастности диктионемовой и клонограптовой фаун.

В итоге на основе распространения граптолитов в изученных разрезах можно составить следующую схему зонального расчленения эстонского тремадока (сверху вниз):

Ярус	Горизонт	Зона	Подзона	Пачки
Тремадок	Цератопигевый	*Clonograptus* и *Didymograptus*	*Bryograptus broeggeri*	варангуская
			Didymograptus primigenius	тюрисалуская (восточная фация)
			Clonograptus sarmentosus	
	Пакеропртский	*Dictyonema flabelliforme* s. lato	*D. anglicum* и *D. multithecatum*	тюрисалуская (западная фация)
			D. norvegicum	
			(*D. flabelliforme* s. str.)	маардуская
			D. sociale	

Раньше подзоны *D. sociale*, *D. norvegicum* и другие рассматривались нами в качестве зон (Кальо, 1974). В настоящее время нам кажется более обоснованным объединить их в зону *D. flabelliforme* и в зону *Clonograptus* и *Didymograptus*. Основанием к этому является то, что некоторые из названных подзон весьма узкие и иногда с трудом прослеживаются (в частности подзоны *D. flabelliforme* s. str., *D. norvegicum* и *Didymograptus primigenius*). С другой стороны, широкие зоны всегда хорошо выделяются и сопоставляются с аналогичными зонами в других странах.

Вопросы корреляции наших разрезов со скандинавскими рассматривались нами раньше (Кальо, Кивимяги, 1970; Кальо, 1974). Здесь следует лишь отметить, что наши разрезы хорошо сопоставляются с норвежскими. То же можно сказать и в отношении разрезов Таймыра (Обут, Соболевская, 1964), Ньюфаундленда, Восточной Канады и Юкона (см. Bulman, 1950; Erdtmann, 1967; Jackson, 1969), в некоторой степени Англии и других регионов. Д. Джексон недавно привел соответствующий обзор (Jackson, 1969) и поэтому здесь нет необходимости повторяться, следует лишь отметить существование в тремадоке всех названных регионов двух фаун — раннетремадокской во главе с *D. flabelliforme* и более разнообразной позднетремадокской фауны с *Clonograptus*, *Adelograptus*, *Didymograptus* и *Kiaerograptus* совместно с *Triograptus*, *Staurograptus*, *Bryograptus* и с некоторыми другими (последние три рода встречались уже в диктионемовой фауне).

Четкость различий между ранне- и позднетремадокскими фаунами граптолитов является хорошим основанием для их широкого использования в межрегиональной корреляции тремадокских отложений, тогда как местные зональные схемы (на уровне подзон) позволяют решать и весьма детальные региональные проблемы, вплоть до поисков и разведки полезных ископаемых. С другой стороны, связь диктионемовой и клонограптовой фаун, постепенность появления новых элементов указывают на их общность и нежелательность разрыва границами более высокого ранга.

ЛИТЕРАТУРА

Алихова Т. Н. Стратиграфия ордовикских отложений Русской платформы. Госгеолтехиздат. М., 1960. 76 с.

Вийра В., Кивимяги Э., Лоог А. О литологии и возрасте варангуской пачки (тремадок Северной Эстонии). — «Изв. АН ЭССР. Сер. Химия. Геология», 1973, т. 19, № 2, с. 147—155.

Кальо Д. Л. О граптолитовых зонах тремадока и аренига Прибалтийской и Московской синеклиз. — В кн.: Граптолиты СССР, М., «Наука», с. 31—36.

Кальо Д., Кивимяги Э. О распределении граптолитов в диктионемовом сланце Эстонии и разновозрастности его фаций. — «Изв. АН ЭССР. Сер. Химия. Геология», 1970, т. 19, № 4, с. 334—341.

Мянниль Р. М. История развития Балтийского бассейна в ордовике. Таллин, 1966. 200 с.

Обут А. М., Соболевская Р. Ф. Граптолиты ордовика Таймыра. М., «Наука», 1964. 92 с.

Рыымусокс А. К. Ордовикская система. — В кн.: Геология СССР, т. XXVIII. Эстонская ССР. М., Госгеолтехиздат, 1960, с. 55—113.

Bulman, O. M. B. Graptolites from the Dictyonema shales of Quebec. — "Quart. J. Geol. Soc. London", 1950, vol. CVI pt. I, No, 421, p. 63—99.

Bulman, O. M. B. The graptolite fauna of the Dictyonema shales of the Oslo region. — "Norsk Geol. Tidsskr.", 1954, vol. 33, p. 1—40.

Bulman, O. M. B. Dictyonema from the Tremadocian of Estonia and Norway. — "Geol. Mag.", 1966, vol. 103, No. 5, p. 407—413.

Erdtmann, B. D. A new fauna of Early Ordovician graptolites from St. Michel, Quebec. — "Canad. J. Earth Sci.", 1967, vol. 4, p. 335—355.

Hede, J. E. Boring through Middle Ordovician—Upper Cambrian strata in the Fagelsang District. Scania (Sweden). — "Lunds Univ. Årsskr.", 1951, avd. 2, vol. 46, No. 7. 84 p.

Jackson, D. E. Ordovician graptolite faunas in lands bordering North Atlantic and Arctic Oceans. — In: North Atlantic Geology and continental drift. Memoir 12 Am. Ass. Petrol. Geologists, 1969, p. 504—512.

Tjernvik, T. E. The Tremadocian Beds at Flagabro in South-Eastern Scania (Sweden). — "Geol. Fören., Stockh. Förhandl.", 1958, vol. 80, p. 259—276.

Институт геологии АН ЭССР
Управление геологии СМ ЭССР. Таллин

ZONAL STRATIGRAPHY OF THE ESTONIAN TREMADOCIAN

D. KALJO, E. KIVIMÄGI

Summary

In Estonia the Tremadocian is the completest in the northern part. As seem in Figs 2 and 3 the section of that is in places considerably different. In the west the Tremadocian is represented only by the Türisalu Member. Eastwards all the known members are present but the distribution of the Varangu member is limited. Discontinuity surfaces are the clearest in the northwest of Estonia, i. e. in the area with paleontological evidence proving the most extensive pre-Arenigian gap. The study of graptolite distribution revealed the differentaged nature of the Türisalu Member, the so-called Dictyonema shale (Kaljo, Kivimägi, 1970) in the west and east of North Estonia. Here certain lithological differences are also noticeable.

The distribution of graptolites is presented in Fig. 1. The data are summed up into a stratigraphic scheme. Here the *Dictyonema flabelliforme* Zone (the nomenclature of *D. flabelliforme* after O. M. B. Bulman) corresponds to the Pakerort Stage. It is actually divided into four subzones. The *Clonograptus* and *Didymograptus* zone together with three subzones corresponds to the Ceratopyge Stage.

Different age of the *Dictyonema* and *Clonograptus* faunas and the synchronity of the latter to the Ceratopyge Stage have also been proved by conodonts (see Fig. 1).

EESTI TREMADOKI TSONAALNE LIIGESTUS

D. KALJO, E. KIVIMÄGI

Resümee

Tremadoki settekivimite läbilõige on kõige täielikum Põhja-Eestis. Nagu selgub joonistest 2 ja 3, on piirkonniti läbilõike koosseis tunduvalt erinev. Läänes on tremadok esindatud ainult türisalu kihistikuga, ida pool esinevad kõik tuntud kihistikud, kuigi varangu on levinud vaid piiratud alal. Kulutusjäljed on kõige selgemad lääneosas, s. o. piirkonnas, kus paleontoloogilistel andmetel on ärenigieelne lünk kõige ulatuslikum. Graptoliitide leviku uurimine võimaldas näidata (Kaljo, Kivimägi, 1970) nn. diktüoneemakilta hõlmava türisalu kihistiku erivanuselisust Põhja-Eesti lääne- ja idaosas. Sellega kaasnevad ka teatud litoloogilised erinevused.

Graptoliitide levik tremadoki läbilõigetes on näidatud joonisel 3. Kokkuvõte nendest andmetest on toodud stratigraafilise skeemina, milles *Dictyonema flabelliforme* tsoon (*D. flabelliforme* nomenklatuur O. M. B. Bulmani järgi) vastab pakerordi lademele ja jaguneb neljaks alamtsooniks ning *Clonograptus*'e ja *Didymograptus*'e tsoon 3 alamtsooniga vastab tseratopüüge lademele.

Diktüoneema ja klonograptuse fauna erivanuselisus ning viimase vastavus tseratopüügele on tõestatud ka konodontidega (vt. joon. 1).

ГРАПТОЛИТОВАЯ ЗОНАЛЬНАЯ ШКАЛА СИЛУРА

Т. Н. КОРЕНЬ, Д. Л. КАЛЬО

Международная программа корреляции поставила перед стратиграфами и палеонтологами важнейшую задачу — разработать стратиграфическую основу для составления геологической карты мира. Для решения этой задачи необходимо в первую очередь провести детальную межрегиональную и межконтинентальную корреляцию и изыскать надежные способы сопоставления.

За последние годы в практике биостратиграфических исследований значительно возросла роль зональной стратиграфии и биохронологического метода при проведении границ систем и ярусов. Теоретическими вопросами этой проблемы занимались многие советские и зарубежные ученые (Степанов, 1958; Раузер-Черноусова, 1967; Соколов, 1971; Месежников, 1969; Schindewolf, 1950, 1960; Berry, 1966 и др.).

Практика показала, что наиболее ценными для обоснования зональных шкал и корреляции разрезов являются остатки морских планктонных организмов. В частности, для ордовикских, силурийских и раннедевонских отложений такой ортохронологической группой являются граптолиты.

Для силурийского периода по сравнению с ордовикским характерны унаследованность и относительная стабильность геоструктурного плана: распределения материков и океанов, платформ и геосинклиналей. Органический мир силура развивался в условиях глобального распространения фаун в обширных эпиконтинентальных и геосинклинальных бассейнах, сообщавшихся между собой. В результате анализа распространения планктонных фаун силура никем не установлена сколь-нибудь существенная биогеографическая дифференциация, отчетливо намечающаяся для ордовика и девона. Именно поэтому хроностратиграфические подразделения (ярусы, зоны), обоснованные комплексом граптолитов, служат в настоящее время наиболее надежным инструментом планетарной корреляции. Этому способствует также и более широкое распространение силурийских отложений с граптолитами по сравнению с ордовикскими и нижнедевонскими.

Эталоном для определения хода силурийского времени и корреляции отложений служит стандартная шкала граптолитовых зон, являющаяся сводом наиболее полных, преимущественно стратотипических региональных схем. В ней наиболее полно зафиксирована эволюция группы.

Основы силурийской зональной стратиграфии разработаны Ч. Лэпвортом (Lapworth, 1879—1888), который впервые выделил 11 граптолитовых зон в сланцевых толщах Южной Шотландии. Его исследования продолжены английскими стратиграфами Г. Эллис, Е. Вуд и др. Ими для лландоверийского, венлокского и лудловского ярусов Уэльса, Озерного

района и Южной Шотландии установлена 21 зона (Elles, Wood, 1901—1918).

Изучение силурийских отложений континентальной Европы, Азии, Австралии, Северной Америки и Северной Африки в первой половине XX столетия показало широкое распространение установленных в Англии зональных комплексов граптолитов и относительную синхронность развития силурийских граптолоидей в различных частях земного шара.

Здесь нет возможности перечислить всех советских и зарубежных исследователей, которые занимались и занимаются в настоящее время проблемами зональной стратиграфии. Необходимо отметить, что в последние годы успех был достигнут английскими стратиграфами в проведении ревизии зональной шкалы Англии. Результаты этих исследований имеют важное значение для усовершенствования силурийской зональной стратиграфии.

В настоящей статье, посвященной стандартной шкале граптолитовых зон силура, рассматриваются критерии и методика выделения граптолитовых зон, принципы составления стандартной шкалы и ее характеристика.

В статье сплошь и рядом приходится приводить данные авторов, пользующихся различной номенклатурой граптолитовых зон. Поэтому для упрощения использования материала из разных источников, в виде исключения из общего правила, в названии зоны опускается родовая часть и приводится лишь собственно видовое название: например, зона *persculptus*.

КРИТЕРИИ И МЕТОДИКА ВЫДЕЛЕНИЯ ГРАПТОЛИТОВЫХ ЗОН

Понятие «граптолитовая зона» впервые сложилось при изучении граптолитов в монофациальных отложениях нижнего и, частично, верхнего силура Южной Шотландии. Путем выявления вертикального распространения видов в конкретных разрезах были установлены последовательно сменяющиеся в разрезе комплексы граптолитов, по которым были выделены зоны. При этом обращалось внимание на то, чтобы зональная ассоциация видов не повторялась ни в ниже- и ни в вышележащих слоях. Граптолитовые зоны Ч. Лэпворта, Г. Эллис и Э. Вуд по принципу выделения и характеристике соответствуют зонам в понимании А. Оппеля (см. Степанов, 1958). Именно в этом смысле граптолитовая зона обычно и употребляется в практике биостратиграфических исследований (Berry, Boucot, 1970), однако имеются и расхождения. Поэтому желательно более подробно остановиться здесь на критериях и методике выделения зон.

Граптолитовая зона — хроностратиграфическое подразделение и выделяется не на основе литологических, тектонических или каких-либо других критериев, а исходя лишь из распространения самих граптолитов и поэтому она очень близка к биостратиграфическим подразделениям в узком смысле.

Зональный комплекс граптолитов в каждом регионе может быть выявлен путем изучения вертикального распространения видов в нескольких конкретных разрезах.

При сравнении распространения видов от разреза к разрезу по всей изучаемой площади выявляются обобщенные стратиграфические интервалы видов для всего региона и некоторые устойчивые ассоциации, которые могут быть распознаны на всей площади.

Обыкновенно наиболее характерный для определенной ассоциации вид выбирается в качестве индекса зоны. Однако этот вид может встречаться

в смежных нижней и верхней зонах или распространяться лишь в части зоны, индексом которой он является. Таким образом, границы и объем зоны определяются не по тейльзоне вида-индекса (хотя они могут и совпадать), а по вертикальному распространению зональной ассоциации видов. При сопоставлении между собой некоторых одноименных зон, выделенных в различных регионах, может оказаться, что они значительно отличаются по объему (см. рисунок, зоны *murchisoni*, *flexilis* и др.). Это обусловлено различным подходом исследователей к критериям выделения зон и к определению зональных границ, поскольку даже в рамках одной зональной схемы последовательно сменяются зоны, различные по характеристике: оппель-зона, тейльзона, эпиболь. Необходимо стремиться к тому, чтобы зоны определялись по вертикальному распространению зональной ассоциации, а не по тейльзонам или эпиболям вида-индекса. Поэтому бытующее представление о том, что граптолитовые зоны на ползоны или на треть ее перекрывают друг друга, не обосновано. Здесь мы имеем дело лишь с перекрытием тейльзон видов-индексов.

Если в каком-либо разрезе слои с зональными комплексами граптолитов не соприкасаются друг с другом, а между ними остается интервал, не охарактеризованный ископаемыми, то его следует оставить в схеме пустым впредь до нахождения характерного комплекса видов в этом интервале или в эквиваленте последнего в другом разрезе. При получении нового фактического материала в изучаемых разрезах могут быть установлены новые зоны. Для примера сошлемся на исследования Г. Эллис и Э. Вуд (Elles, Wood, 1914), которые уточнили и в значительной степени дополнили зональную шкалу Ч. Лэпворта, а также зональное расчленение некоторых интервалов разреза лудловского яруса, проведенное А. Урбанеком (Urbanek, 1966, 1970) на материале скважин Польской низменности.

Современный подход и цели зональной стратиграфии требуют установления четкого объема и границ подразделений. Для этого в каждом конкретном случае следует выбирать разрезы, в которых наблюдается смена комплексов граптолитов по крайней мере трех смежных зон. Нахождение одной зональной ассоциации вне граптолитовой последовательности недостаточно для установления зоны. Присутствие в разрезе единичного зонального или сопутствующего ему вида без соответствующего комплекса также не может служить основанием для выделения зоны. Такие единичные находки дают возможность интерпретировать возраст вмещающих слоев в пределах тейльзоны найденного вида. Так как большинство видов проходит больше чем через одну зону, то возраст этих слоев может соответствовать возрасту более чем одной зоны. Поэтому нахождение изолированных видов не может служить основой для точных корреляций. В таких случаях мы имеем дело со слоями, содержащими граптолиты одной зоны, ее части или нескольких зон.

Силурийские зональные комплексы граптолитов объединяют разнообразные в морфологическом отношении виды, группы видов и роды, для подавляющего большинства которых не изучены филогенетические связи и не выяснены линии развития. Поэтому зональная стратиграфия на современном уровне изученности граптолитов основывается на последовательной смене зональных комплексов во времени, обусловленной общим ходом эволюции группы, а не на филогенетической преемственности зональных таксонов или основных сопутствующих форм. Эволюция группы в целом позволяет распознавать виды, выяснять их вертикальное распространение в разрезах и решать вопросы определения зональных границ.

За последние годы, благодаря большим успехам, достигнутым в

области детальных морфологических исследований (Urbanek, 1966, 1970; Bulman, 1970; Bulman, Rickards, 1970), изучены филогенетические линии некоторых силурийских граптолитид и показана возможность применения этапов развития некоторых групп в целях обоснования пробной зональной последовательности для отдельных отрезков силурийской эпохи. Появление нового вида в такой линии может быть использовано для более точной корреляции и поэтому должно в первую очередь учитываться при проведении зональных границ.

ПОСТРОЕНИЕ СТАНДАРТНОЙ ЗОНАЛЬНОЙ ШКАЛЫ ГРАПТОЛИТОВЫХ ЗОН И ЕЕ РОЛЬ

Зональная схема одного региона или бассейна создается на основе обобщения данных о распространении комплексов граптолитов в ряде конкретных разрезов изучаемой территории. Она является региональным биостратиграфическим стандартом, с помощью которого определяется относительный возраст отложений на этой территории.

Существующие региональные зональные схемы Баррандиена, Тюрингии, Польской низменности, Средней Азии, Урала, островов Канадского Арктического архипелага и другие служат целям внутрирегиональной корреляции и отражают специфику историко-геологических событий в данном регионе. Эти схемы дают представление как о полноте одних частей разреза, так и о региональных перерывах или неполноте палеонтологической летописи в других стратиграфических интервалах (например Англия, Баррандиен, Урал; см. рисунок).

Многолетний опыт большого числа исследователей граптолитов показал крупное значение региональных стандартов. Но ни в одном, даже самом полном разрезе силурийских отложений земного шара не прослежена вся последовательность известных в настоящее время граптолитовых зон. Для проведения межрегиональных корреляций необходим единый хроностратиграфический эталон, с помощью которого можно определить возраст региональных (биостратиграфических) зон. Этот эталон, или стандартная шкала, граптолитовых зон должен базироваться на региональных схемах, которые имеют реальные стратотипы и могут уточняться в процессе дальнейших исследований. Желательно, чтобы стандартная шкала создавалась на основе стратотипов ярусов или, по возможности, на основе монофациальных разрезов, близко расположенных к стратотипу и надежно скоррелированных с ним. Составленная таким образом шкала отвечает непрерывному ходу геологического времени и не содержит пробелов, свойственных любой региональной схеме.

В качестве основных типов зональных схем мы принимаем региональную и общую, или стандартную, шкалы. Возможен еще третий тип — провинциальный, или областной, стандарт, обобщающий несколько региональных схем в пределах палеобиогеографической провинции или области. Как уже указывалось, палеобиогеографические провинции пелагической фауны в силуре намечаются очень слабо и, следовательно, необходимость в разработке и обосновании провинциальных стандартов отпадает. Сравнительная универсальность и единство граптолитовой фауны силура обеспечивают достаточно четкую корреляцию региональных схем с единым стандартом.

Силурийская система, ее ярусы и бо́льшая часть граптолитовых зон установлены в Англии. Поэтому глобальным стандартом зонального расчленения лландоверийского и венлокского ярусов и нижней части лудловского должна быть, несомненно, региональная схема Англии.

Исторически сложилось так, что стратотипы лландоверийского, венлокского и лудловского ярусов выделены в ракушняковых фациях и

содержат граптолиты лишь на отдельных стратиграфических уровнях. Это в значительной степени затрудняет их корреляцию с разрезами сланцевых фаций типовой площади, в которых установлены граптолитовые зоны. Поскольку в стратотипических разрезах Уэльса и Уэлш Бордерленда объемы ярусов не определяются суммой последовательных граптолитовых зон, то возникают различные стратиграфические проблемы, касающиеся стратиграфии и связанные в первую очередь с биохронологическим обоснованием ярусных границ. Единственным путем решения этих проблем является тщательное накопление нового и ревизия имеющегося фактического материала для надлежащей корреляции слоев с раковинной и граптолитовой фаунами. В этом отношении за последние годы достигнуты значительные успехи как в стратиотипической области силура Англии, так и за ее пределами.

Верхнелудловские отложения (выше зоны *leintwardinensis*) в Англии не содержат граптолитов. Примером зонального расчленения этого стратиграфического интервала является региональная зональная схема седлецких слоев Польши, построенная на филогенетической основе (Urbanek, 1970). Однако это детальное расчленение основано на развитии новой группы монограптид, представители которой еще почти не изучены за пределами Польши. Поэтому в настоящее время интервал разреза между зонами *leintwardinensis—formosus* в стандартной шкале можно рассматривать в целом как горизонт с Neocucullograptinae.

Четвертый ярус силурийской системы — даунтонский — в стратотипической области представлен континентальными отложениями. Его морские аналоги широко распространены на всех континентах. Схема граптолитовых зон пржидольского яруса Баррандиена, который рассматривается приблизительно как эквивалент даунтона, принята за стратотипическую для этого временно́го интервала в стандартной шкале. Поскольку в данной работе речь идет о граптолитовых зонах, то мы будем пользоваться термином «пржидольский ярус».

Перечисленные региональные зональные схемы Англии и Чехословакии, рассматриваемые как стратотипические для единого стандарта граптолитовых зон, вполне надежно увязаны между собой. Последнее утверждение, конечно, в некоторой степени условное, так как на самом деле одновременность границ этих зон вызывает серьезные сомнения.

ХАРАКТЕРИСТИКА СТАНДАРТНОЙ ГРАПТОЛИТОВОЙ ШКАЛЫ

Лландоверийский ярус

Лландоверийская серия (= ярусу в понимании советских стратиграфов) установлена Р. Мурчисоном на площади Лландовери в Южном Уэльсе. Она представлена мощной толщей грубозернистых отложений (330 м), охарактеризованных разнообразной раковинной фауной и на некоторых стратиграфических уровнях граптолитами (см. Whittard, 1961).

Непрерывная последовательность граптолитовых зон впервые прослежена в сланцах Биркхилл и в граувакках Гала на территории Южной Шотландии. Эти подразделения были объединены Ч. Лэпвортом в валентский ярус, который рассматривался как эквивалент лландовери. Зональные подразделения Ч. Лэпворта были уточнены и дополнены Г. Эллис и Э. Вуд (Elles, Wood, 1901—1918). В последние годы граптолиты из разрезов верхнеордовикских и нижнесилурийских отложений на площади

Доббс Линн в Южной Шотландии детально изучались П. Тогхиллом (Toghill, 1968, 1970, 1971). Разрез сланцев Биркхилл, мощностью 43 м, в котором выделены зоны от *persculptus* до *maximus*, рассматривается как стратотипический для указанных зон стандартной шкалы.

Последовательность верхнелландоверийских зон *turriculatus*, *crispus*, *griestoniensis* и *crenulata* впервые прослежена в разрезах тараннонских сланцев, впоследствии тараннонской серии Северного Уэльса (Wood, 1906). Таким образом, разрезы Монтгомеришира для названных зон стандартной шкалы являются стратотипическими.

В результате уточнения корреляции сланцевых толщ Южной Шотландии, Северного Уэльса и Озерного района с карбонатными разрезами типовой площади Лландовери, проведенного английскими стратиграфами и палеонтологами в последнее десятилетие, объем лландоверийского яруса был относительно надежно определен суммой граптолитовых зон от *persculptus* до *crenulata*. В современной стратиграфии граница между системами трактуется как граница двух смежных биозон (Соколов, 1971). Например, граница силура и девона определена как граница между граптолитовыми зонами *P. transgrediens* и *M. uniformis*. Следовательно, границу ордовика и силура также следовало бы провести между двумя смежными граптолитовыми зонами, поскольку наиболее авторитетная зональная стратиграфия этих систем основывается на граптолитах.

Нижняя граница лландоверийского яруса и силурийской системы в стратотипическом разрезе района Лландовери не обоснована биохронологически из-за отсутствия фауны в пограничных слоях. На основании этого английские стратиграфы в качестве стратотипа границы предлагают разрез Мейн Клифф на площади Доббс Линн в Моффате, где обнажается непрерывная последовательность гарптолитовых зон от карадока до верхнего лландовери (Cocks, Toghill, Ziegler, 1970; Toghill, 1968, 1970, 1971). Предлагаемый уровень соответствует границе региональных стратиграфических подразделений — сланцев Хартфелл и Биркхилл, которая со времен Ч. Лэпворта рассматривалась здесь как основание силурийской системы. Никаких следов несогласия на этом стратиграфическом уровне не отмечено. Положение границы соответствует подошве зоны *persculptus*, которая в разрезе Мейн Клифф определяется первым появлением вида-индекса и сопровождающего комплекса. Самые высокие слои сланцев Хартфелл, мощностью 3,15 м, выше последних находок *D. anceps* не содержат граптолитов, и их относят в некоторой степени условно к одноименной зоне верхнего ордовика.

Комплексы граптолитовых зон лландовери состоят из многочисленных и разнообразных в систематическом отношении граптолоидей. Почти каждая зональная ассоциация характеризуется появлением нового элемента фауны, а сумма нескольких зон соответствует определенным этапам развития граптолитов. На рубеже ордовика и силура исчезают последние лептограптины, резко обедняется состав диплограптовой фауны и появляются ее первые, еще немногочисленные силурийские представители. Появление монограптид — наиболее существенный момент в истории развития граптолоидей. Первые монограптиды характеризуют комплекс зоны *persculptus* в Северной Англии (Rickards, Hutt, 1970). Подошва зоны *acuminatus* определяется появлением нового силурийского рода *Akidograptus*. Зоны *persculptus—acuminatus* соответствуют последнему орто-климакограптовому этапу развития диплограптовой фауны (Bulman, 1958).

Основание зоны *vesiculosus* связано с появлением родов *Dimorphograptus* и *Rhaphidograptus* и с развитием монограптид, имеющих простую дихограптовую теку. По О. М. В. Бульману, зоны *vesiculosus—cyphus* соответствуют первому этапу развития монограптовой фауны.

Зоны *gregarius* и *convolutus* знаменуют второй этап в развитии монограптин — появляются группы видов, имеющих треугольную теку типа «*triangulatus*», и представители рода *Rastrites* с изолированной текой.

Зоны от *sedgwicki* до *crenulata* характеризуются наряду с развитием триангулятных монограптид появлением монограптид нового типа, имеющих крючковидно изогнутые теки и теки, апертура у которых имеет форму лопастей. Это третий этап развития монограптовой фауны (Bulman, 1958).

В связи с перечисленными этапами развития лландоверийских граптолоидей необходимо остановиться на обосновании расчленения лландоверийского яруса на подъярусы. Английские стратиграфы (Cocks, Toghill, Ziegler, 1970) предложили новое расчленение лландоверийской серии на четыре яруса: Руданиан, Идвиан, Фрониан, Тэлихиан, соответствующих примерно равным отрезкам лландоверийского времени. Основанием для этого послужило выявление этапов филогенетического развития некоторых групп брахиопод и их соответствие лишь некоторым отрезкам лландоверийского времени в граптолитовой шкале. Тем самым в Англии отказались от существовавшего ранее подразделения лланддовери на нижний, средний и верхний и предлагают вернуться к расчленениям лландовери на нижний и верхний, как это было первоначально предложено Р. Мурчисоном (см. Cocks, Holland, Rickards, Strachan, 1971).

Лландоверийские зоны стандартной шкалы с различной степенью детальности прослежены во многих регионах на разных континентах и являются надежными средствами корреляции (см. рисунок). В СССР стандартная последовательность этих зон установлена как в платформенных, так и в геосинклинальных областях. При этом в практике стратиграфических и геолого-съемочных работ в СССР и других странах применяется трехчленное деление лландоверийского яруса в том объеме, в каком оно было принято до последнего времени в Англии. Новые ярусы лландоверийской серии (= подъярусам в понимании советских стратиграфов), предложенные английскими стратиграфами, практически не могут быть распознаны за пределами типовой площади, и лишь для некоторых из них установлено соответствие граптолитовым зонам. Обсуждать вопрос об их использовании в качестве стандартных хроностратиграфических подразделений для целей внутри- и межконтинентальной корреляции преждевременно.

Венлокский ярус

Венлокская серия установлена Р. Мурчисоном в ракушняковых фациях Венлокского края, в Шропшире. Ее первоначальный объем определен кровлей Пурпурных сланцев лландовери в нижней части и кровлей Венлокского известняка в верхней (см. Whittard, 1961).

Последовательная смена венлокских комплексов граптолитов изучена в разрезах к северу-западу от Венлокского края, в Шропшире (Elles, 1900). В венлокских сланцах (слои Buildwas, Coaltrookdale, Tickwood) установлены следующие зоны: *murchisoni, riccartonensis, symmetricus, linnarssoni, rigidus, lundgreni.* В результате дальнейших палеонтолого-стратиграфических исследований типовой площади (Cocks, Rickards, 1969), Центрального и Северного Уэльса (Warren, 1971), Озерного района (Rickards, 1967, 1969), Южной Шотландии (Warren, 1964) и монографического изучения комплексов циртограптид из разрезов Баррандиена (Bouček, 1933) была уточнена и детализирована последовательность венлокских зон. В базальных слоях венлока Озерного района и Северного Уэльса установлена зона *centrifugus*, которая сменяется вверх по разрезу зоной *murchisoni* (Rickards, 1967; Warren, 1971). Пересмотрены зональ-

ные индексы и объемы некоторых зон среднего венлока: зона *symmetricus* заменена зоной *rigidus*, а зона *rigidus* в понимании Г. Эллис — зоной *ellesae* (Whittard, 1961).

Все уточнения и дополнения отражены в современной зональной шкале (Cocks, Holland, Rickards, Strachan, 1971). В качестве базальной зоны венлока принята зона *centrifugus*, соответствующая нижней части зоны *murchisoni* s. l. на типовой площади. Зона *insectus* — первая венлокская зона в зональной схеме Баррандиена (Bouček, 1960; Horny, 1962) — нигде не выделена как самостоятельная, поскольку вид-индекс известен также в комплексах зон *centrifugus* и *murchisoni*.

Стратотип нижней границы венлокского яруса зафиксирован в разрезе по р. Севери на площади Рекин (Уэлш Бордерленд), в основании слоев Билдвоз, сменяющих Пурпурные сланцы. Пограничные слои, мощностью 65 м, в этом разрезе не содержат граптолитов. Последние граптолиты зоны *griestoniensis* найдены в 13 м ниже кровли Пурпурных сланцев. Слои Билдвоз содержат неопределимые граптолиты, и только в вышележащих слоях Тиквуд появляются граптолиты зоны *rigidus*. Таким образом, в типовом разрезе не прослежены зоны *crenulata*, *centrifugus*, *murchisoni*, *riccartonensis*. Однако основание зоны *centrifugus* в граптолитовой последовательности рассматривается приблизительно как эквивалентное границе в подошве слоев Билдвоз. Такая корреляция обосновывается раковинной фауной — брахиоподами и отчасти микрофауной — акритархами (Cocks, Rickards, 1969; Cocks, Holland, Rickards, Strachan, 1971).

Основным элементом венлокской граптолитовой фауны являются разнообразные крупные циртограптиды, первые представители которых появляются еще в позднем лландовери. Им сопутствуют виды рода *Monograptus* с теками типа «priodon», *Retiolites*, *Pristiograptus* и *Monoclimacis*. Зональное расчленение венлока обусловлено четкой сменой в разрезах видов рода *Cyrtograptus*. Деление венлока на подъярусы основано на этапах развития граптолитов, но пока носит предварительный характер.

Ранний венлок характеризуется развитием крупных циртограптид с многочисленными ветвями первого и второго порядка, монограптид группы *M. priodon* и *M. ricacrtonensis*, а также *Retiolites* ex gr. *geinitzianus* и *Monoclimacis* ex gr. *vomerina*.

Средний венлок — время развития циртограптид с возрастающим числом тек главной ветви до появления первой дополнительной ветви и монограптид группы *M. flexilis* и *Monoclimacis flumendosae*.

Поздний венлок соответствует последней вспышке появления циртограптид, наиболее характерными из которых являются *C. lundgreni* и *C. radians*, и развитию родов *Plectograptus* и *Paraplectograptus* наряду с монограптидами, имеющими крючковидную теку, и с некоторыми другими формами. Повсеместно разнообразный поздневенлокский комплекс зоны *lundgreni* (= *testis*) сменяется объединенным сообществом *Pristiograptus dubius* и *Gothograptus nassa* («dubius-nassa» interregnum; Jaeger, 1959, 1964).

До последнего времени этот этап рассматривали либо как завершающий историю развития венлокских граптолоидей (Jaeger, 1964), либо как открывающий раннелудловскую историю группы (Teller, 1969).

Венлокские граптолитовые зоны являются наиболее надежными хроностратиграфическими подразделениями, с помощью которых проводится корреляция венлокских отложений. На территории СССР нигде не прослежена вся последовательность венлокских зон, несмотря на то, что отложения с граптолитами венлокского возраста распространены во многих регионах. Однако они обычно охарактеризованы монограптидами широкого вертикального распространения, на основе которых детальное зо-

нальное расчленение невозможно, поскольку выделение зон стандартной шкалы основано на смене в стратотипических разрезах видов циртограптид. Последние на территории СССР в средней части венлока почти неизвестны. По-видимому, географическое распространение этих специализированных форм в значительной степени контролировалось экологическими факторами и было менее широким, чем распространение ассоциирующих с ними монограптид. Для уточнения корреляции венлокских отложений в широком масштабе необходимо более тщательно изучить закономерности развития монограптид, комплексы которых можно было бы более обоснованно коррелировать с циртограптовыми зонами *rigidus*, *linnarssoni* и *ellesae* стандартной шкалы. Пока же мы вынуждены пользоваться более крупными подразделениями, например такими, как слои с *M. flexilis*.

В Прибалтике известны наиболее полно охарактеризованные граптолитами венлокские отложения, однако и здесь пока еще не установлены объемы зон в средней части яруса. В других регионах, где развиты отложения геосинклинального типа, средняя, а иногда и нижняя часть венлока не содержит граптолитов. Наиболее приемлемыми уровнями корреляции в пределах СССР являются зоны *murchisoni*, слои с *Monograptus flexilis* и зона *testis-lundgreni* (см. рисунок).

Граница венлокского и лудловского ярусов

В стратотипическом разрезе венлокской серии (Венлокский край, Шропшир), согласно первоначальному определению Р. Мурчисона (см. Whittard, 1961), верхняя граница проводится по кровле Венлокского известняка. Последний подстилается Венлокскими сланцами и перекрывается нижнелудловскими отложениями. На типовой площади эта граница граптолитами не обусловлена.

В фациях, охарактеризованных граптолитами, верхняя граница венлока со времени исследований Г. Эллис и Э. Вуд (Elles, 1900; Wood, 1900) проводилась по подошве зоны *ludensis* (= *vulgaris*; см. Holland, Rickards, Warren, 1969). Э. Вуд отметила резкую смену комплексов граптолитов на этом временно́м рубеже: полное исчезновение поздневенлокских циртограптид и монограптид и появление резко обедненного комплекса пристиограптид зоны *ludensis*. В морфологическом отношении новый пристиограптовый комплекс более тесно связан с раннелудловской, чем с поздневенлокской граптолитовой фауной.

В практике зональной стратиграфии на территории Западной Европы и в СССР зона *ludensis* до последнего времени рассматривалась как базальная зона нижнего лудлова.

Недавно на типовой площади в окрестностях Лудлова, в Шропшире, были проведены ревизия лудловских и пограничных с ними венлокских отложений и анализ вертикального распространения граптолитов в этих слоях (Holland, Lawson, Walmsley, 1963; Holland, Rickards, Warren, 1969).

Доказано, что нижняя часть Венлокских сланцев в Лудлове соответствует зоне *lundgreni*, за которой следует маломощный интервал разреза с *P. dubius* и *G. nassa*, а верхняя часть этих сланцев содержит *P. ludensis*, *P. jaegeri*, *P. dubius* и *G. nassa*, характеризующих зону *ludensis*. Выше обнажаются слои без граптолитов, мощностью 60 м. Вид *P. ludensis* появляется в разрезе вновь в 100 м ниже кровли Венлокского известняка. Таким образом, верхняя часть Венлокских сланцев и по крайней мере базальная часть Венлокского известняка соответствуют зоне *ludensis*. В верхней части Венлокского известняка и в нижнеэлтонских слоях граптолиты не найдены.

СИСТЕМА	ОТДЕЛ	ЯРУС	ПОДЪЯРУС	ЗОНА	СЕВЕРНАЯ АНГЛИЯ Rickards, 1967, 1970	БАРРАНДИЕН Bouček, 1960 Horný 1962, Přibyl & Vaněk, 1968	МАРОККО Willefert 1963, 1966, 1970	СКАНИЯ, ДАЛАРНА Waern, 1960, 1948	ПОЛЬША Teller, 1969, Urbanek, 1966, 1970	ПРИБАЛТИКА Кальо, 1970; Пашкевичус, 1968-1974, Ульст, 1964-1968	УРАЛ, ПАЙ-ХОЙ Корень, 1964, 1973 Корень, Енокян, 1970	СРЕДНЯЯ АЗИЯ Халецкая, 1962, Обут и др 1968	КАЗАХСТАН Бандалетов, 1969, Михайлова, 1971-4	ТАЙМЫР Обут, Соболевская, Бондарев, 1965	СЕВЕРО-ВОСТОК СССР Обут, Соболевская Николаев, 1967	Ю-В АВСТРАЛИИ Thomas, 1960, Sherrard, 1953; Jaeger, 1967	АРКТИЧЕСКАЯ КАНАДА Jackson, Lenz, 1962 Lenz, Jackson, 1971
СИЛУРИЙСКАЯ	ВЕРХНИЙ	ПРЖИДОЛЬСКИЙ (≈ ДАУНТОНСКИЙ)		transgrediens		transgrediens	transgrediens		transgrediens		transgrediens	perneri *	bandaletovi			transgrediens-boučeki *	transgrediens
				perneri		perneri	perneri		perbrevis			boučeki *					?
				boučeki		boučeki	boučeki		admirabilis			chelmiensis *	chelmiensis				chelmiensis
				lochkovensis: chelmiensis / bugensis		lochkovensis	bugensis		perneri			bugensis *					bugensis
				formosus-ultimus		ultimus	formosus & ultimus		boučeki	lochkovensis	formosus *	formosus *	formosus			formosus *	aff. formosus
		ЛУДЛОВСКИЙ	Верхний	горизонт с Neocucullograptinae		fecundus	tomczyki		samsonoviczi	formosus			Neocucullograptinae			bohemicus & posthumus *	
				leintwardinensis: горизонт с Cucullograptinae / tumescens / scanicus	leintwardinensis / incipiens / nilssoni & scanicus	fritchi linearis / scanicus	leintwardinensis / scanicus	scanicus	chelmiensis	? balticus / tauragensis / tumescens	leintwardinensis / tumescens (?) * / scanicus & progenitor	leintwardinensis / tumescens (?) *	nilssoni-scanicus				leintwardinensis primus
			Нижний	nilssoni		nilssoni	nilssoni	nilssoni	bugensis		scanicus	scanicus	nilssoni-scanicus			chimaera	nilssoni
									formosus & ultimus		nilssoni	nilssoni		nilssoni	bohemicus-nilssoni		
	НИЖНИЙ	ВЕНЛОКСКИЙ	Верхний	ludensis	?	ludensis	ludensis & nassa	?	kozlowskii		ludensis	ludensis				ludensis ?	
				lundgreni	lundgreni	nassa / testis / radians		carruthersi & testis	inexspectatus				testis	testis-lundgreni		testis	testis
				ellesae	ellesae	perneri / ramosus	testis		auriculatus	ludensis: auctus / piltenensis: nassa / testis: testis / radians	testis & lundgreni	testis					
			Средн.	linnarssoni	linnarssoni	flexilis		rigidus	cornutus								
				rigidus	belophorus	rigidus / dubius	flexilis		Bohemograptus	perneri							
			Нижний	riccartonensis	antennularius / riccartonensis	riccartonensis / firmus		riccartonensis	leintwardinensis	flexilis		flexilis			flexilis		
				murchisoni	murchisoni	murchisoni		murchisoni	hemiaversus	riccartonensis		riccartonensis			riccartonensis		
				centrifugus	centrifugus	centrifugus / insectus			invertus	murchisoni	murchisoni-centrifugus	murchisoni				insectus	cf. murchisoni
		ЛАНДОВЕРИЙСКИЙ	Верхний	crenulata		grandis / spiralis / crenulata	spiralis		scanicus								
				griestoniensis	crispus & griestoniensis	griestoniensis		lapworthi / spiralis / griestoniensis	progenitor	spiralis: spiralis / griestoniensis	spiralis	spiralis: grandis / griestoniensis	spiralis grandis	spiralis	spiralis	spiralis / griestoniensis	spiralis
				crispus		crispus		crispus	nilssoni							crispus	?
				turriculatus: maximus	turriculatus: maximus	turriculatus / linnaei	turriculatus: linnaei	runcinatus	ludensis	turriculatus-crispus: linnaei	turriculatus-crispus: maximus	turriculatus-crispus: minor	turriculatus-crispus	turriculatus-crispus: minor-linnaei	turriculatus-minor	turriculatus	turriculatus
				sedgwickii	sedgwickii	sedgwickii	sedgwickii	sedgwickii	nassa	sedgwickii	sedgwickii	convolutus-sedgwickii	minor-sedgwickii	convolutus	convolutus-sedgwickii	sedgwickii / convolutus	sedgwickii & convolutus
			Средн.	convolutus	convolutus	convolutus	convolutus	cometa / folium	lundgreni	convolutus	convolutus		convolutus				
				gregarius: argenteus / magnus / triangulatus	leptotheca / magnus / triangulatus	pribyli / pectinatus / triangulatus	gregarius	gregarius	ellesae	triangulatus-gregarius	gregarius	gregarius-triangulatus	gregarius	triangulatus	gregarius-triangulatus	gregarius	? millepeda
				cyphus: acinaces	cyphus / acinaces	cyphus	cyphus	revolutus	flexilis	cyphus	cyphus	cyphus	cyphus		cyphus	cyphus	cyphus
			Нижний	vesiculosus-atavus	atavus	vesiculosus	vesiculosus	extenuatus	rigidus	vesiculosus	vesiculosus	vesiculosus	vesiculosus	vesiculosus-cyphus	vesiculosus		
				acuminatus	acuminatus	acuminatus / ascensus	?	acuminatus	riccartonensis	acuminatus	acuminatus *	ascensus-acuminatus	acuminatus / ascensus		ascensus & acuminatus	Akidograptus	modestus
				persculptus	?	?		persculptus	murchisoni	ascensus			O_3 persculptus		persculptus ?		

Стандартная шкала граптолитовых зон силура (левая часть) и ее корреляция с регио нальными схемами.

Прерывистой линией обозначена недостаточно четко установленная граница; * — находки отдельных элементов зонального комплекса (видов-индексов и др.) без обозначения границ зон.

В целях сохранения стабильности стратотипического объема венлокского и лудловского ярусов английские стратиграфы (Holland, Rickards, Warren, 1969) пришли к выводу о необходимости проведения границы между этими ярусами в граптолитовой последовательности по подошве зоны *nilssoni*, так как считали ее эквивалентной подошве нижнеэлтонских слоев. Такое положение границы подтверждается некоторыми косвенными доказательствами соответствия нижнеэлтонских слоев зоне *nilssoni* (разрезы Малверн Хилл и Мей Хилл на площади Лудлова) и корреляцией по остракодам (Martinson, 1967).

К какому соглашению придут исследователи относительно положения подошвы зоны *nilssoni* в шельфовых фациях Лудлова — будут ли они считать подошвой этих слоев подошву нижнеэлтонских слоев, или их кровлю, или какой-либо другой уровень (Lawson, 1971) — не имеет большого значения с точки зрения континентальных и межконтинентальных корреляций. Зона *nilssoni*, как базальная зона лудлова, наиболее удобна для таких целей, поскольку она характеризуется разнообразным комплексом граптолитов, известных на всех континентах, тогда как граптолиты зоны *ludensis* менее распространены, занимают узкий стратиграфический интервал, трудно поддаются определению и поэтому зона не всегда может быть выделена в разрезах (см. рисунок).

Лудловский ярус

Впервые граптолитовые зоны лудловского яруса были установлены в шельфовых отложениях типовой площади Лудлова в Шропшире (Wood, 1900). В стратотипическом разрезе Элтон Лейн нижняя часть лудлова представлена сланцами с многочисленными граптолитами зон *nilssoni* и *scanicus*, верхняя часть — сланцево-карбонатными толщами, содержащими преимущественно остатки раковинной фауны, в которых выделены зоны *tumescens* и *leintwardinensis*. В известняковых прослоях граптолиты редки, и их обильные, обычно моноспецифические скопления встречаются лишь на отдельных стратиграфических уровнях. Поэтому четкие объемы и границы двух последних зон на стратотипической площади не были установлены. Характеризуя последовательность лудловских граптолитов, Э. Вуд отметила значительное обеднение комплексов и их меньшую выдержанность на площади, особенно при переходе от шельфовых фаций к фациям открытого бассейна, и в связи с этим меньшее совершенство лудловской зональности.

В итоге стратиграфической ревизии К. Холланд, Ч. Лоусон и В. Волмслей (Holland, Lawson, Walmsley, 1963) предложили девять новых стратиграфических подразделений, основанных на характерных комплексах фауны и на изменении вещественного состава пород. Эти подразделения объединены в четыре яруса: элтонский, бринджвудский, лейнтвардинский, витклифский. Установлено следующее соотношение с граптолитовыми зонами: зональная принадлежность нижнеэлтонских слоев не определена; среднеэлтонские слои соответствуют зонам *nilssoni* и *scanicus*, а верхнеэлтонские и нижнебринджвудские — зоне *tumescens*; зональная принадлежность верхнебринджвудских слоев не установлена; нижнелейнтвардинские слои соответствуют зоне *leintwardinensis*; вышележащие верхнелейнтвардинские слои и витклифский ярус, завершающие разрез морского силура Англии, не содержат граптолитов.* Как видно из приведенных

* В сборнике, посвященном О. М. Б. Бульману, К. Холланд и Д. Пальмер сообщили о находках *Bohemograptus bohemicus tenuis* в слоях Витклиф (Holland, Palmer, *Bohemograptus*, the youngest graptoloid known from the British Silurian sequence. Spec. Papers in Paleont., 1974, No. 13, p. 213—236).

данных, еще не определены границы зоны *tumescens* и верхняя граница зоны *leintwardinensis*, а известняки и аргиллиты Витклиф, мощностью 55 м, охарактеризованы лишь остатками раковинной фауны.

Предложенное английскими стратиграфами ярусное расчленение лудловской серии в настоящее время имеет лишь региональное значение, так как ярусы могут быть выделены лишь в пределах Уэлш Бордерленда и Центрального Уэльса. Корреляция лудловских отложений этой площади с одновозрастными отложениями на территории Северного Уэльса и Северной Англии (Лейк Дистрикт, Хаугилл Феллз) осуществляется с помощью граптолитовых зон.

Исчезновение граптолитов на уровне зоны *leintwardinensis* в Англии обусловлено изменением фаций. Однако эволюция группы в позднелудловское время и в пржидольском веке продолжается, что подтверждается комплексами граптолитов, сменяющих друг друга в разрезах верхнего силура в континентальной Европе, Азии, Северной Америке, Австралии и Северной Африке.

Необходимость уточнения и детализации стандартных зон лудловского яруса Англии отчетливо выявилась при изучении зональной стратиграфии континентальной Европы. В целом английские зоны были распознаны в лудлове Баррандиена и Тюрингии, однако их количество, последовательность, датировка и названия по-разному понимались европейскими исследователями.

Зона *nilssoni* характеризуется разнообразным комплексом видов, повсеместно занимает одно и то же стратиграфическое положение в низах лудловского яруса, и ее коррелятивная ценность многократно доказана на разрезах Европы, Азии и других континентов (см. рисунок).

Зона *scanicus* в разрезах СССР и других стран часто объединяется с зоной *nilssoni* (см. рисунок; Обут с соавторами, 1968 и др.), поскольку видовые комплексы обеих зон, распознанные на уплощенном ископаемом материале, имеют много общих форм, а тейльзоны видов индексов перекрываются. В последнее время зона *scanicus* во многих региональных схемах рассматривается как самостоятельное подразделение, хотя объем ее принимается разным. Верхняя граница зоны даже в хорошо изученных разрезах не всегда устанавливается, так как верхняя часть зоны обычно не содержит характерных видов граптолитов. Так, в Баррандиене (Horny, 1962) на этом уровне встречаются некоторые виды пристиограптид, переходящие в вышележащую зону *fritschi linearis* и известные в верхней части копанинских слоев вплоть до зоны *ultimus*. Верхняя граница зоны *scanicus* определяется здесь исчезновением *Saetograptus chimaera*, сопутствующего зональному виду.

Зона *tumescens* — третья лудловская зона английского стандарта — наиболее трудно распознается в разрезах. Так, она неоднократно меняла свое место в зональной шкале Баррандиена. Первоначально она была помещена (Přibyl, 1948) выше зоны *leintwardinensis primus*, причем между ними в копанинских слоях были выделены еще две зоны: *longus* и *fragmentalis*. Б. Боучек (Bouček, 1960) также рассматривал зону *tumescens* в качестве последней зоны копанинских слоев, предшествующей зоне *ultimus* пржидольского яруса. Различное понимание возраста рассматриваемой зоны объясняется прежде всего широким вертикальным распространением вида-индекса, при отсутствии других характерных форм. Как это было установлено по материалам польских скважин (Urbanek, 1966), нижний предел распространения *Pristiograptus tumescens* определяется кровлей зоны *scanicus* s. l. Вид известен также в зоне *leintwardinensis* и переходит в более высокие слои. При этом никаких морфологических изменений в течение биохрона здесь не отмечалось. На материале разре-

зов Тюрингии Г. Егер (Jaeger, 1962) пришел к выводу о том, что зона *tumescens* не может рассматриваться как самостоятельная, а вид-индекс идентичен *P. dubius*.

В лудловских (копанинских) отложениях Баррандиена выше зоны *tumescens* выделена зона *fritschi linearis*, которая может рассматриваться как приблизительный эквивалент зоны *leintwardinensis* в Англии. Однако относительно возраста этой зоны не существует единого мнения. Г. Егер (Jaeger, 1964) в зональной схеме лудлова Тюрингии помещает ее над зоной *leintwardinensis*, тогда как в лудлове Польской низменности *Saetograptus fritschi linearis* вместе с типичной формой выше подошвы зоны *leintwardinensis* неизвестен. В основе таких разногласий лежит недостаток знаний морфологических особенностей сэтограптов и трудности адекватного определения их видов в подвидов на материале различной сохранности. В верхах зоны *fritschi linearis* Баррандиена, в разрезе сланцевого типа встречена пачка известняков с однообразным комплексом граптолитов *Bohemograptus bohemicus*, *Pristiograptus* ex gr. *dubius* и *Lobograptus* ex gr. *scanicus*. В этой же пачке на отдельных уровнях найдены *Pristiograptus fragmentalis*, *P. longus* и *P. fecundus*, которые в первых зональных схемах лудлова Баррандиена рассматривались в качестве индексов последовательных самостоятельных зон верхней части копанинских слоев (Přibyl, 1948; Bouček, 1960). Перечисленные пристиограптиды за пределами типовых обнажений неизвестны, не выяснено и вертикальное распространение их, кроме того они не имеют сопровождающих комплексов. На этом основании при ревизии зональной схемы Баррандиена Р. Горный (Horny, 1962) не посчитал зоны *fragmentalis*, *longus*, *fecundus* самостоятельными и оставил в зональной схеме между зонами *fritschi*, *linearis* и *ultimus* пустой интервал без характерных зональных форм.

Ввиду трудностей, связанных с корреляцией лудловских зон Англии и других регионов, Г. Егер (Jaeger, 1964) на основании изучения тюрингских разрезов предложил назвать зону *nilssoni* зоной *chimaera*, полагая, что вертикальное распространение указанных видов совпадает, а сэтограпты имеют преимущество, как более широко распространенная и более легко диагностируемая группа. Однако А. Урбанек (Urbanek, 1966), детально изучив по керновому материалу из мельникских слоев Польской низменности распространение сэтограптов на фоне развития видов группы *Neodiversograptus nilssoni* и *Lobograptus scanicus*, показал, что объемы зон *nilssoni* и *colonus* не соответствуют объемам *chimaera* и *scanicus—tumescens*. Поэтому подобная замена, несмотря на практическое удобство, кажется преждевременной. В связи с этим необходимо дальнейшее изучение морфологии и стратиграфического распределения сэтограптов в различных регионах для выявления общих закономерностей и возможности применения этой группы в зональной стратиграфии и корреляции.

Новое, наиболее детальное расчленение лудловских отложений в интервале зон *nilssoni—ultimus* произведено А. Урбанеком (Urbanek, 1966, 1970) для мельникских и седлецких слоев Польской низменности. Исследования А. Урбанека по морфологии и эволюции лудловских граптолитов на основе изучения объемных препаратов открывают новые возможности для зональной стратиграфии на филогенетической основе.

Детальное изучение особенностей фузеллярного строения апертурного аппарата тек и развития колоний позволило выделить два новых подсемейства — Cucullograptinae и Neocucullograptinae, определить основные направления эволюции и характер морфологических изменений, наблюдаемых в изученных филогенетических линиях. Раньше граптолиты этого стратиграфического интервала на основе коллекции уплощенных рабдосом из сланцевых фаций были объединены в группы *Monograptus scanicus*

и *Pristiograptus bohemicus*. До сих пор распространено мнение, что они однородны по составу, широко распространены в вертикальном направлении и не имеют существенного значения для корреляции. Новый морфогенетический подход к выделению видов и подвидов, изучение стратиграфического распределения новых таксонов в тщательно документированном керновом материале позволили доказать значение кукуллограптин и неокукуллограптин для зональной стратиграфии лудловского яруса Польши.

Зона верхней половины мельникских слоев в интервале от кровли *nilssoni* до кровли *leintwardinensis* выделена на основе изучения распространения в разрезе видов и подвидов новых родов *Lobograptus* и *Cucullograptus*. Ассоциирующая фауна представлена здесь родами *Saetograptus* (*Colonograptus*), *Saetograptus* (*Saetograptus*), *Monograptus*, *Holoretiolites* и др. Этапы развития кукуллограптин контролируются и коррелируются распространением в разрезе сопровождающей граптовой фауны, что значительно облегчает распознавание детальных зональных подразделений, основанных на мельчайших морфологических изменениях кукуллограптин в уплощенном макроскопическом материале.

Последовательность выделяемых выше зон *nilssoni* следующия: *progenitor*, *scanicus*, *parascanicus*, *invertus*, *hemiaversus*, *aversus* (с подзонами *aversus aversus* и *aversus rostratus*).

Перечисленные подразделения соответствуют этапам развития кукуллограптин, которые отмечаются появлением новых морфологических элементов в определенных филогенетических линиях. Границы зон проводятся по появлению новых элементов фауны в одной филогенетической линии; объем их обычно определяется вертикальным распространением вида-индекса. Зональные комплексы состоят из видов и подвидов кукуллограптин, сопровождающихся другими граптолитами более широкого вертикального распространения.

Анализ распространения граптолитов в скважине Мельник позволяет установить соответствие лудловских зон Польской низменности зонам Англии, Баррандиена, Тюрингии и других стран и определить интервал, занимаемый ими в стандартной шкале (см. рисунок).

Л. Теллер (Teller, 1969), обосновывая зональное расчленение верхнего силура Польши, для удобства корреляции объединил зоны от *progenitor* до *hemiavarsus* в горизонт с *Cucullograptinae*. Зону *aversus* он рассматривает как эквивалентную зоне *leintwardinensis* в Англии. Поэтому выше горизонта с Cucullograptina он помещает зону *leintwardinensis* на том основании, что последняя широко распространена, является надежным стратиграфическим уровнем и что ее значение для широких корреляций подтверждено практикой.

Таким образом, в стандартной шкале граптолитовых зон нижнего и среднего лудлова (см. рисунок) параллельно приведены два типа зонального подразделения. В левой части показаны английские зоны стратотипического разреза лудлова, сумма которых определяет объем лудловского яруса, включая зону *leintwardinensis*. Последовательность этих зон базируется на смене в разрезе комплексов граптолитов, виды-индексы которых не связаны между собой единой линией развития и принадлежат к различным родовым таксонам. Это зональное расчленение имеет очевидные недостатки: имеются зияния между зонами из-за неточного определения объемов и границ трех верхних зон. Кроме того, в стратотипическом разрезе неизвестна зональная принадлежность верхнелудловских слоев.

На рисунке показан также горизонт с Cucullograptinae, расчленяющийся на зоны (см. графу «Польша»), выделенные на основании фило-

генетического развития одной группы монограптид. Эти зоны являются первыми подразделениями такого типа в граптолитовой зональной стратиграфии. Данные о составе и разнообразии раннелудловских граптолитов, полученные в результате детальных морфологиечских исследований А. Урбанека, заставляют более внимательно относиться к известным видам, установленным на уплощенном материале из сланцевых толщ. Уже сейчас можно легко распознавать вид *Lobograptus progenitor*, ранее включавшийся в *Neodiversograptus nilssoni*, и соответствующий ему стратиграфический интервал (верхняя половина зоны *nilssoni*). По-иному должна рассматриваться категория группы *Lobograptus scanicus* ввиду существенной таксономической дифференциации, обнаруженной на польском материале.

Однако, несмотря на отмеченные недостатки, переход от широко вошедших в употребление английских зон к польским зонам для целей широкой корреляции пока невозможен из-за отсутствия изученного адекватного палеонтологического материала.

Верхнелудловские отложения соответствуют интервалу разреза от кровли зоны *leintwardinensis* до подошвы зоны *ultimus*. На классической площади лудловского яруса в Шропшире они представлены раковинными фациями Витклифа. В разрезах континентальной Европы и других регионов земного шара в этом стратиграфическом интервале встречаются некоторые виды широкого вертикального распространения, входящие в группы *Pristiograptus dubius* и *Bohemograptus bohemicus*. Эти группы были плохо изучены, рассматривались в морфологическом отношении как консервативные и не считались пригодными для зональной стратиграфии. Поэтому верхняя граница зоны *leintwardinensis* даже в непрерывных разрезах определялась обычно условно по исчезновению зонального вида. В Баррандиене этот стратиграфический интервал зонально не охарактеризован; в Тюрингии выделяются зоны *fritschi linearis* и *dubius thuringicus*, самостоятельность и коррелятивная ценность которых сомнительны. Однако во всех изученных разрезах верхнего лудлова непосредственный контакт между зонами *leintwardinensis* и *ultimus* отсутствует, и они повсеместно разделены интервалом разреза без характерных форм.

Зональное расчленение верхней части лудловского яруса также затруднено тем, что на этом стратиграфическом уровне фации, благоприятные для граптолитов, менее распространены. Кроме того, на уровне зоны *leintwardinensis* наблюдается отчетливое обеднение систематического состава граптолитов и вымирание большинства раннелудловских представителей.

Новые данные, представляющие исключительный интерес для понимания направлений эволюции и этапов развития позднелудловских граптолитов, получены А. Урбанеком при химическом растворении кернового материала из седлецких слоев Польши (Urbanek, 1970; Урбанек, 1971). Послойно изучен материал из монотонной толщи глинистых и карбонатных пород, мощностью 242 м, в интервале между кровлей зоны *leintwardinensis* и подошвой горизонта *formosus*. Изученный интервал с точки зрения корреляции соответствует верхней части лейнтвардинского и большей части витклифского яруса Англии, верхам копанинских слоев Баррандиена и верхней части нижнеграптолитовых сланцев Тюрингии. Исследование граптолитов седлецких слоев позволило А. Урбанеку установить неизвестный раньше этап развития граптолитов, выделенных в новое подсемейство Neocucullograptinae Urbanek. Первый представитель неокукуллограптин — вид *Bohemograptus bohemicus* — известен в раннем лудлове и в морфологическом отношении относительно стабилен. Позднелудловские представители этого подсемейства являются прогрессивной в эволюцион-

ном отношении группой и дают последовательную филогенетическую серию морфологически обособленных форм, сменяющихся во времени. Неокукуллограптины седлецких слоев могут рассматриваться как связующее звено в развитии раннелудловских и пржидольских граптолитов.

Смена во времени видов и подвидов родов *Bohemograptus*, *Neolobograptus* и *Neocucullograptus*, образующих единый филогенетический ствол, позволила впервые зонально расчленить верхнелудловские отложения Польши. Последовательность выделенных зон выше зоны *aversus* следующая: *praecornutus*, *cornutus*, *auriculatus*, *inexpectatus*, *kozlowskii*. А. Урбанек рассматривает новые подразделения в качестве «ранговых» зон. Однако вертикальное распространение зональных таксонов показывает, что они в некоторых интервалах частично перекрываются. Зональные границы проведены им исходя из появления новых таксонов в филогенетической линии. Наряду с зональными и сопутствующими видами и подвидами неокукуллограптин в состав комплексов нижних зон входят последние кукуллограптины, и на протяжении всего стратиграфического интервала известны некоторые виды группы *Pristiograptus dubius* и *Monoclimacis haupti*.

А. Урбанек рассматривает выделенные им зоны как региональные стратиграфические подразделения нижней части седлецких слоев Польши. Однако при внимательном изучении граптолитов этого стратиграфического интервала некоторые зональные формы были обнаружены и в других районах — в Баррандиене и Литве. Наиболее приемлемым горизонтом для корреляции является интервал разреза с массовыми находками разнообразных представителей *Bohemograptus* (зоны *praecornutus* и *cornutus* непосредственно выше последних *Saetograptus leintwardinensis*). Зональные виды *Neocucullograptus inexpectatus* и *N. kozlowskii* обнаружены в верхней части копанинских слоев, последний — непосредственно ниже подошвы пржидольского яруса (Urbanek, 1970; Урбанек, 1971). В Литве на границе пагегяйских и миниясских слоев встречен *N.* cf. *kozlowskii* вместе с *Monoclimacis ultimus*. Эта находка ценна тем, что она подтверждает смыкание последней зоны лудлова и первой зоны пржидольского яруса.

Таким образом, вышесказанное позволяет считать, что зональное расчленение седлецких слоев Польши выходит за рамки региональной схемы, хотя на современной стадии изученности позднелудловских граптолитов в других странах оно нигде не подтверждено с необходимой детальностью.

Рассмотренная последовательность зон является первым зональным расчленением верхнего лудлова и включена в стандартную шкалу. Эти зоны могут рассматриваться как горизонт с Neocucullograptinae, соответствующий определенному временно́му интервалу между зонами *leintwardinensis* и *ultimus*.

Наиболее надежными уровнями корреляции лудловских отложений являются зоны *nilssoni*, *scanicus* и *leintwardinensis*.

Пржидольский (даунтонский) ярус

Интенсивное изучение пограничных слоев силура и девона в связи с уточнением границы названных систем показало широкое распространение пржидольских граптолитов на различных континентах, возможность распознавания некоторых зон и их коррелятивную ценность.

Пржидольские граптолиты на современной стадии изученности рассматриваются в морфологическом отношении, как однообразная группа. Они представлены небольшим числом видов родов *Pristiograptus*, *Monograptus* и *Monoclimacis*. Многие из них имеют широкий диапазон вертикального распространения, а некоторые характеризуют узкие интервалы

разреза, что позволяет различить последовательность нескольких зон. В пределах всего стратиграфического интервала указанным родам сопутствуют многоветвистые формы монограптид, известные от позднего лудлова до раннего девона включительно.

В последние годы при изучении отложений, содержащих постлудловские граптолиты, все более прочно входит в употребление термин «пржидольский ярус» в качестве верхнего яруса силурийской системы. Этому в значительной мере способствуют следующие обстоятельства: 1) стратотипом зон от *ultimus* до *transgrediens* являются разрезы пржидольского яруса Баррандиена и 2) стратотип верхней границы силурийской системы по подошве зоны *uniformis* также находится в Баррандиене. Как уже было сказано выше, здесь употребляется название «пржидольский», поскольку рассматривается зональный граптолитовый стандарт. Среди пржидольских граптолитовых зон существенную коррелятивную ценность имеют следующие зоны: *ultimus-formosus*, *boučeki*, *perneri* и *transgrediens* s. str., а объем и комплекс зоны *lochkovensis* нуждаются в уточнении.

Значительный интерес представляет новая региональная схема зонального расчленения подлясского яруса Польши, предложенная Л. Теллером (Teller, 1964, 1969). Изучение вертикального распространения ряда новых видов пристиограптид и известных ранее монограптид в кернах скважин Польской низменности позволило Л. Теллеру выделить семь зон в верхах седлецкого и в подлясском ярусе, коррелирующихся с пржидольским ярусом Баррандиена. Л. Теллер рассматривает выделенные подразделения как акрозоны, однако лишь некоторые зоны соответствуют всему вертикальному распространению вида-индекса (*formosus*, *boučeki*, *perneri*). Почти все польские зоны являются монотипическими, лишь в нижней и верхней части некоторых смежных зон наблюдается перекрытие видов-индексов. При этом нижняя граница каждой зоны проводится по появлению вида-индекса в разрезе. Филогенетическая преемственность зональных индексов пристиограптид не изучена.

Диагностировка некоторых зональных таксонов не всегда проста, так как видовые отличия незначительны и основываются на количественных признаках и форме проксимальных тек. Возможность улавливать эти отличия во многом зависит от сохранности материала и субъективного подхода исследователя. Рассматриваемая зональная последовательность успешно используется для дробного расчленения верхнесилурийских отложений Польши, так как отражает региональные особенности распространения граптолитов, но пока она еще не может служить хроностратиграфическим стандартом для широких корреляций. Ее соотношение с зональным стандартом пржидольского яруса показано на рисунке. Общими зонами и надежными корреляционными уровнями являются: *formosus-ultimus*, *bouceki*, *perneri*. По положению в зональной последовательности интервал зоны *lochkovensis* Баррандиена, несмотря на отсутствие общих видов, приблизительно соответствует зонам *bugensius*, *chelmiensis* и *samsonowiczi*. В Польше зона *bugensius* соответствует распространению вида-индекса, тогда как *P. chelmiensis* проходит вверх почти через всю следующую зону — *samsonowiczi*. В Казахстане, по данным Н. Ф. Михайловой (1971), *Pristiograptus chelmiensis* встречен вместе с *Monograptus boučeki*, тогда как в Канаде (Lenz, Jackson, 1971) интервалы распространения *P. bugensius* и *P. chemiensis* большей частью совпадают, и вместе с ними встречается *Monograptus* cf. *formosus*. Поскольку *Colonograptus lochkovensis* сравнительно мало распространен, в целях корреляции его можно заменить видами *P. bugensius* и *P. chelmiensis*, которые имеют более широкое географическое распространение. Однако необходимо уточнить вертикальный диапазон и в других разрезах. Зона *samsonoviczi* не имеет

коррелятивного значения, так как вид-индекс пока неизвестен за пределами Польской низменности и, скорее всего, она должна быть включена в верхнюю часть зоны *chelmiensis* Польши или в *lochkovensis* Чехословакии.

Следующие зоны — *bouceki* и *perneri* — широко распространены, занимают четкие стратиграфические интервалы и являются надежными подразделениями для корреляции отложений средней части пржидольского яруса. Эти зоны установлены в Европе, Марокко, Средней Азии, Австралии.

Верхняя часть пржидольского яруса Баррандиена соответствует зоне *transgrediens*, для которой характерны массовые скопления зонального вида. Эту зону следует рассматривать как эпиболь вида-индекса, поскольку он появляется в более низких горизонтах пржидольского яруса. В Чехословакии вид *Pristiograptus transgrediens* известен начиная с зоны *perneri* (Horny, 1962), а в Австралии он встречен вместе с *Monograptus bouceki* (Jaeger, 1967).

В Польше аналоги верхней части пржидольского яруса (выше зоны *perneri*) расчленены на три последовательные зоны: *admirabilis*, *perbrevis* и *transgrediens* (Teller, 1964, 1969). Анализ вертикального распространения видов-индексов названных зон показал, что такое дробное расчленение является излишне детальным. *Pristiograptus perbrevis* занимает очень узкий стратиграфический интервал, в нижней и верхней части которого распространены *P. admirabilis* и *P. transgrediens* — виды-индексы предыдущей и последующей зон. Зона *admirabilis* не закрыта в почве: имеется зияние между первыми находками вида-индекса и последними *Monograptus perneri*. За пределами Польши виды *Pristiograptus admirabilis* и *P. perbrevis* неизвестны. В Баррандиене и Австралии тейльзоны видов-индексов *M. perneri* и *P. transgrediens* перекрываются, поэтому нет основания считать, что эти зоны разобщены каким-либо стратиграфическим интервалом. Зоны *admirabilis*, *perbrevis* и *transgrediens* в Польше следует считать одновозрастными с зоной *transgrediens* пржидольского яруса Баррандиена. Как уже отмечалось выше, Г. Егер (Jaeger, 1967; устное сообщение 1971 г.), считая зону *transgrediens* акрозоной, полагает, что она охватывает бóльшую часть пржидольского яруса — от кровли ценозоны *formosus—ultimus* до подошвы зоны *uniformis*. Зоны *bouceki, perneri* и *transgrediens* (эпиболь) Баррандиена рассматриваются Г. Егером в качестве подзоны.

За пределами Центральной Европы относительно полная последовательность пржидольских зон обнаружена на территории СССР в токрауском горизонте Казахстана (Бандалетов, Михайлова, Палец, 1971) и в северо-западной части Канады (Lenz, Jackson, 1971). Отдельные зоны или части зон установлены в Тюрингии и Карнийских Альпах (*transgrediens*), в Нормандии (*formosus*, *bouceki*, *transgrediens*), в Болгарии (*formosus*), а также в других странах (см. рисунок).

В целом можно полагать, что граптолитовый стандарт силура в таком виде, в каком он представлен в левой части рисунка, несмотря на все его недостатки и неоднородность, вполне пригоден для корреляции и подразделения разрезов. Мы считаем возможным утверждать, что в этом стандарте представлен практически полный разрез силурийских отложений, и это сильнейшая сторона стандарта. Задача дальнейших исследований состоит в усовершенствовании его с целью достижения большей однородности подразделений, в выработке единых (лучших) критериев их выделения, обоснования границ и т. д. В задачу дальнейших исследований входит и выяснение истинной роли биогеографических и экологических аспектов в распространении планктонной фауны, в частности граптолитов.

ЛИТЕРАТУРА

Бандалетов С. М. Силур Казахстана. Алма-Ата, «Наука», 1969. 155 с.

Бандалетов С. М., Михайлова Н. Ф., Палец Л. М. Токрауский горизонт силура Центрального Казахстана. — В кн.: Стратиграфическое совещание по допалеозою и палеозою Казахстана (Тезисы докладов). Алма-Ата, 1971, с. 106—108.

Кальо Д. Л. Стратиграфическая схема и корреляция силура Эстонии. — В кн.: Силур Эстонии. Таллин, «Валгус», 1970, с. 192—204.

Корень Т. Н. Силурийские граптолиты Урала и их значение для стратиграфии. Автореф. канд. диссертации. 1964. 23 с.

Корень Т. Н., Енокян В. С. Силурийские и нижнедевонские отложения северо-западной части Югорского полуострова и островов Печерского моря. — «Учен. записки Науч.-иссл. ин-та Арктики. Палеонт. и биострат.», 1970, вып. 30, с.5—25.

Месежников М. С. Зональная стратиграфия и зоогеографическое районирование морских бассейнов. — «Геология и геофизика», 1969, № 7, с. 45—53.

Михайлова Н. Ф. Граптолитовые зоны силурийских оотложений Казахстана. — В кн.: Стратиграфическое совещание по допалеозою и палеозою Казахстана. Тезисы докладов. Алма-Ата, 1971, с. 115—117.

Обут А. М., Абдуазимова З. М., Голиков А. Н., Риненберг Р. Е. Зональное расчленение и корреляция силурийских отложений по граптолитам в Средней Азии. — В кн.: Биостратиграфия пограничных отложений силура и девона. М., «Наука», 1968, с. 75—85.

Обут А. М., Соболеевская Р. Ф., Бондарев В. И. Граптолиты силура Таймыра. М., «Наука», 1968, с. 1—120.

Обут А. М., Соболевская Р. Ф., Николаев А. Н. Граптолиты и стратиграфия нижнего силура окраинных поднятий Колымского массива (Северо-Восток СССР). М., «Наука», 1967, 162 с.

Пашкевичюс М. Ю. Биостратиграфия и корреляция силурийских терригенных и карбонатных отложений Южной Прибалтики. — В кн.: Стратиграфия нижнего палеозоя Прибалтики и корреляция с другими регионами. Вильнюс, «Минтис», 1968, с. 250—272.

Пашкевичюс И. Ю. Граптолиты и зональное расчленение лудловских отложений в Прибалтике. — В кн.: Граптолиты СССР. Новосибирск. «Наука», 1974, с. 122—133.

Раузер-Черноусова Д. М. О зонах единых и региональных стратиграфических шкал. — «Изв. АН СССР. Сер. геол.», 1967, № 7, с. 104—108.

Соколов Б. С. Биохронология и стратиграфические границы. — В кн.: Проблемы общей и региональной геологии. Новосибирск, «Наука», с. 155—178.

Степанов Д. Л. Принципы и методы биостратиграфических исследований. — «Тр. ВНИГРИ», 1958, вып. 113. 180 с.

Ульст Р. Ж. Граптолитовые зоны силура Латвийской ССР. — «Изв. АН Латв.ССР», 1964, № 10, с. 39—49.

Ульст Р. Ж. Биостратиграфия и корреляция силура Средней Прибалтики. — В кн.: Стратиграфия нижнего палеозоя Прибалтики и корреляция с другими регионами. Вильнюс, «Минтис», с. 215—249.

Урбанек А. Зональная эволюция монограптид в седлецких слоях — новая глава в истории граптолитов. — В кн.: Граница силура и девона и биостратиграфия силура. Тр. III Междун. симпозиума. Т. I, Новосибирск. «Наука», с. 222—228.

Халецкая О. Н. Граптолиты лландовери Западного Тянь-Шаня. — В кн.: Стратиграфия и палеонтология Узбекистана и сопредельных районов. 1. Изд. АН Узб. ССР, Ташкент, 1962, с. 54—105.

Berry, W. B. N., Boucot, A. J. Correlation of the North American Silurian Rocks. — "Geol. Soc. Am., Special Paper", 1970, vol. 102. 289 p.

Boucek, B. Monographie der obersilurischen Graptoliten aus der Familie Cyrtograptidae. — "Práce Geol. Paleont. Úst. Karlovy Univ.", 1933, č. 1, s. 1—74.

Boucek, B. Die Graptolithenfaunen des böhmischen Silurs und ihre stratigraphische Bedeutung. Prager Arbeitstagung über die Stratigraphie des Silurs und des Devons (1958). Praha, 1960, S. 259—267.

Bulman, O. M. B. The sequence of graptolite faunas. — "Paleontology", 1958, vol. 1, pt. 3, p. 159—173.

Bulman, O. M. B. Treatise on invertebrate Paleontology. V (second edition), Graptolithina. Geol. Soc. Am. Univ. Kansas, 1970, 163 p.

Cocks, L. R. M., Holland, C. H., Rickards, R. B., Strachan, I. A., correlation of Silurian Rocks in the British Isles. — "J. geol. Soc. London", 1971, vol. 127, p. 103—136.

Cocks, L. R. M., Rickards, R. B. Five boreholes in Shropshire and the relationships of shelly and graptolitic facies in the Lower Silurian. — "Quart. J. geol. Soc. London", 1969, vol. 124, p. 213—238.

Cocks, L. R. M., Toghill, P., Ziegler, A. M. Stage names within the Llandovery Series. — "Geol. Mag.", 1970, vol. 107, p. 79—87.
Elles, G. L. The Zonal Classification of the Wenlock Shales of the Welsh Borderland. — "Quart. J. geol. Soc. London", 1900, vol. LVI, p. 370—414.
Elles, G. L., Wood, E. M. R. A. Monograph of British Graptolites. Palaeontogr. Soc. London, 1901—1918. 539 p.
Holland, C. H., Lawson, J. D., Walmsley, V. G. The Silurian rocks of the Ludlow district, Shropshire. — "Brit. Mus. (Nat. Hist) Bull. Geol", 1963, vol. 8, p. 93—171.
Holland, C. H., Rickards, R. B., Warren, P. T. The Wenlock graptolites of the Ludlow district, Shropshire, and their stratigraphical significance. — "Palaeontology", 1969, vol. 12, p. 663—683.
Horny, R. Das mittelböhmische Silur. — "Geologie", 1962, Bd 11, S. 873—916.
Jackson, D. E., Lenz, A. C. Zonation of Ordovician and Silurian graptolites of norther Jukon, Canada. — "Am. Assoc. Petrol. Geol. Bull.", 1962, vol. 46, p. 30—45.
Jaeger, H. Graptolithen und Stratigraphie des jüngsten Thüringer Silurs. — "Abh. Deutsch. Akad. Wiss. Berlin, Kl. Chem., Geol. u. Biol.", 1959, Nr. 2. 197 S.
Jaeger, H. Das Silur (Gotlandium) in Thüringen und am Ostland des Theinischen Schiefergebirges (Kellerwald, Marburg, Giessen). Symposium-Band der 2. Internationalen Arbeitstagung über die Silur Devon-Grenze und die Stratigraphie von Silur und Devon, Bonn-Bruxelles 1960. Stuttgart, 1962, S. 108—135.
Jaeger, H. Der gegenwärtige Stand der stratigraphischen Erforshung des Thüringer Silurs. — "Abh. Deutsch. Akad. Wiss. Berlin, Kl. Bergbau, Hütenw. u. Montangeol.", 1964, Nr. 2, S. 25—51.
Jaeger, H. Preliminary stratigraphical results from graptolite studies in the Upper Silurian and Lower Devonian of Southeastern Australia — "J. geol. Soc. Australia", 1967, vol. 14, pt. 2, p. 281—286.
Koren, T. N. The Silurian and Lower Devonian graptolitebearing strata in the USSR (a review). — "Geol. Mag.", 1973, vol. 110, No. 1, p. 1—17.
Lapworth, C. On the geological distribution of the Rhabdopora. — "Ann. Mag. Nat. Hist.", 1879—1880, Ser. V., vol. 3, p. 245—257, 449—455; vol. 4, p. 333—341, 423—431; vol. 5, 45—62, 273—285, 358—369; vol. 6, 16—29, 195—207.
Lawson, J. D. Some Problems and principles in the classification of the Silurian System. — "Mém. Bur. rech. géol. et min.", 1971, No. 73, p. 301—308.
Lenz, A. C., Jackson, D. E. Latest Silurian (Přidolian) and Early Devonian Monograptus of Northwestern Canada. — "Geol. Surv. Canada Bull.", 1972, No. 192, p. 1—25.
Martinsson, A. The succession and correlation of Ostracode faunas in the Silurian of Gotland. — "Geol. Fören. Stockh. Förhandl.", 1967, vol. 89, p. 350—386.
Přibyl, A. Bibliographic index of Bohemian Silurian graptolites. — "Knih. Státn. geol. Úst. ČSR", 1948, sv. 22, s. 1—96.
Přibyl, A., Vanek, J. Biostratigraphische Studie über die Fauna des Budnaniums bis Pragiums im Hinblick auf die Grenze zwischen Silur und Devon im Barrandium und in den übrigen europäischen Gebiten. — "Neues Jahrb. Geol., Paläont.", 1968, Nr. 7, S. 413—440.
Rickards, R. B. The Wenlock and Ludlow succession in the Howgill Fells (noth-west Yorkshire and Westmorland). — "Quart, J. geol. Soc. London", 1967, vol. 123, p. 215—251.
Rickards, R. B. Wenlock graptolite ones in the English Lake District — "Proc. geol. Soc. London", 1969, vol. 1654, p. 61—65.
Rickards, R. B. The Llandovery (Silurian) graptolites of the Howgill Fells, Northern England. Paläont. Soc. Monographs. London, 1970. 108 p.
Rickards, R. B., Hutt, J. E. The earliest monograptid. — "Proc. geol. Soc. London", 1970, Septemb., No. 1663, p. 115—119.
Schindewolf, O. H. Grundlagen und Methoden der paläontologischen Chronologie. Verl. Borntraeger. Berlin, 1950. 152 S.
Schindewolf, O. H. Stratigraphische Methodik und Terminologie. — "Geol. Rundschau", 1960, Bd 49, H. 1., S. 1—35.
Sherrard, K. M. The Assemblages of Graptolites in New South Wales — "Proc. Roy. Soc. Victoria, new. ser", 1953, vol. 86, p. 73—101.
Teller, L. Graptolite fauna and stratigraphy of the Ludlovian deposits of the Chelm borrehole Eastern Poland. — "Studia geol. Polonica", 1964, vol. 13. p. 1—88.
Teller, L. The Silurian biostratigraphy of Poland based on graptolites. — "Acta geol. Polonica", 1969, vol. 19, No. 3, p. 393—501.
Thomas, D. E. The zonal distribution of Australian graptolites. — "Royal Soc. New S. Wales, J. and Proc", 1960, vol. 94. p. 1—58.

Toghill, P. The graptolite assemblages and zones of the Birkhill Shales (Lower Silurian) at Dobb's Linn. — "Palaeontology", 1968, vol. 11, No. 5, p. 654—668.
Toghill, P. Highest Ordovician (Hartfell Shales) graptolite faunas from the Moffat area, South Scotland. — "Brit. Mus. (Nat. Hist.) Bull. (Geol.)", 1970, vol. 19, p. 1—26.
Toghill, P. The distribution of graptolite faunas across the Ordovician-Silurian boundary in Britain. — "Mém. Bur. rech. géol. et min.", 1971, No. 73, p. 417—422.
Urbanek, A. On the morphology and evolution of the Cucullograptinae (Monograptidae, Graptolithina). — "Acta palaeontol. Polonica", 1966, vol. XI, No. 3—4, p. 291—544.
Urbanek, A. Neocucullograptinae n. subfam. (Graptolithina) — their evolutionary and stratigraphic bearing. — "Acta palaeontol. Polonica", 1970, vol. XV, No. 2—3, p. 163—388.
Waern, B. The Silurian strata of the Kullatorp core. — In: Waern, B. Thorslund, P. Henningsmoen, G. Deep boringthrough Ordovician and Silurian strata at Kinnekulle, Västergötland. — "Bull. Geol. Inst. Uppsala", 1948, vol. 32 p. 337—478.
Waern, B. On the Middle Llandovery of Dalarna. Intern. Geol. Congr. Report Twenty-First Sess. Norden, part VII, Ordovician and Silurian strata and correlation. Copenhagen, 1960, p. 126—133.
Warren, P. T. The stratigraphy and structure of the Silurian (Wenlock) rocks south-east of Hawick, Roxburgshire, Scotland. — "Quart. J. geol. Soc. London", 1964, vol. 120, p. 193—222.
Warren, P. T. The sequence and correlation of graptolite faunas from the Wenlock-Ludlow Rocks of North Wales. — "Mém. Bur. rech. géol. et min.", 1971, No. 73, p. 451—460.
Whittard, W. F. Lexique Stratigraphique International. Vol. I. Europe. Fasc. 3a, Angleterre, Pays de Galles, Ecosse: V. Silurien, Paris, 1961, 1—273.
Willefert. S. Les graptolites du Silurien inferieur du jbel Equer-Iguiguena (SWd'Ito, anticlinorum de Kasba-Tadla-Azron, Maroc, Central). — "Notes et mém. Serv. geol. Maroc", 1963, No. 177, p. 1—75.
Willefert, S. Liste raisonnee des graptolites siluriens recoltes dans la Meseta coeriera a l'Est de Casablanca et discussion critique de quelques especes. — "Notes et mém. Serv. geol. Maroc", 1966, No. 180 bis., p. 80—104.
Willefert, S. Monoclimacis tomczyki nov. sp. graptolite du Ludlov du S. de l'Anti-Atlas central (Maroc). — "Notes et mém. Serv. geol. Maroc", 1970, 30, No. 225, p. 27—38.
Wood, E. M. R. The Lower Ludlov formation and its graptolite fauna. — "Quart. J. geol. Soc. London", 1900, vol. 56, p. 415—492.
Wood, E. M. R. The Tarannon Series of Tarannon. — "Quart. J. geol. Soc. London", 1906, vol. 62, p. 644—701.

Всесоюзный научно-исследовательский геологический институт. Ленинград
Институт геологии АН ЭССР. Таллин

SILURIAN GRAPTOLITE ZONES

T. KOREN, D. KALJO

Summary

Graptolite zones are the best stratigraphic tools of subdivision and correlation of Silurian sections. Regional stratigraphic schemes reflect local conditions and development but none of the known schemes is perfect in every respect. We need a standard scheme or scale encompassing the whole Silurian without breaks and duplication that would serve as a model throughout the world. This standard scale should be compiled from concrete regional schemes or parts of these all mutually firmly correlated. In this case the graptolite zone standard in the course of later studies would enable further perfection. Also province schemes could be negotiable but as there was no clear biogeographical differentiation among Silurian graptolites those intermediate schemes seem to be unnecessary at present.

The stratotypes of the Llandoverian, Wenlockian and Ludlovian Series are located in Great Britain therefore the standard scale from the persculptus zone to the leintwardinensis zone relies on the English regional scheme (Cocks, Holland, Rickards, Strachan, 1971). The missing part of the Ludlovian and the Pridolian are supplemented according to Polish and Barrandian schemes.

The standard for Silurian graptolite zones is placed left in the figure and correlated with some regional schemes. The broken line marks insufficiently motivated boundaries, * stands for the finds of index species or other species characteristic of a zone but inadequate in itself to designate it. The subdivisions of the standard scale are characterized and due stress is given to the important stand of phylogenetic relations in the reliability of zonal stratigraphy.

SILURI GRAPTOLIIDITSOONID

T. KOREN, D. KALJO

Resümee

Graptoliiditsoonid on siluri stratigraafias parim läbilõigete liigestamise ja korreleerimise vahend. Regionaalsed stratigraafilised skeemid peegeldavad kohalikke tingimusi ja arengut, kuid ükski seni tuntud skeemidest ei ole täiuslik. Sellele nõudele peaks vastama standardskeem, mis hõlmaks kogu siluri lünkadeta ja võiks olla etaloniks kogu maailmas. Standardskeem peab olema koostatud konkreetsetest regionaalskeemidest või nende osadest, mis kindlalt omavahel korreleeritud. See võimaldab graptoliiditsoonide standardit edasiste uurimiste käigus täiustada. Mõeldavad on ka vahepealsed provintsiaalskeemid, kuid biogeograafilise diferentsiatsiooni vähese ilmnemise tõttu siluri graptoliitide levikus on need esialgu ilmselt mittevajalikud.

Ländouveri, uenloki ja ladlou stratotüübid asuvad Inglismaal, mistõttu ka standardskeemi aluseks alates *persculptus*'e tsoonist kuni *leintwardiensis*'e tsoonini on Inglise regionaalskeem (Cocks, Holland, Rickards, Strachan, 1971). Puuduv osa ladloust ja pridoli on täiendatud Poola ja Barrandeumi skeemide alusel.

Joonisel on esitatud siluri graptoliiditsoonide standard (joonise vasakpoolne osa) koos regionaalskeemide korrelatsiooniga. Katkendjoonega on tähistatud mitteküllaldaselt põhjendatud piirid, * tähistab üksikute indeksliikide või muude tsooni iseloomustavate liikide leide, millest aga ei piisa tsooni piiritlemiseks. Antakse standardskaala alajaotuste iseloomustus ja kriipsutatakse alla fülogeneetiliste suhete olulisust tsonaalse stratigraafia töökindluse parandamisel.

О НОВЫХ НАХОДКАХ ГРАПТОЛИТОВ В СИЛУРЕ МОНГОЛИИ

Т. Н. КОРЕНЬ, Н. Г. МАРКОВА

Силурийские отложения, представленные граптолитовыми фациями, впервые обнаружены в Западной Монголии Я. Киршке (Kirschke, 1969) в 1963 г., во время полевых работ Польской геологической экспедиции. Они обнажаются в сомоне Дут, в 60 км южнее Кобдо, на восточном склоне хребта Монгольский Алтай, в бассейне рек Хойт-Цэнхэр-Гол и Улан-Гол. На основании определений граптолитов, сделанных Г. Томчиком, И. Корнаш и Я. Киршке, установлен позднелландоверийский-поздневенлокский возраст толщи глинистых и глинисто-кремнистых сланцев, мощностью 125 м. Приведенный Я. Киршке список граптолитов показывает, что в сводном разрезе силура в интервале *M. crenulata—M. testis* присутствуют некоторые граптолитовые зоны. Кроме того, в устье р. Улан-Гол Я. Доном и Г. Биернат собраны раннелудловские граптолиты зон *N. nilssoni* и *L. scanicus* (Kirschke, 1969).

В 1965 г. Б. Лувсан-Данзаном и П. С. Матросовым юго-восточнее сомона Цэцэг, на юго-западном склоне хребта Хаджигин-Нур обнаружен разрез силурийских отложений, в котором наряду с гравелитами и песча-

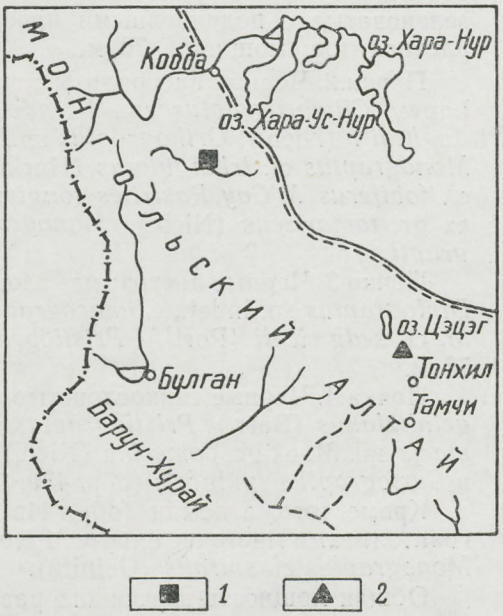


Рис. 1. Карта расположения разрезов силурийских отложений с граптолитами в Западной Монголии.

1 — разрезы, изученные Я. Киршке (Kirschke, 1969); *2* — разрезы, изученные в 1965 г. Б. Лувсан-Данзаном, П. С. Матросовым и в 1970 г. Н. Г. Марковой.

никами обнажаются черные кремнистые и глинистые сланцы с граптолитами. Согласно определению Т. Н. Корень, здесь найдены: *Retiolites angustidens* Elles et Wood, *R. geinitzianus* (Barr), *Monograptus marri* Perner, *M.* ex gr. *priodon* (Bronn), *M. turriculatus* (Barr.), *Monoclimacis* aff. *linnarssoni* (Tullb.), указывающие на позднелландоверийский возраст вмещающих пород. По данным П. С. Матросова, верхи разреза срезаны разломом, и граптолитовые сланцы непосредственно соприкасаются с метаморфическими толщами кембрийского возраста.

Новые находки граптолитов на этой площади сделаны Н. Г. Марковой и В. И. Тихоновым во время работ Советско-Монгольской экспедиции АН СССР в 1970 г. Описываемый ниже комплекс раннесилурийских граптолитов собран в Гоби-Алтайском аймаке, между сомонами Цэцэг и Тонхил, в 30 км северо-западнее последнего (рис. 1). Точки сборов расположены в узком безымяном ущелье, относящемся к системе Монгольского Алтая, в 3 км выше родника у г. Дээнь-нурд. Н. Г. Марковой составлен разрез силурийских отложений, выяснено их структурное положение, повторены и дополнены сборы граптолитов, сделанные ранее Б. Лувсан-Данзаном и П. С. Матросовым.

СТРАТИГРАФИЯ

Выходы силура приурочены к северо-восточному борту крупного Тонхильского синклинория, в строении которого участвуют также ордовикские и девонские отложения. Все они интенсивно дислоцированы, метаморфизованы, нарушены разломами и прорваны многочисленными интрузиями гранитоидов. Силур представлен черными алевролитами и аргиллитами, а также песчаниками и гравелитами, согласно (с незначительным размывом) залегающими на фаунистически охарактеризованных ашгиллских отложениях (рис. 2).

Ниже приводится стратиграфический разрез силурийских отложений (снизу вверх):

Пачка 1: а) гравелиты, иногда очень грубозернистые; мощность 25 м; б) сланцы черные тонкослоистые; мощность 5 м; в) гравелиты серые и зеленоватые с подчиненными прослоями (3—5 м) черных листоватых алевролитов; мощность 70 м.

Пачка 2. Черные алевролиты с граптолитами *Diplograptus* aff. *magnus* Lapw., *Climacograptus* sp., *Pseudoclimacograptus* (*Metaclimacograptus*) *hughesi ?* (Nich.), *Orthograptus* sp., *Coronograptus* cf. *gregarius* (Lapw.), *Monograptus* cf. *triangulatus* (Harkn.), *Monograptus clingani* (Carr.), *M.* cf. *lobiferus M'Coy, Rastrites longispinus* Perner, а также *Clyptograptus* ex gr, *tamariscus* (Nich.), *Monograptus sedgwickii* (Portl.) и *Pristiograptus* sp.

Пачка 3. Черные листоватые алевролиты и аргиллиты с граптолитами: *Diplograptus* sp. indet., *Climacograptus* sp., indet., *Monograptus* sp. indet., *M.* cf. *sedgwickii* (Portl.), *Pristiograptus* sp. indet. (обр. 44б). Мощность 75 м.

Пачка 4. Черные тонкослоистые алевролиты с граптолитами *Retiolites geinitzianus* (Barr.), *Pristiograptus* sp. indet., *P. nudus* (Lapw.), *Monoclimacis* sp., *M.* ex gr. *vomerina* (Nich.), *Monograptus* ex gr. *priodon* (Bronn) и *Cyrtograptus* sp. indet. (обр. 43а, 35а, б). Мощность 75 м.

Кроме того, в осыпи (обр. 44в) собраны наряду с перечисленными граптолитами многочисленные *Monograptus priodon* (Bronn) и единичные *Monograptus* cf. *spiralis* (Geinitz).

Общая мощность изученного разреза 300 м.

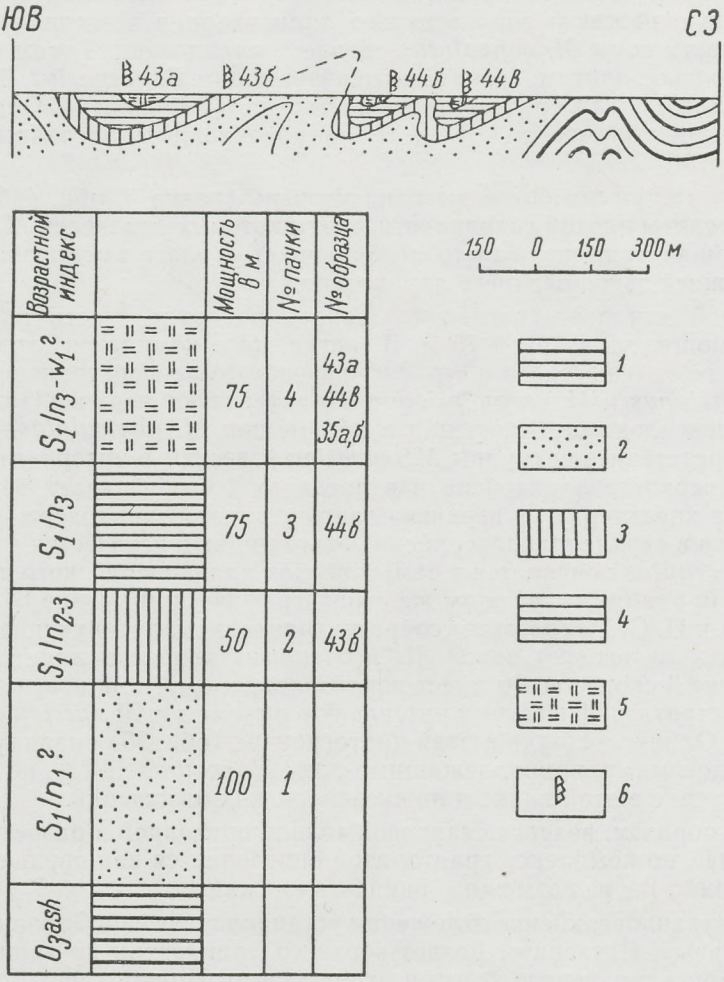


Рис. 2. Разрез и стратиграфическая колонка нижнесилурийских отложений с граптолитами в Гоби-Алтайском аймаке. Составлены Н. Г. Марковой.

1 — ашгиллские отложения; *2* — гравелиты с подчиненными прослоями сланцев и аргиллитов; *3* — алевролиты; *4* — листоватые алевролиты и аргиллиты; *5* — тонкослоистые алевролиты; *6* — точки сбора граптолитов.

Прежде чем перейти к возрастной оценке перечисленных комплексов граптолитов, необходимо обратить внимание на тот факт, что ископаемые остатки были собраны не послойно, а в целом из пачек достаточно большой мощности. Известно, что скорость накопления глинистых илов, содержащих граптолиты, незначительная. Мощности, фиксируемые при детальном изучении граптолитовых зон, измеряются десятками сантиметров и первыми метрами. Поэтому в приведенном выше разрезе комплексы граптолитов, собранных в одной пачке, отвечают нескольким граптолитовым зонам. Так, в пачке 2 найдены *C.* cf. *gregarius* и *M.* cf. *triangulatus*, характеризующие зону *C. gregarius* нижней части среднего лландовери, *D.* aff. *magnus*, *Pseudoclimacograptus* (*Metaclimacograptus*) *hughesi*?, *Monograptus clingani*, *M.* cf. *lobiferus*, *Rastrites longispinus*, распространенные в пределах зон *C. gregarius—M. convolutus*. Кроме того здесь

собраны многочисленные представители *M. sedgwickii*, характеризующие одноименную нижнюю зону верхнего лландовери и известные также в верхней части зоны *M. convolutus* среднего лландовери. Таким образом, пачка 2 по граптолитам, вероятно, отвечает зонам *C. gregarius*, *M. convolutus* и *M. sedgwickii* среднего и низов верхнего лландовери. Однако для установления объемов зон и их границ необходимы послойные сборы фауны.

Стратиграфически более высокий уровень (пачка 3, обр. 44б) содержит граптолиты плохой сохранности, среди которых определен *M.* cf. *sedgwickii*. Присутствие последнего ограничивает возраст вмещающих отложений нижней зоной верхнего лландовери.

Большой комплекс граптолитов собран в верхней части разреза из пачки 4, мощность которой 75 м. В состав этого комплекса входят виды широкого географического и стратиграфического распространения. *Retiolites geinitzianus* и *M.* ex gr. *priodon* характеризуют верхнелландоверийские-нижневенлокские отложения в объеме зон *M. turriculatus—C. murchisoni*. Представители группы *M. vomerina* известны в интервале зоны *M. crenulata* верхнего лландовери и в пределах большей части венлока, а *M. spiralis* характеризует верхнюю часть верхнего лландовери. *P. nudus* встречается в верхнелландоверийских отложениях и неизвестен в венлоке. Род *Cyrtograptus* появляется в самых верхах лландоверийского яруса и в венлоке. По-видимому, на этом же стратиграфическом уровне Б. Лувсан-Данзаном и П. С. Матросовым собраны граптолиты, датирующие возраст вмещающих отложений зоной *M. turriculatus* позднего лландовери. В целом пачка 4 скорее всего имеет позднелландоверийский возраст и соответствует стратиграфическому интервалу в объеме зон *M. turriculatus—M. crenulata*. Однако находки ветвей циртограптид (обр. 35а) наряду с крупными рабдосомами, принадлежащими роду *Monoclimacis* (?), не исключают присутствие в этой пачке и нижневенлокских отложений.

Таким образом, возраст сланцевой толщи, описанной в разрезе южнее озера Цэцэг, по комплексу граптолитов определяется как средне-позднелландоверийский и, возможно, ранневенлокский.

Среднелландоверийские отложения устанавливаются в Западной Монголии впервые. Изученный разрез верхнего лландовери по граптолитам коррелируется с одновозрастными отложениями Прикобдинского района (Kirschke, 1969). Однако более высокие стратиграфические горизонты — верхний венлок и нижний лудлов, известные в разрезе по р. Улан-Гол, в изученном районе не обнаружены.

Силурийские отложения Монгольского Алтая можно расчленить более детально на основании дальнейшего послойного изучения разрезов и сопоставления с детально изученными разрезами нижнего силура в Горном Алтае на территории СССР (см. статью Н. В. Сенникова в этом же сборнике).

СИСТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ

Изученный палеонтологический материал представлен плоскими, часто деформированными отпечатками рабдосом. Диагностика некоторых форм в значительной мере затруднена плохой сохранностью и незначительным числом экземпляров, поэтому они описаны в открытой номенклатуре, а *C.* cf. *gregarius* и *M.* ex gr. *triangulatus* не могли быть изображены.

Коллекции хранятся в ЦГМ им. Ф. Н. Чернышева под № 11235.

ОТРЯД GRAPTOLOIDEA

ПОДОТРЯД DIPLOGRAPTINA LAPWORTH, 1880 (emend. BULMAN, 1963)
СЕМЕЙСТВО DIPLOGRAPTIDAE LAPWORTH, 1873

Род *Diplograptus* M'Coy, 1850

Diplograptus aff. *magnus* Lapworth, 1900

Табл. 1, фиг. 1, 2; табл. 5, фиг. 4—6.

aff. 1970. *Diplograptus magnus* Lapworth; Rickards, с. 35, табл. 3, фиг. (см. синонимику).

Материал. Два неполных экземпляра, обр. 43б.

Описание. Рабдосома длиной более 50 см. Ширина постепенно увеличивается от 2 мм до максимальной, равной 3,8 мм. Форма тек меняется от климакограптово-глиптограптовой в проксимали до дихограптовой в дистали. Проксимальные теки с отчетливым геникулярным изгибом свободной вентральной стенки и с экскавациями. Дистальные теки изогнуты значительно слабее, почти прямые, трубчатые. Перекрывают друг друга на $^1/_2$ длины и наклонены под углом 20—25° к оси. Длина тек 2,5 мм, ширина в апертурной части 0,4 мм. В 10 мм располагается 9 тек.

Изученная форма по размерам рабдосомы и отчетливо биформным текам очень близка к представителям *D. magnus* из английских разрезов (Elles and Wood, 1907, с. 266, табл. XXXI, фиг. 14a—c). Однако она отличается от них значительно меньшей плотностью тек (9 по сравнению с 14-12 в 10 мм длины). Частично это может быть вызвано деформацией изученных экземпляров. От *D. merzlyakovi* Obut et Sobol. (Обут, Соболевская, 1967, с. 58, табл. II, фиг. 14) описанные экземпляры отличаются меньшей максимальной шириной при одинаковой плотности тек. *D. merzlykovi* на расстоянии 2,3 мм от начала имеет ширину 5 мм.

Распространение. *D. magnus* распространен в зонах *C. gregarius* и *M. convolutus* Южной Шотландии, Озерного района и Уэльса (Elles and Wood, 1907) и в зоне *M. fimbriatus* (= подзоне *argenteus* общей шкалы) Сев. Англии (Rickards, 1970). Наиболее часто он встречается в средней части зоны *C. gregarius* (подзона *magnus*). За пределами Англии *D. magnus* известен в среднем лландовери Португалии (Romariz, 1961) и Австралии (Thomas, 1960).

Род *Climacograptus* Hall, 1865

Climacograptus sp.

Табл. I, фиг. 5, табл. V, фиг. 1

Материал. Одна полная рабдосома удовлетворительной сохранности, обр. 43б.

Описание. Рабдосома имеет длину 35 мм, исключая свободную нему, которая продолжается на 14 мм. Ширина на уровне первой пары тек равна 1 мм, достигает 1,8 мм в 10 мм от начала рабдосомы и 2 мм на дистальном конце. Вентральные стороны рабдосомы почти параллельны в средней и дистальной частях. Теки типичной климакограптовой формы, с овальными, глубоко врезанными экскавациями, занимающими половину латеральной ширины рабдосомы. Супрагеникулярные стенки прямые, геникулум резкий. Ширина устий 0,35—0,4 мм. Экскавации несимметрич-

ные. Проксимальный конец тонкий, закругленный; намечается короткий виргеллярный шип. Детали строения первых тек и сикулы неразличимы из-за плохой сохранности.

Сравнение. Описанный экземпляр по размерам рабдосомы и форме тек имеет определенное сходство с *Climacograptus rectangularis* M'Coy. Однако отличается от него более редко расположенными теками и меньшей максимальной шириной рабдосомы. Для определения вида недостаточна сохранность проксимального конца.

Род *Glyptograptus* Lapworth, 1873

Glyptograptus ex gr. *tamariscus* (Nicholson, 1868)

Табл. I, фиг. 3

Материал. Шесть рабдосом удовлетворительной сохранности (обр. 43б, 44в).

Описание. Рабдосома длиной до 19 мм, заканчивается шиповидной виргеллой, достигающей 5 мм. Ширина виргеллы у основания 1 мм. Ширина рабдосомы возрастает от 1,1 мм у первой пары тек до максимума, равного 2 мм в дистали. Теки имеют типичное глиптограптовое строение: вентральные стенки плавно геникулярно изогнуты, устья слегка вогнутые, расположены несимметрично. Теки незначительно перекрывают друг друга, длина супрагеникулярной стенки больше глубины экскаваций. Последние занимают половину латеральной ширины. В 10 мм располагается 9 тек. Следы срединной септы отсутствуют, с обратной стороны видна приустьевая часть сикулы.

Сравнение. По форме тек и размерам рабдосомы описанные экземпляры близки *G. tamariscus* в понимании Г. Пакхама (Packham, 1962, p. 502). Однако они не могут быть диагностированы более детально из-за неполной сохранности экземпляров.

Распространение. Виды и подвиды группы *G. tamariscus* появляются в зоне *M. cyphus* и достигают нижней части зоны *M. turriculatus* в лландоверийских отложениях Англии и других стран.

Род *Pseudoclimacograptus (Metaclimacograptus)* Přibyl, 1947, emend. Bulman et Rickards, 1968

Pseudoclimocograptus (*Metaclimacograptus*) *hughesi* ? (Nicholson, 1869)

Табл. I, фиг. 4; табл. V, фиг. 2, 3.

1970. *Pseudoclimacograptus* (*Metaclimacograptus*) *hughesi* (Nicholson); Rickards, c. 33, рис. 14, фиг. 6 (см. синонимику).

Неотип. Экземпляр, изображенный на табл. XXVII, фиг. 11а, в работе Elles and Wood, 1906 (Přibyl, 1948).

Материал. Пять экземпляров удовлетворительной сохранности, обр. 43б.

Описание. Маленькая рабдосома, длиной до 9 мм. Ширина в пределах почти всей рабдосомы одинакова и равна 0,9 мм. Она слегка уменьшается к проксимали и дистали. Проксимальный конец округленный. Форма межтекальных септ и протек неразличима из-за плохой сохранности. Лишь на отдельных участках виден плавно изогнутый контур

септы. Метатека резко геникулярно изогнута. Устья открываются вверх-внутрь. Экскавации щелевидные, косые, расположены слегка асимметрично и занимают более половины латеральной ширины рабдосомы. Внешняя стенка метатеки слабо выпуклая. Инфрагеникулярный край имеет утолщенную кайму. На 10 мм в средней части рабдосомы приходится 13-12,5 тек. Сикула не видна.

Сравнение. Из-за плохой сохранности материала не установлены такие характерные признаки *P. (M.) hughesi*, как резкий изгиб тек и отчетливая ундуляция септы. Однако форма и размеры рабдосомы, щелевидные экскавации и положение устья тек, открывающихся вверх-внутрь (introverted), позволяют с некоторой долей условности отнести изученные экземпляры к *P.* (*M.*) *hughesi* (Nich.).

Распространение. *P.* (*M.*) *hughesi* в разрезах Шотландии и Уэльса наиболее часто встречается в зоне *M. cyphus*, *C. gregarius* (подзоны *triangulatus*, *magnus*), реже в зоне *M. convolutus*. Находки этого вида в зоне *M. sedgwickii* Англии сомнительны (Rickards, 1970, с. 33). *P.* (*M.*) *hughesi* распространен в нижне- и среднелландоверийских отложениях Европы, Азии, Сев. Америки и Австралии.

Род *Retiolites* Barrande, 1850

Retiolites geinitzianus Barrande, 1850

Табл. II, фиг. 2, 3

1972. *Retiolites geinitzianus* Barrande; Корень, с. 72 табл. I, фиг. 1—4 (см. синонимику).

Голотип не установлен.

Материал. Восемь экземпляров, главным образом дистальных частей рабдосом, обр. 43а.

Описание. Фрагменты рабдосом длиной более 70 мм. Ширина возрастает от 2 мм у второй пары тек до максимальной, равной 3—5 мм в дистальной части. Теки полностью перекрывают друг друга и достигают длины 2,5—3 мм. Ширина тек 0,8—1 мм, угол наклона их к оси около 50°. Количество тек в 10 мм равно 10-9. Между балочками клатрии располагаются полигональные поля ретикулы; на 1 мм приходится приблизительно три поля.

Сравнение. Описанные экземпляры являются типичными представителями *Retiolites geinitzianus* Barr.

Распространение. *R. geinitzianus* — один из наиболее широко географически распространенных видов. Он характеризует верхнелландоверийские-нижневенлокские отложения (зоны *M. turriculatus—C. murchisoni*) на всех континентах.

Род *Monograptus* Geinitz, 1852

Monograptus priodon (Bronn, 1835)

Табл. II, фиг. 4, 5; табл. V, фиг. 7—9; табл. VI, фиг. 1—3

1967. *Monograptus priodon* (Bronn); Обут, Соболевская, с. 24, табл. V, фиг. 1—6, рис. 15—16 (см. синонимику).
1972. *Monograptus priodon* (Bronn); Корень, с. 74—75, табл. I, фиг. 7—9, табл. II, фиг. 1, 2.

Голотип. *Lomatoceras priodon* Bronn, 1835, табл. I, фиг. 13. Нижний силур, Тюрингия.

Материал. Одиннадцать экземпляров целых рабдосом и их фрагментов, обр. 35а, б; 44в.

Описание. Прямая рабдосома, длиной до 60—80 мм. Ширина возрастает постепенно: у T_1 — 0,95 (0,7) мм, у T_2 — 1,05 (0,7) мм, у T_3 — 1,1 (0,8) мм, у T_4 — 1,15 (0,8) мм, у T_5 — 1,3 (0,8) мм, в 10 мм у T_{13} — 1,8 (1,3) мм. Максимум ширины 2,2 (1,6) мм достигается на расстоянии приблизительно 18 мм от начала рабдосомы. Бóльшая часть метатеки крючкообразно изогнута; свободная вентральная стенка выпуклая. Теки сужаются к апертуре, устья направлены вниз — в сторону проксимали. Длина дистальных тек 1,9—2 мм, при этом они перекрывают друг друга на $^2/_3$. Межтекальные септы плавно изогнуты и наклонены к оси под углом 45—50°. Плотность расположения тек меняется: в первых 10 мм — 14 тек, в следующих 10 мм — 12 тек, в дистали — 10—9 тек. Сикула слегка отклоняется к дорзали и имеет длину 1,5 мм, ширину устья 0,4 мм. Апекс расположен на уровне верхней части колпачка второй теки. Имеется короткая виргелла. Порус первой теки находится в 0,3 мм выше устья.

Сравнение. Описанные экземпляры по строению и размерам рабдосомы и тек являются характерными представителями *Monograptus priodon* (Bronn).

Распространение. *M. priodon* широко распространен географически и характеризует стратиграфический интервал в пределах верхнего лландовери — нижнего венлока.

Monograptus sedgwickii (Portlock, 1843)

Табл. II, фиг. 6; табл. VI, фиг. 4—9

1967. *Monograptus sedgwickii* (Portlock); Обут, Соболевская, с. 97, табл. XI, фиг. 3, 4 (см. синонимику).
1970. *Monograptus sedgwickii* (Portlock); Rickards, с. 73, рис. 14 в тексте, фиг. 34.
1972. *Monograptus sedgwickii* (Portlock); Корень, с. 77, табл. II, фиг. 6—9.

Голотип. *Graptolithus (Prionotus) sedgwickii,* Portlock, 1843, табл. XIX, фиг. 1. Лландовери, Ирландия.

Материал. Более 20 экземпляров, представленных фрагментами различных частей рабдосом, обр. 43б.

Описание. Прямая рабдосома, длиной более 50 мм. Ширина возрастет постепенно от 0,8 (0,4) мм на уровне T_2—T_3 до максимальной 2,2 (1,8) мм в дистальной части. Апертурная часть теки изогнута в лопасть (hook). Изгиб более значительный в проксимали — устья открываются вниз-внутрь рабдосомы. В дистали апертуры тек плавно изогнуты и устье открывается вниз к проксимальному концу. Колпачки высокие и широкие, в средней и дистальной частях рабдосом заканчиваются нитевидными окончаниями. Они занимают более половины ширины рабдосомы в проксимали, в дистали — ее третью часть. Длина нитевидных окончаний, расположенных горизонтально или наклонно вниз, достигает 1 мм. Проксимальные части рабдосом с сикулой в изученной коллекции не обнаружены. В 10 мм насчитывается 10 тек.

Сравнение. Описанные экземпляры *M. sedgwickii* легко диагностируются благодаря характерному строению колпачка теки, заканчивающегося нитевидным отростком. Близкий вид *M. lobiferus* M'Coy отличается меньшей шириной рабдосомы и более изогнутыми на протяжении всей рабдосомы апертурными окончаниями тек.

Распространение. В разрезах лландоверийских отложений Англии *M. sedgwickii* впервые появляется в слоях с *Cephalograptus cometa* в верхней части зоны *M. convolutus* и характеризует одноименную зону в верхнелландоверийских отложениях Шотландии, Ирландии, Озерного района и Уэльса. Этот вид широко распространен географически и приурочен к одному и тому же стратиграфическому интервалу в разрезах среднего-верхнего лландовери Европы, Азии, Африки и Австралии.

Monograptus ex gr. *triangulatus* (Harkness, 1851)

Материал. Три экземпляра плохой сохранности, обр. 43б.

Описание. Обломки рабдосом длиной до 50 мм, прямые и плавно дорзально изогнутые, более заметно в направлении к проксимали. Максимальная ширина рабдосомы 2,2 мм. Теки длинные, треугольной формы, изолированные почти по всей длине. Метатека достигает длины 1,75 мм. В 10 мм располагается 9 тек.

Сравнение. Строение и размеры тек у изученных экземпляров очень характерны и позволяют определить их принадлежность к группе *M. triangulatus*. Более точная диагностика и сравнение с разнообразными подвидами *M. triangulatus*, изученными в английских разрезах (Subdury, 1958; Rickards, 1970), невозможны из-за малого количества и плохой сохранности материала.

Распространение. *M. triangulatus* s. l. распространен в нижней части среднего лландовери (зона *C. gregarius*) и особенно характерен для двух нижних подзон: *triangulatus* и *magnus* Уэльса, Озерного района, Шотландии, Ирландии (Rickards, 1970); известен также в разрезах нижней половины среднего лландовери Западной Европы и СССР.

Monograptus clingani (Carruthers, 1868)

Табл. III, фиг. 1; табл. VIII, фиг. 1—5

1913. *Monograptus clingani* (Carruthers); Elles and Wood, с. 463, рис. 322a—b, табл. XLVI, фиг. 11a—f.
1972. *Monograptus clingani* (Carruthers); Корень, с. 91, табл. VI, фиг. 5—8 (см. синонимику).

Голотип. *Graptolithus clingani* Carruthers, 1968, табл. 4, фиг. 19a. Сланцы Биркхилл, лландовери, Южная Шотландия.

Материал. Восемь фрагментов дистальных частей рабдосом, обр. 43б.

Описание. Полого дорзально изогнутая рабдосома длиной более 60 мм. Ширина дистальных обломков 1,3—1,5 мм на уровне лопасти теки и 0,25—0,3 мм между лопастями. Тека состоит из сужающейся к устью протеки и изогнутой в лопасть метатеки, занимающей $^1/_2$—$^1/_3$ ширины рабдосомы. Начальная часть метатеки располагается почти перпендикулярно к оси, затем тека изгибается почти на 180° и устья открываются в дорзальную сторону. Теки незначительно перекрывают друг друга в основании и остаются изолированными на большей части своей длины. В 10 мм располагается 7—9 тек.

Сравнение. Диагностика имеющихся в коллекции экземпляров затруднена отсутствием проксимальных частей рабдосом. Строение метатеки, бóльшая часть длины которой вовлечена в образование лопасти, и незначительная плотность тек позволяют отнести описанную форму к *M. clingani* (Carr.). От близкого *M. millepeda* этот вид отличается меньшим количеством тек в единице длины и деталями строения лопастей, от *M. communis* — большей длиной частей тек, образующих лопасть.

Распространение. В лландоверийских отложениях Южной Шотландии, Уэльса, Озерного района и Ирландии *M. clingani* наиболее часто встречается в самых верхних слоях зоны *M. convolutus*, однако его находки известны в пределах всего интервала этой зоны и в нижележащей зоне *C. gregarius*. В среднем лландовери Баррандиена этот вид характеризует зоны *M. triangulatus* и *M. convolutus*; на том же стратиграфическом уровне он встречается в Средней Азии и на Полярном Урале.

Род *Pristiograptus* Jaekel, 1889

Pristiograptus nudus (Lapworth, 1880)

Табл. III, фиг. 2, 4; табл. VII, фиг. 2—7

1965. *Pristiograptus nudus* (Lapworth); Обут, Соболевская, с. 71, табл. VIII, фиг. 1 (см. синонимику).
1972. *Pristiograptus nudus* (Lapworth); Корень, с. 82, табл. III, фиг. 11—13.

Лектотип. *Monograptus hisingeri* Lapworth, 1876, табл. XII, фиг. 1а. Лландовери, Южная Шотландия.

Материал. Шестнадцать фрагментов, преимущественно дистальных частей рабдосом, обр. 35а, б; 43а.

Описание. Длина неполных колоний достигает 50 мм. Ширина возрастает постепенно от 0,8 мм и достигает максимума 1,5 мм, реже 1,7—1,8 мм в средней части и далее остается постоянной. Теки простые, трубчатые, относительно широкие. Их длина 2—2,2 мм, ширина в устье 0,5 мм. Они расположены под углом 35° к оси рабдосомы и перекрывают друг друга на $^1/_2$—$^1/_3$ своей длины. Устья прямые или слегка вогнутые, по краю имеется утолщенная кайма. Количество тек в 10 мм проксимали 10-9,5, в дистали — обычно 8, реже 7. Сикула видна у двух экземпляров, но ее сохранность не позволяет сделать точные замеры. Приблизительная длина сикулы 1,3—1,5 мм.

Сравнение. Описанные экземпляры по строению и размерам идентичны *P. nudus* (Lapworth). От типичных представителей этого вида они отличаются меньшими плотностью тек и углом их наклона, что скорее всего объясняется некоторой деформацией отпечатков в изученной коллекции.

Распространение. *P. nudus* широко распространен географически и повсеместно характеризует разрезы верхнелландоверийских отложений.

Род *Monoclimacis* Frech, 1897

Monoclimacis ex gr. *vomerina* (Nicholson)

Табл. VI, фиг. 10—13

Материал. Тринадцать фрагментов рабдосом удовлетворительной сохранности, обр. 35а, б; 43а; 44в.

Описание. Прямая рабдосома длиной до 80 мм, с очень тонким проксимальным концом. Ширина возрастает постепенно от 0,4—0,6 мм у T_1 до 0,9 мм в 10 мм и 1,5—1,7 мм приблизительно в 25 мм от начала рабдосомы. Максимальная ширина 1,7 мм, реже 2 мм. Теки геникулярно изогнуты, устья открываются в неглубокие экскавации, занимающие $^1/_4$—$^1/_5$ часть ширины рабдосомы. Глубина экскаваций проксимальных тек 0,25 мм, или $^1/_3$ латеральной ширины.

В обр. 44в наряду с фрагментами дистальных частей рабдосом обнаружено несколько экземпляров ранних стадий развития. Длина сикулы 1,8 мм, причем ее апекс располагается выше устья T_1. Ширина устья сикулы 0,3—0,35 мм. Порус T_1 находится в 0,35 мм выше устья сикулы. У первых двух тек апертурные окончания короткие, изогнутые. Длина T_1 равна 1,25 мм. Проксимальный конец прямой.

Сравнение. Большая длина и постоянная максимальная ширина изученных экземпляров позволяют установить их принадлежность к группе *M. vomerina*. Они более близки *M. vomerina vomerina*, однако отличаются небольшой плотностью расположения тек. Основные отличия близких по строению рабдосомы *M. vomerina vomerina*, *M. vomerina basilica*, *M. vomerina gracilis*, *M. vomerina vikensis* и *M. crenulata* заключаются помимо ширины рабдосомы в длине первой теки или в положении апекса сикулы. По строению проксимали описанные экземпляры, особенно из обр. 44в, близки *M. vomerina vomerina*. От *M. vomerina basilica* они отличаются большей длиной сикулы и первой теки, от *M. vomerina vikensis* — положением апекса сикулы и меньшей максимальной шириной рабдосомы.

Распространение. Стратиграфическое распространение видов и подвидов группы *M. vomerina* нуждается в переоценке и детализации. В целом они характеризуют интервал в пределах от верхов лландовери (зона *M. crenulata* стандартной шкалы) до верхов венлока. Наиболее часто встречаются в пограничных слоях лландовери-венлока и в нижнем венлоке. Монограптиды этой группы известны в разрезах нижнего силура на всех континентах.

Род *Coronograptus* Obut et Sobolevskaya, 1968

Coronograptus cf. *gregarius* (Lapworth, 1876)

Материал. Десятки фрагментов рабдосом плохой сохранности, обр. 43б.

Описание. Маленькие, дорзально изогнутые рабдосомы длиной до 15 мм. Ширина возрастает от 0,4 мм у T_1 до максимальной 0,6—0,7 мм. Теки полого наклонены к оси, ширина их в устье 0,2 мм. Длина сикулы при ширине устья 0,25 мм доходит до 4,5 мм. Длина свободной части сикулы 0,7 мм.

Сравнение. Форма рабдосомы, тек и размеры сикулы позволяют считать имеющиеся в коллекции экземпляры близкими и, возможно, идентичными *C. gregarius*.

Распространение. В стратотипических разрезах Англии *C. grerarius* характеризует одноименную зону среднего лландовери и известен также в зонах *M. cyphus* и *M. sedgwickii* (Rickards, 1970, с. 62). Этот вид является одним из наиболее широко географически распространенных, а одноименная зона служит надежным уровнем корреляции среднелландоверийских отложений.

Род *Rastrites* Barrande, 1850

Rastrites logispinus Perner, 1897

Табл. IV, фиг. 2, 3; табл. VIII, фиг. 6, 7

1970. *Rastrites longispinus* Perner; Rickards, с. 96, табл. 8, фиг. 2; рис. 18, фиг. 9 (см. синонимику).
1972. *Rastrites longispinus* Perner; Корень, с. 97, табл. VIII, фиг. 6.

ТАБЛИЦА I

Фиг. 1, 2. *Diplograptus* aff. *magnus* Lapworth, фрагменты крупных рабдосом, обр. 43б, ×6.
Фиг. 3. *Glyptograptus* ex gr. *tamariscus* (Nicholson), обр. 44в, ×5.
Фиг. 4. *Pseudoclimacograptus* (*Metaclimacograptus*) *hughesi*? (Nicholson), обр. 43б, ×5.
Фиг. 5. *Climacograptus* sp., обр. 43б, ×5.

ТАБЛИЦА II

Фиг. 1. *Orthograptus* sp., сильно деформированные отпечатки, обр. 43б, ×6.
Фиг. 2, 3. *Retiolites geinitzianus* (Barrande), обр. 43а, ×5.
Фиг. 4, 5. *Monograptus priodon* (Bronn), обр. 44в, 35а, ×6.
Фиг. 6. *Monograptus sedgwickii* (Portlock), обр. 43б, ×3.

ТАБЛИЦА III

Фиг. 1. *Monograptus clingani* (Carruthers), обр. 43б, ×3.
Фиг. 2, 4. *Pristiograptus nudus* (Lapworth), обр. 35а, ×6; обр. 43а, ×5.
Фиг. 5. *Pristiograptus* sp., сильно деформированный экземпляр, обр. 43а, ×6.
Фиг. 3. *Monoclimacis* (?) sp., отпечаток рабдосомы, повернутой латерально-дорзально, обр. 35а, ×6.

ТАБЛИЦА IV

Фиг. 1. *Monoclimacis* (?) sp., многочисленные отпечатки сильно расплющенных деформированных рабдосом, обр. 43б, ×6.
Фиг. 2, 3. *Rastrites longispinus* Perner, обр. 43б, ×6.

ТАБЛИЦА V

Фиг. 1. *Climacograptus* sp., обр. 43б, ×6.
Фиг. 2, 3. *Pseudoclimacograptus* (*Metaclimacograptus*) *hughesi*? (Nicholson), обр. 43б, ×6.
Фиг. 4—6. *Diplograptus* aff. *magnus* (Lapworth), обр. 43б, ×6.
Фиг. 7—9. *Monograptus priodon* (Bronn), обр. 35а, б, ×6; обр. 44в, ×6.

ТАБЛИЦА VI

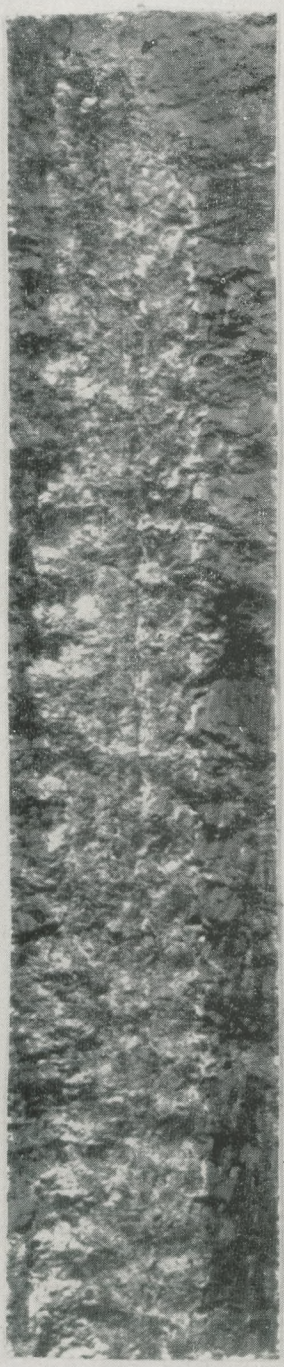
Фиг. 1—3. *Monograptus priodon* (Bronn), деформированные отпечатки, обр. 35а, ×6; обр. 44в, ×6.
Фиг. 4—9. *Monograptus sedgwickii* (Portlock), обр. 43б, ×6.
Фиг. 10—13. *Monoclimacis* ex gr. *vomerina* (Nicholson), обр. 43а, ×3; 44в, ×6; обр. 43а, ×6; обр. 35б, ×6.

ТАБЛИЦА VII

Фиг. 1. *Monoclimacis* (?) sp., отпечаток рабдосомы, повернутой латерально-дорзально, обр. 43а, ×3.
Фиг. 2—7. *Pristiograptus nudus* (Lapworth), 2, 6 — обр. 35б, ×6; 3, 4, 5, 7 — обр. 43а, ×6.

ТАБЛИЦА VIII

Фиг. 1—5. *Monograptus clingani* (Carruthers), обр. 43б; 1, 3, 5 — ×6; 2, 4 — ×12.
Фиг. 6, 7. *Rastrites longispinus* Perner, обр. 43б, ×6.
Фиг. 8. *Monograptus* cf. *spiralis* (Geinitz), обр. 35б, ×6.



1

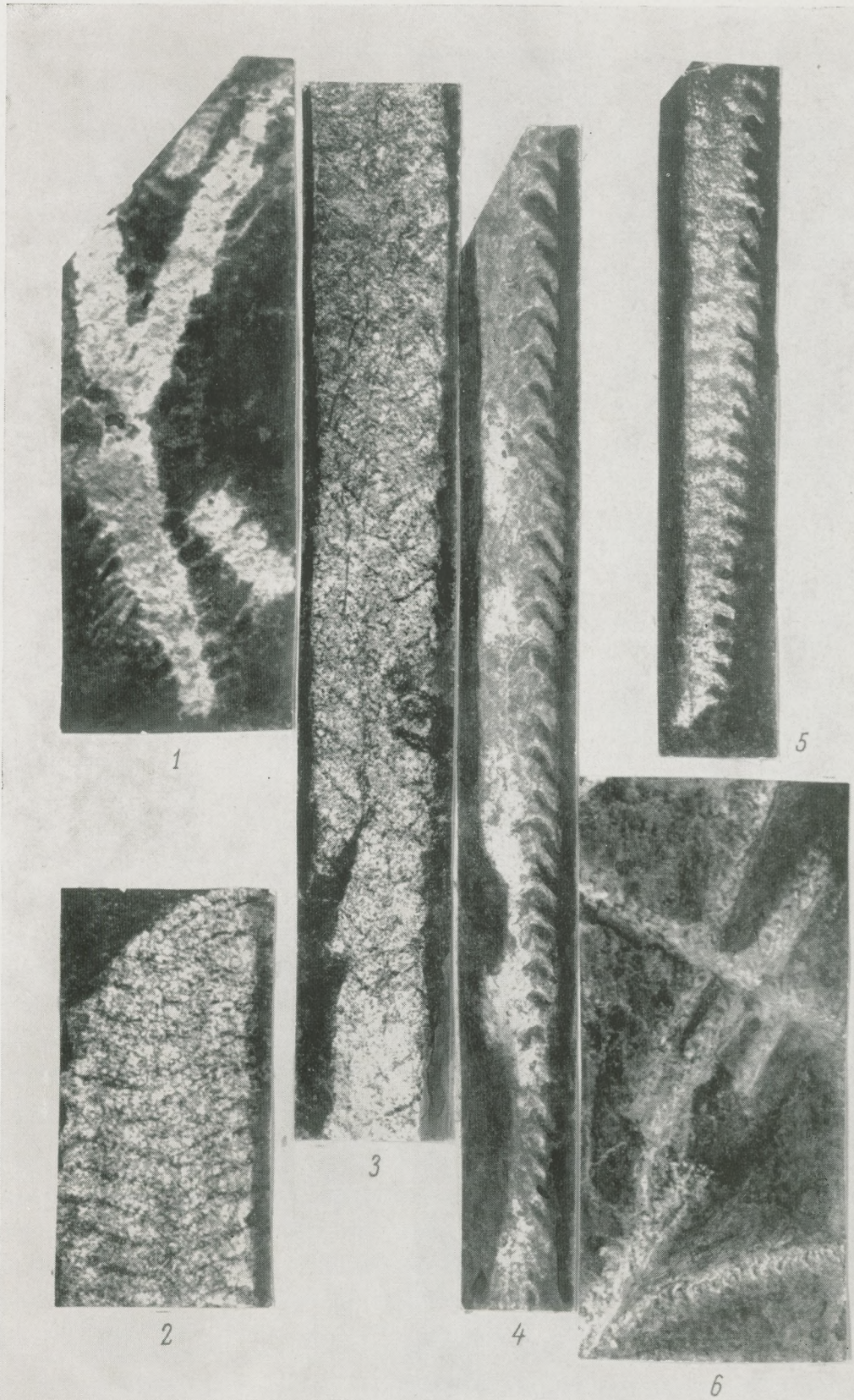
2

3

4

5

ТАБЛИЦА II

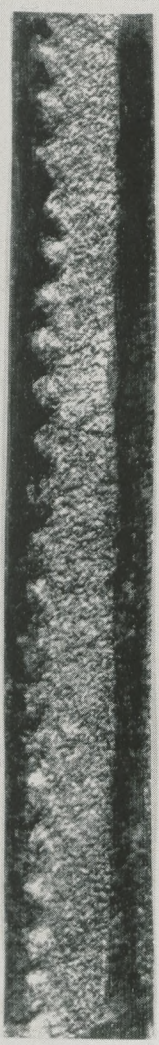


1

2

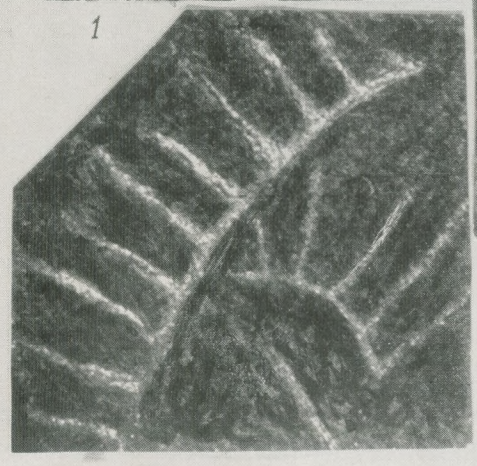
3

4



5

1

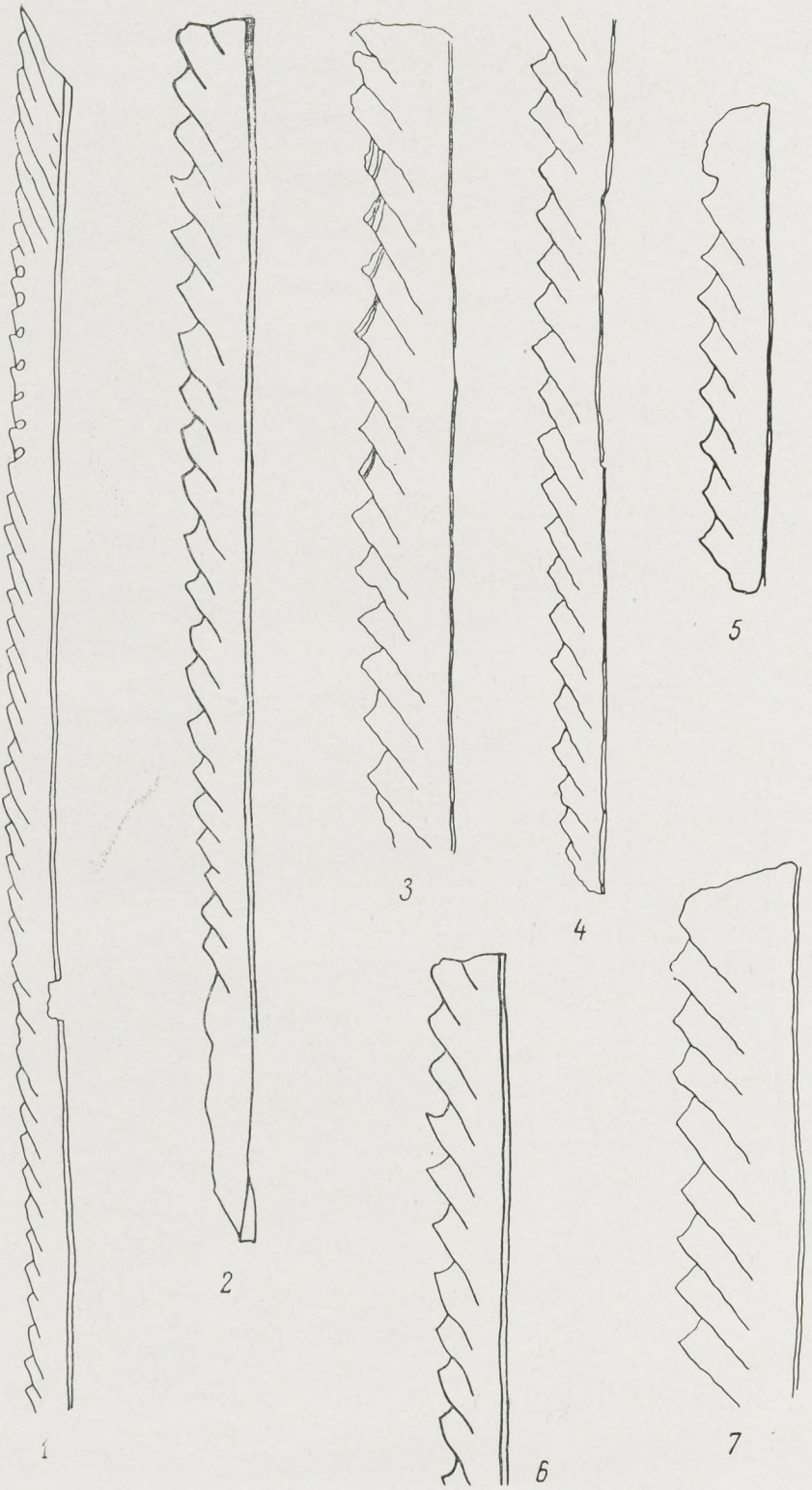


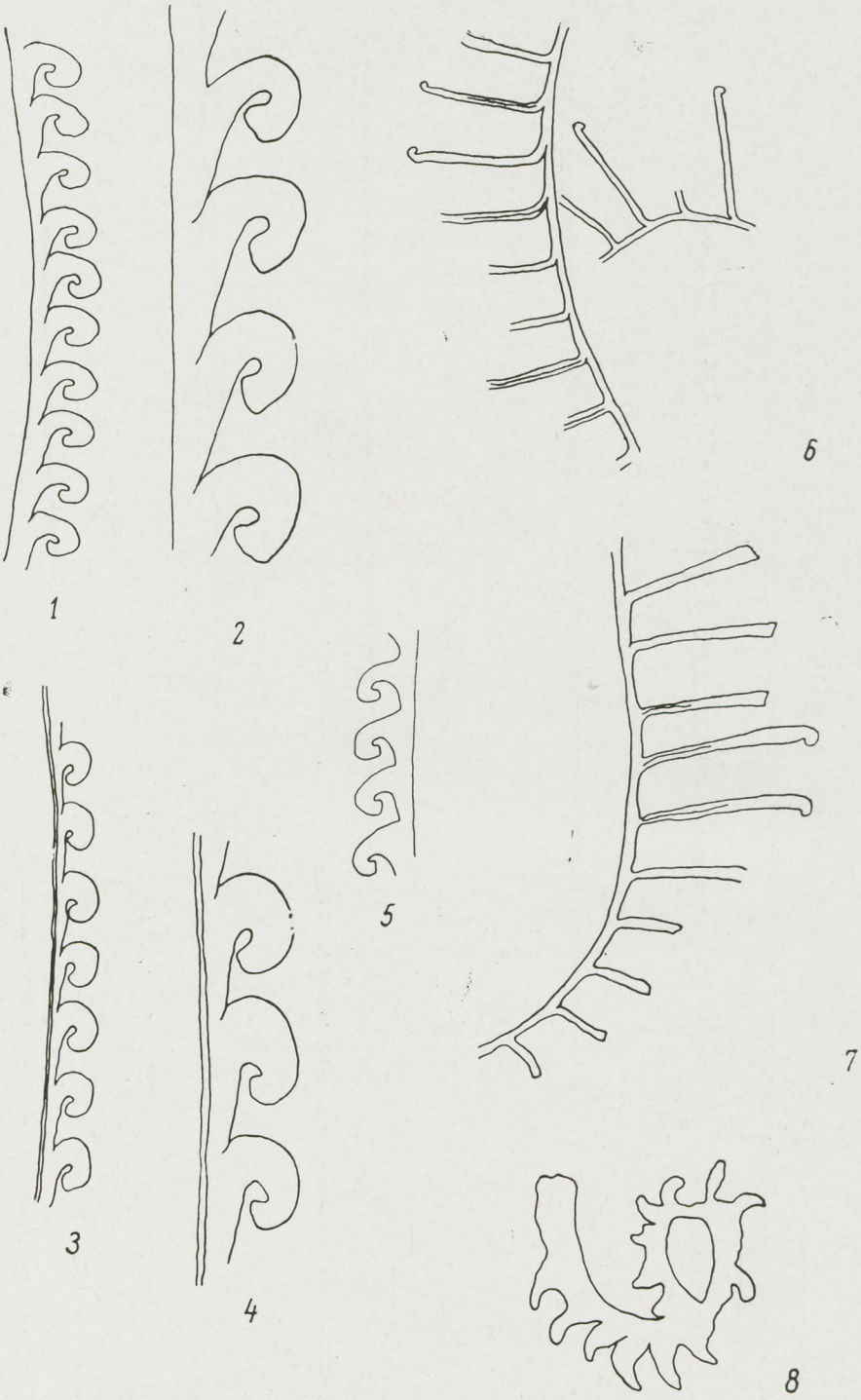
2

3

1
2
3
4
5
6
7
8
9

ТАБЛИЦА VI


1
2
3
4
5
6
7


1
2
3
4
5
6
7
8

Лектотип. Perner, 1897, рис. 7, с. 9. Лландовери, Косов, Богемия (Přibyl, 1942, с. 7).

Материал. Десятки экземпляров преимущественно дистальных фрагментов незначительно деформированных рабдосом, обр. 43б.

Описание. Обломки рабдосом длиной 10—18 мм. Проксималь крючкообразно изогнута. Максимальная ширина рабдосом на уровне устья протеки 0,3 мм. Метатека расширяется к устью и достигает 4,5 мм в длину. Расстояние между ними в дистали равно 0,5—0,7 мм, в 10 мм располагается 5,5—8 тек. Апертурная часть теки крючковидно изогнута, но у изученых экземпляров обычно не сохраняется.

Сравнение. *R. longispinus* легко диагностируется благодаря большой длине тек, характерной для этого вида.

Распространение. Описанный вид географически широко распространен в среднелландоверийских отложениях Европы и Азии. В Англии он характеризует зоны *C. gregarius* и *M. sedgwickii*; формы, близкие к этому виду, встречаются в низах верхнего лландовери в Спенгилле (Rickards, 1970). *R. longispinus* известен в слоях с *Cephalograptus cometa* и *Monograptus sedgwickii* на Полярном Урале (Корень, 1972).

ЛИТЕРАТУРА

Корень Т. Н. Граптолиты и зональное расчленение лландоверийских отложений западного склона Полярного Урала (Лемвинская фациальная зона). — В кн.: Материалы по геологии и полезным ископаемым Северо-Востока Европейской части СССР. М., «Недра», 1972, с. 62—112.

Обут А. М., Соболевская Р. Ф., Бондарев В. И. Граптолиты силура Таймыра. М., «Наука», 1965. 120 с.

Обут А. М., Соболевская Р. Ф., Николаев А. Н. Граптолиты и стратиграфия нижнего силура окраинных поднятий Колымского массива. М., «Наука», 1967. 162 с.

Обут А. М., Соболевская Р. Ф., Меркурьева А. П. Граптолиты лландовери в кернах буровых скважин Норильского района. М., «Наука», 1968. 136 с.

Bulman, O. M. B. and Rickards, R. B. Some new diplograptids from the Llandovery of Britain and Scandinavia. — "Palaentology", 1968, vol. 11, part 1, p. 1—15.

Elles, G. L. and Wood, E. M. R. A Monograph of British graptolites. Palaeontograph. Soc. 1901—1918. 539 p.

Kirschke J. Pierwsze znalezisko graptolitów w sylurze Mongolii. — "Roczn. Polsk. Towarz. geolog.", 1969, t. XXXIX, z. 4.

Packham G. H. Some Diplograptids from the British Lower Silurian. — "Palaeontology", 1962, vol. 5, part 3, p. 498—525.

Přibyl, A. Bibliographic index of Bohemian Silurian graptolites. — "Knih. Státn. geol. Ústavu Českosl. Rep.", 1948, sv. 22, 96 s.

Rickards, R. B. The Llandovery (Silurian) Graptolites of the Howgill Fells, Northern England. Palaeontograph. Soc. 1970. 108 p.

Romariz, C. Graptolóides das formacoes ftaniticas do Silúrico Portugues. — "Bolm. Soc. geol. Port.", 1961, vol. 14, p. 17—30.

Thomas, D. E. The zonal distribution of Australian graptolites. — "J. Proc. Roy Soc. N. S. W.", 1960, vol. 94, pt. 1, p. 58.

Sudbury, M. Triangulate monograptids from the Monograptus gregarius Zone of the Rheidol Gorge (Cardiganshire). — "Phil. Trans. Roy. Soc.", 1958, ser. B, vol. 241, p. 485—555.

Всесоюзный научно-исследовательский геологический институт. Ленинград
Геологический институт АН СССР. Москва

ON THE NEW DISCOVERIES OF GRAPTOLITES IN SILURIAN OF MONGOLIA

T. KOREN, N. MARKOVA

Summary

A section of Lower Silurian deposits (300 m thick) is studied at the Khadgigin-nurd Range, Western Mongolia. Deposits are represented by sandstones and grits in the lower part and by the black siltstones, mudstones and shales yielding graptolites in the upper part of the section. The graptolite assembladges indicate the Middle—Late Llandovery and possibly Early Wenlock age of the sediments bearing them. For the first time the graptolites of the *C. gregarius, M. convolutus* and *M. sedgwickii* zones are discovered in Western Mongolia. There are 13 species described, belonging to 10 genera. Six of them are given in the open nomenclature due to their unsufficient state of preservation.

UUTEST GRAPTOLIIDILEIDUDEST MONGOOLIA SILURIS

T. KOREN, N. MARKOVA

Resümee

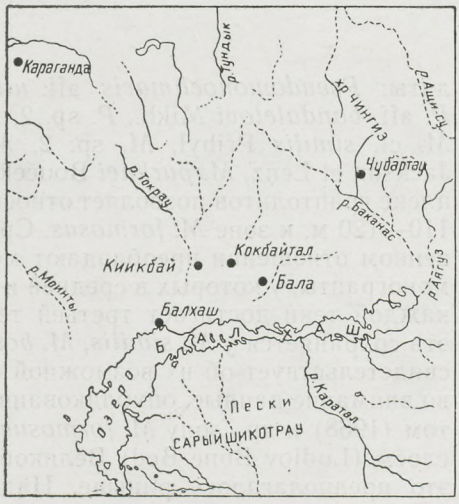
Lääne-Mongoolias Hadžigin-nuri ahelikus koosneb alamsilur liivakividest, aleuroliitidest ja argilliitidest. Nende kihtide kogupaksus on umbes 300 m. Läbilõike ülemises osas leiduvad kildad sisaldavad ka graptoliitide kivistisi. Nende põhjal kuuluvad mainitud kivimid kesk- ja ülemländouveri ning tõenäoliselt osalt ka alamuenloki ladejärku. Esmakordselt on leitud Lääne-Mongoolias *C. gregarius*'e, *M. convolutus*'e ja *M. sedgwickii* tsooni graptoliite.

ГРАПТОЛИТЫ ПОСТЛУДЛОВА КАЗАХСТАНА

Н. Ф. МИХАЙЛОВА

Постлудловские граптолиты впервые были найдены в Казахстане в 1965 г. во время поисково-съемочных работ. Отложения с этими граптолитами были изучены в 1968 г. в районе колодца Маубас и гор. Кокбайтал и Киикбай (Бандалетов, Михайлова, 1968, 1971). Позднее был найден более полный непрерывный разрез постлудловских отложений, мощностью до 700 м, в 5 км юго-восточнее г. Кокбайтал (рис. 1), где и установлен стратотип токрауского горизонта (Бандалетов, Михайлова, Палец, 1971). Послойные сборы граптолитов в этом разрезе, сделанные в 1970—1971 гг., позволили уточнить нижнюю границу горизонта. В отложениях, подстилающих зону *M. formosus* (рис. 2, обн. 89), были найдены неокукуллограптиды, известные до сих пор в седлецких слоях Польши (Urbanek, 1970). В обн. 127 (рис. 2) собраны *Bohemograptus bohemicus bohemicus* (Barr.), *B. bohemicus tenuis* (Bouček), *Neocucullograptus* sp. nov. совместно с *Pristiograptus longus* Bouček, *Pristiograptus* sp. 1, *P. tumescens minor* (McCoy) и *Pseudomonoclimacis praeultimus* (Münch). Отложения с преобладающим количеством богемограптов и неокукуллограптов условно выделены в слои с *Neocucullograptinae* и коррелируются с зоной *N. kozlowskii* Польши. Мощность этих слоев неизвестна, так как в подстилающих отложениях близ г. Кокбайтал граптолиты не найдены.

В районе колодца Маубас (обн. 273), а также гор Кокбайтал (рис. 2, обн. 89, 89/1, 90) и Кентерлау (обн. 3196, 3196/1 и др.) собраны граптоРис. 1. Схема расположения изученных разрезов.



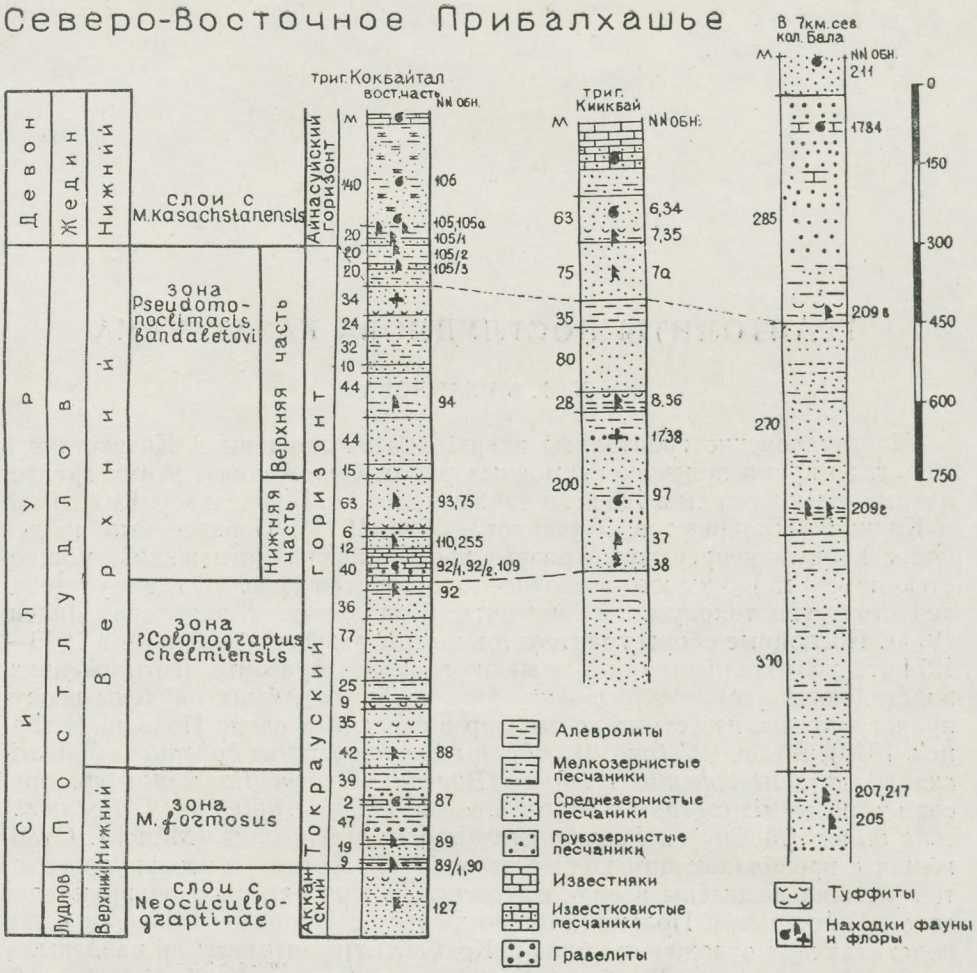
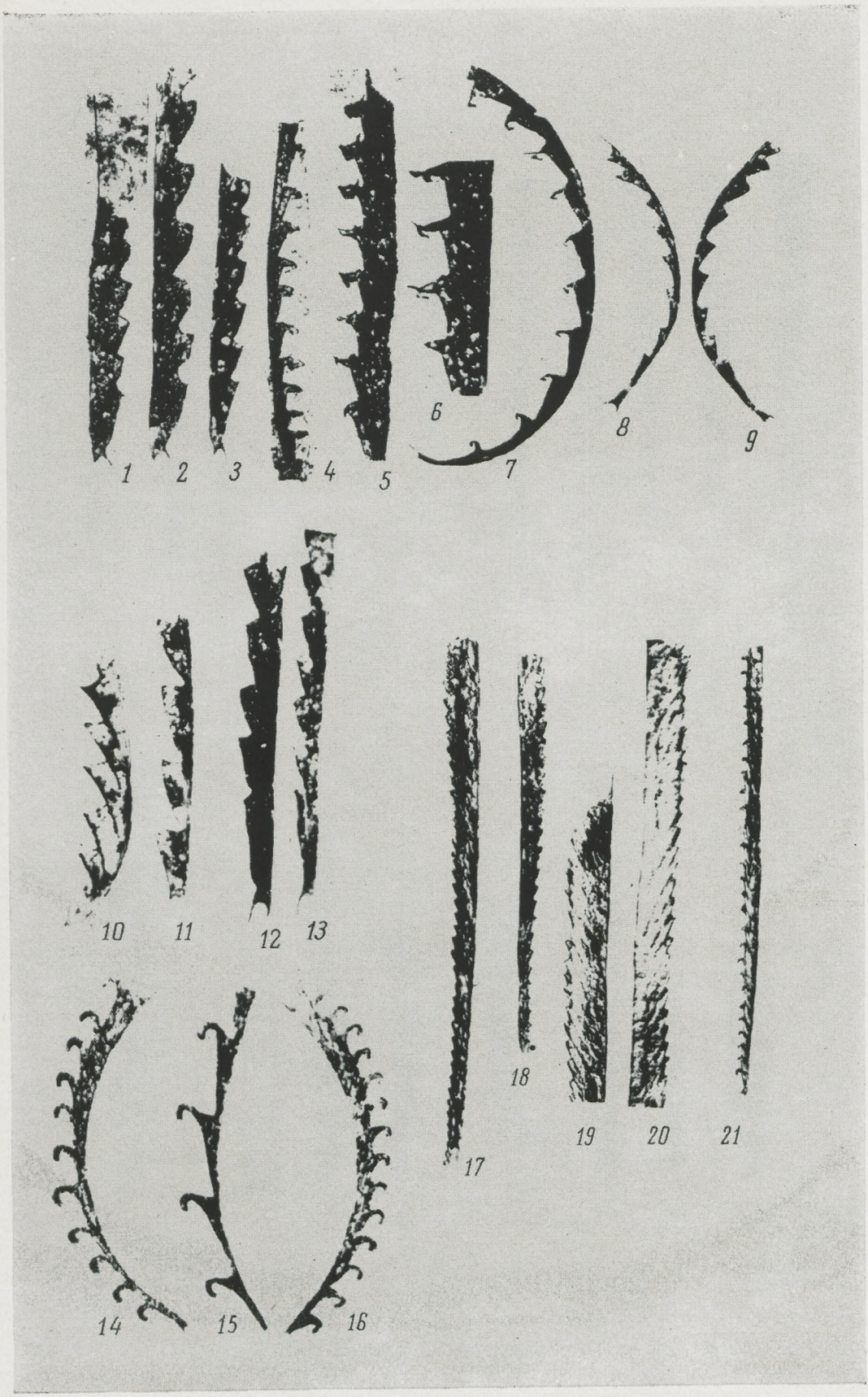
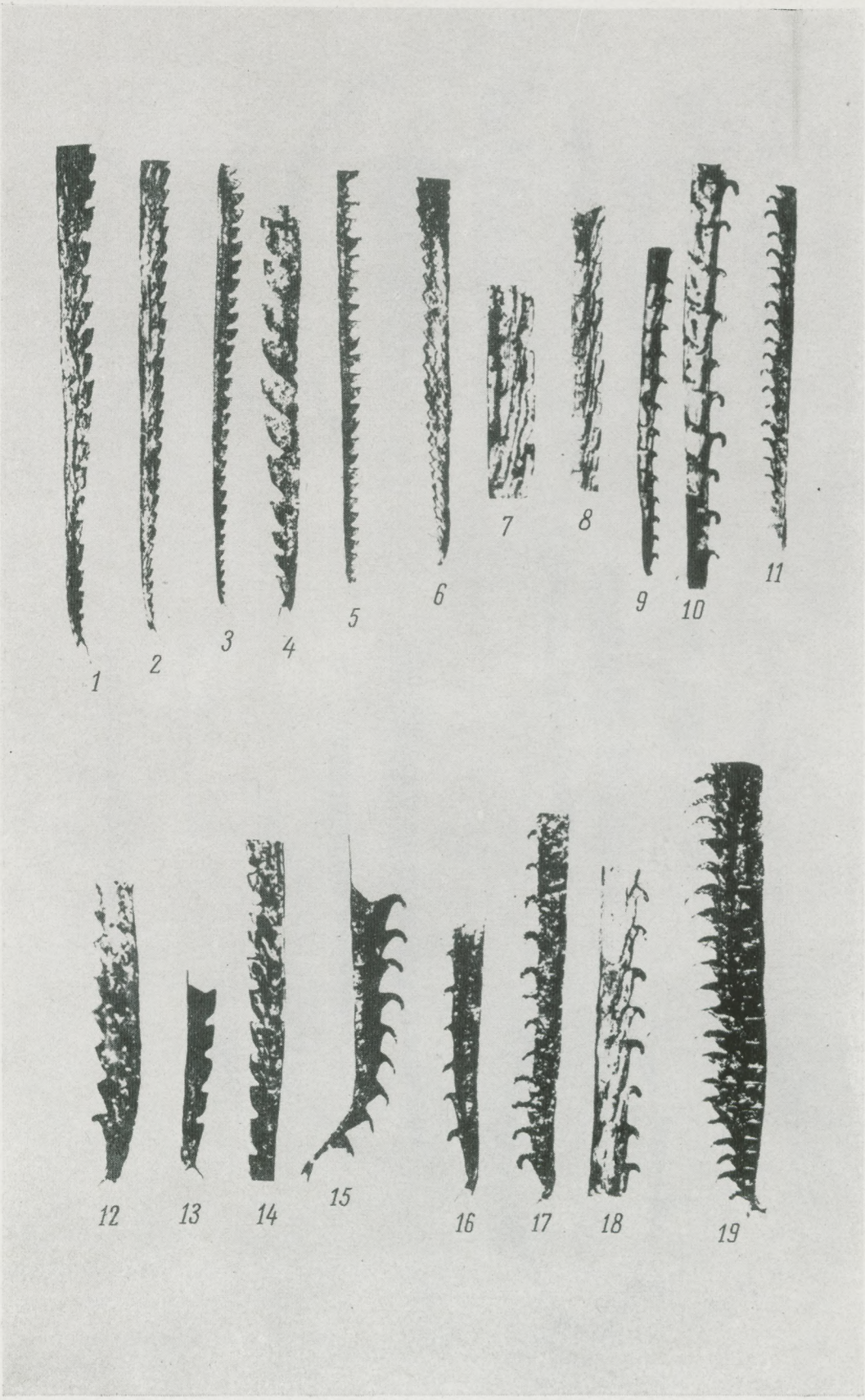
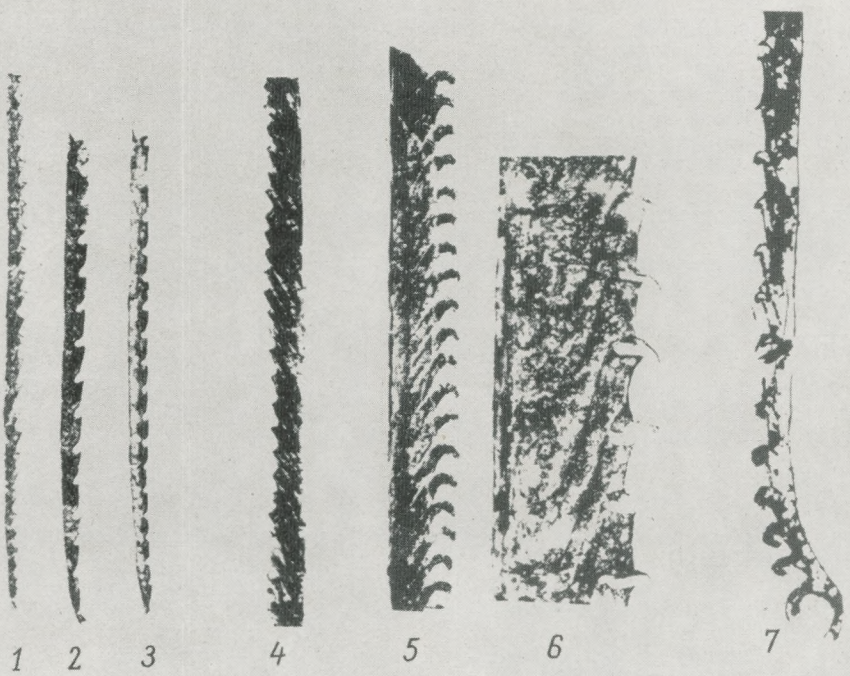


Рис. 2. Сводные разрезы постлудловских отложений Северо-Восточного Прибалхашья.
1 — алевролиты; *2* — мелкозернистые песчаники; *3* — среднезернистые песчаники; *4* — грубозернистые песчаники; *5* — известняки; *6* — известковистые песчаники; *7* — гравелиты; *8* — туффиты; *9* — находки органических остатков.

литы: *Pseudomonoclimacis* aff. *ultimus* (Perner), *P. ultimus* (Perner), *P.* aff. *bandaletovi* Mikh., *P.* sp. 2, *Monograptus* ex gr. *uncinatus* (Tullb.), *M.* cf. *similis* Přibyl, *M.* sp. 2, *M. formosus* Bouček, *M. paraformosus* Jackson et Lenz, *M. purknei* Bouček, *Linograptus* sp. Перечисленный комплекс граптолитов позволяет относить вмещающие отложения, мощностью 110—120 м, к зоне *M. formosus*. Среди граптолитов этой зоны в количественном отношении преобладают монограптиды из группы *uncinatus*. Это монограпты, у которых в средней и дистальной частях рабдосом верхушка каждой теки достигает третьей теки (либо ее основания). Особенность эта сохраняется у *M. similis*, *M. bouceki*, *M. angustidens*, *M. uniformis*, что свидетельствует об их возможной филогенетической близости. Принимая во внимание данные, опубликованные А. Мартинссоном (1971), М. Леконтом (1968) и др., зону *M. formosus* следует коррелировать с костеносным слоем (Ludlov Bone Bed) Великобритании, а не со слоями Витклиф, как это предполагалось раньше. Над зеленоцветными алевролитами зоны


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19



1 2 3 4 5 6 7

8 9 10 11 12 13 14 15

ТАБЛИЦА I

Гора Кокбайтал (район стратотипа токрауского горизонта). Верхи акканского горизонта, слои с Neocucullograptinae.

Фиг. *1—3, 12, 13. Pristograptus* sp. n. 1. *1* — экз. 127/70-52, ×8; *2* — экз. 127/70-40, ×10; *3* — экз. 127/70-9, ×8,5; *12* — экз. 127/70-45, ×10,5; *13* — экз. 127/70-85, ×8,5.
Фиг. *4—7. Neocucullograptus* sp. n. *4* — экз. 127/70-23, ×5; *5* — экз. 127/70-37, ×7; *6* — экз. 127/70-21, ×8; *7* — экз. 127/70-45, ×7.
Фиг. *8, 9. Bohemograptus bohemicus tenuis* (Bouček). *8* — экз. 127/70-83, ×5,5; *9* — экз. 127/70-1, ×6.
Фиг. *10. Bohemograptus* sp. Экз. 127/81a, ×8.
Фиг. *11. Linograptus* sp. Экз. 127/70-20, ×9.

Токрауский горизонт, зона *Monograptus formosus.*

Фиг. *14, 16. Monograptus formosus* Bouček. *14* — экз. 3196-1/4, ×5,5 (г. Кентерлау); *16* — экз. 273/65-2, ×4,5.

Токрауский горизонт, зона *Colonograptus chelmiensis.*

Фиг. *17, 18. Pristiograptus* sp. n. 2. *17* — экз. 92/a1, ×1,8; *18* — экз. 92/d5, ×2,5.
Фиг. *19, 20. Pristiograptus* sp. *19* — экз. 92/70-1, ×2; *20* — экз. 92/f1, ×2,2.
Фиг. *21. Monograptus* aff. *similis* Přibyl. Экз. 92/66, ×3.

ТАБЛИЦА II

Гора Кокбайтал, токрауский горизонт, зона *Pseudomonoclimacis bandaletovi* (нижняя часть)

Фиг. *1, 2. Pseudomonoclimacis bandaletovi* Mich. *1* — экз. 64/70, ×4,5; *2* — экз. 255/70-2, ×2.
Фиг. *3—5. Pseudomonoclimacis bandaletovi* subsp. n. 1. *3* — экз. 93/70-1, ×2; *4* — экз. 63/70-5; *5* — экз. 64/70-3.
Фиг. *6. Pristiograptus* sp. n. 3. Экз. 110/70-1, ×2.
Фиг. *7, 8. Monograptus* sp. n. *7* — экз. 225/2-6, ×9; *8* — экз. 255/2a, ×5.
Фиг. *9, 10. Monograptus* sp. n. *9* — экз. 255/70-4, ×4; *10* — экз. 255/2-9, ×8.
Фиг. *11. Monograptus bouceki* Přibyl.

Токрауский горизонт, зона *Pseudomonoclimacis bandaletovi* (верхняя часть)

Фиг. *12. Colonograptus perbrevis* (Teller). Экз. 11/70-3, ×8.
Фиг. *13. Pseudomonoclimacis minimus* Mich. Экз. 66/70-17, ×6.
Фиг. *14. Pseudomonoclimacis* cf. *bandaletovi* Mich. Экз. 66/70-5, ×6.
Фиг. *15. Monograptus* sp., экз. 94/70-7, ×6.
Фиг. *16, 18. Monograptus* aff. *bouceki* Přibyl. *16* — экз. 66/70-6, ×7,5; *18* — экз. 94/70-36, ×8.
Фиг. *17. Monograptus bouceki* Přibyl. Экз. 94/70-2, ×6.
Фиг. *19. Monograptus* aff. *uniformis* Přibyl, экз. 94/70-1, ×4,5.

ТАБЛИЦА III

Основание Айнасуйского горизонта, зона *Monograptus kasachstanensis.*

Фиг. *1. Pristiograptus* sp. n. (aridus). Экз. 7a/67-2; ×3; г. Киикбай, обн. 7a/67.
Фиг. *2, 3. Pseudomonoclimacis elegans* Mich. 2 — экз. 7a/67-20, ×4, 5; *3* — экз. 972/65-25. ×4; г. Киикбай, обн. 7a/67=972/65.
Фиг. *4. Pristiograptus cf. transgrediens proximus,* Přibyl, экз. 105/1-15, ×2,5; г. Кокбайтал, обн. 105/1.
Фиг. *5. Monograptus* cf. *uniformis* Přibyl, экз. 105/70, ×3; г. Кокбайтал, обн. 105/30.
Фиг. *6. Monograptus angustidens* Přibyl (средняя часть рабдосомы), экз. 105a/70-12, ×10.
Фиг. *7—15. Monograptus kasachstanensis* Mich. *7* — экз. 7a/67-10 (голотип), ×4,5; г. Киикбай, обн. 7a; *8* — экз. 69/70-8a, ×6,5; *9* — 69/70-47, ×8; *10* — экз. 69/70-5, ×5; *11* — экз. 105a/70-10, ×7; *12* — экз. 105a/70-93, ×10; *13* — экз. 105a/70-92, ×3,7; *14* — экз. 105a/70-12, ×5; *15* — экз. 105a/70-87, ×8; г. Кокбайтал, обн. 69/70, 105a/70.

M. formosus в известняках (рис. 2, обн. 87) собраны кораллы *Favosites* cf. *weissermeli* Regnell, *Squameofavosites uralensis* Yanet, *S.* cf. *incredibilis* Chekh., *Axuolites borissiakae* (Tschern.) (определение О. П. Ковалевского), а также брахиоподы и трилобиты.

Стратиграфически выше, в разрезах у г. Кокбайтал (рис. 2), найдены: *Pristiograptus graciosus* Přibyl, *Pseudomonoclimacis bandaletovi* Mikh., *Colonograptus* (?) *chelmiensis* (Teller), *Colonograptus* (?) sp. nov., *Monograptus* aff. *similis* Přibyl, *M.* sp. n., *M. bouceki* Přibyl, *Linograptus* sp. В этом комплексе количественно преобладают представители рода *Colonograptus* (?). Наряду с ними, как и в зоне *M. formosus*, встречаются многочисленные монограпты, близкие к *M. similis* Přibyl, и единичные *M. bouceki*. Отложения, содержащие вышеуказанный комплекс, отнесены к зоне *C.* (?) *chelmiensis*, которая выделена в Польше (Teller, 1964) и, по-видимому, присутствует в Средней Азии. Зона *C.* (?) *chelmiensis* коррелируется с зоной *C. lochkovensis* Чехословакии. Мощность ее 220—260 м.

В этом же разрезе из линзы известняка (рис. 2, обн. 92/1, 92/2, 109), расположенной над зеленоцветными алевролитами и песчаниками с граптолитами зоны *C. chelmiensis*, собраны: *Favosites* cf. *pactum* Chekh., *Squameofavosites uralensis* Yanet, *S. gurievskiensis* Miron., *Axuolites borissiakae* (Tschern.), *Heliolites interstinctus* L., *H.* aff. *stellaris* Kov., *H.* cf. *pseudobohemicus* Bond. и другие кораллы.

Согласно заключению О. П. Ковалевского, табуляты токрауского горизонта по систематическому составу имеют значительное сходство с табулятами вышележащего айнасуйского горизонта. И те, и другие обладают рядом морфологических признаков, свойственных девонским представителям этой группы (Бандалетов, Ковалевский, 1972).

Стратиграфически выше в этом же и в смежных разрезах, в обнажениях 110, 63, 64, 65, 65/2, 93 и 255 найдены граптолиты: *Pristiograptus graciosus* Přibyl, *Pseudomonoclimacis bandaletovi* Mikh., *P. bandaletovi* subsp. nov., *Colonograptus* (?) cf. *chelmiensis* (Teller), *M. bouceki* Přibyl, *M.* aff. *bouceki* Přibyl, *Linograptus* sp. и другие, возможно новые, формы. Здесь преобладают *Pseudomonoclimacis bandaletovi* subsp. nov. (табл. II, фиг. 3—5) и *Monograptus bouceki* Přibyl (табл. II, фиг. 11). Отложения с вышеуказанным комплексом граптолитов, мощностью 240—250 м, отнесены к нижней части зоны *P. bandaletovi*. Эта часть разреза коррелируется с зоной *M. bouceki* Чехословакии, Польши и Средней Азии (СССР).

В вышележащих отложениях, в обнажениях 11, 66, 94 у г. Кокбайтал (рис. 2), в обн. 209г (в 7 км севернее кол. Бала; рис. 2), в обн. 221а—д (северо-восточнее кол. Бала) и в обн. 8, 36, 37 (близ г. Киикбай; рис. 2), расположенных в различных структурно-фациальных зонах, установлены одновозрастные комплексы граптолитов. Отсюда определены: *Pristiograptus* (Perner), sp. n. 2 (табл. I, фиг. 17,18), *Pseudomonoclimacis* aff. *ultimus*, *P. bandaletovi* Mikh., *P. bandaletovi* subsp. nov., *P. minimus* Mikh., *Colonograptus* (?) sp., *C.* (?) *perbrevis* (Teller), *Monograptus bouceki* Přibyl, *M.* aff. *bouceki* Přibyl, *M.* cf. *perneri* Bouček, *M.* aff. *uniformis* Přibyl, *M.* sp. *Linograptus* sp.

В этом комплексе впервые появляются монограпты, близкие к *M. uniformis*, граптолиты типа *C.* (?) *perbrevis* и мелкие монограптиды, близкие по форме проксимальных тек к *M. bouceki*, тогда как последующие теки близки к текам у *M. aequabilis*. В количественном отношении преобладают *Pseudomonoclimacis bandaletovi*. Указанные изменения в составе комплекса граптолитов по сравнению с нижележащими отложениями обосновывают отнесение этой части разреза к верхней части зоны *P. bandaletovi*,

которая условно сопоставляется с зоной *M. perneri* Чехословакии и Польши. В зоне *P. bandaletovi* М. А. Сенкевич собраны и определены остатки растений: *Cooksonia* sp., *Taeniocrada* (?) sp., *Baragwanathia* (?) sp. и некоторые новые формы. По мнению М. А. Сенкевич, остатки растений — девонского возраста. Здесь же Л. М. Палец и А. И. Мироновым собраны брахиоподы: *Orbiculoidea* sp., *Isorthis* sp., *Leptogonia* sp., *Leptostrophia* sp., *Mesodouvillina* cf. *costatula, Schellwienella* cf. *williamsi, Clorinda* cf. *exista. Lissatrypa* sp., *Atrypa* aff. *tajnensis, Stegerhynchella angaciensis, Howellella* sp., (определения Г. Т. Ушатинской).

Самые молодые граптолиты в Казахстане известны в районах: г. Кокбайтал (рис. 2, обн. 105/2, 105/1, 105а, 105; обн. 13, 13а, 68, 69; в 4 км к северу от г. Кокбайтал (обн. 41, 6294); в 6 км к юго-востоку от этой же горы (обн. 30/67 и 30а/67; близ г. Киикбай (рис. 2, обн. 7, 7а, 35—972/65); в 7 км севернее колодца Бала (рис. 2, обн. 209в). Из этих обнажений определены: *Pristiograptus transgrediens transgrediens* (Perner), *P. transgrediens proximus* Přibyl, *Pseudomonoclimacis bandaletovi* subsp. nov., *P. elegans* Mikh., *P. minimus* Mikh., *Monograptus angustidens* Přibyl, *M. uniformis* Přibyl, *M. kasachstanensis* Mikh. (табл. III), *Linograptus posthumus posthumus* (Richter). Здесь в одном прослое совместно с многочисленными *M. kasachstanensis* найдены *M. uniformis*, *M. angustidens* и *P. transgrediens*. По комплексу перечисленных выше граптолитов в нижней части айнасуйского горизонта установлена зона *M. kasachstanensis* (Михайлова, 1971). Мощность этой зоны, определенная условно, равна 70—100 м. В 1969 г. по первым находкам граптолитов на этом стратиграфическом уровне С. М. Бандалетовым и Н. Ф. Михайловой была выделена зона *P. transgrediens* (рис. 2, обн. 105/2). Однако в последующие годы здесь совместно с *P. transgrediens* найдены *M. angustidens*, *M. uniformis* и *M. kasachstanensis*. Это позволяет сделать вывод о том, что либо в Казахстане *P. transgrediens* существовал более длительное время, чем в других районах, либо *M. angustidens* и *M. uniformis* появились здесь раньше.

Совместно с граптолитами зоны *M. kasachstanensis* найдены растительные остатки: *Cooksonia sphaerica* Senk., *Taenicrada pilis* Senk., *Psilopsida* sp., *Lycopsida* sp., криноидеи *Scyphocrinites* ex. gr. *elegans* Zenker и другие (определение Г. А. Стукалиной). Непосредственно выше отложений с граптолитами зоны *M. kasachstanensis* О. П. Ковалевским собраны и определены кораллы айнасуйского горизонта: *Favosites horribilis* Kov., *F. maubasensis* Kov., *Axuolites borissiakae* (Tchern.), *Heliolites kuznetskiensis* (Tchern.) и другие (Бандалетов, 1969). Поскольку Международным комитетом по границе силура и девона принято решение проводить границу между этими системами по подошве зоны *M. uniformis*, то в Казахстане граница условно проводится по подошве зоны *M. kasachstanensis*, в которой найдены *M. uniformis* и *M. angustidens* (Бандалетов, Михайлова, 1971). Однако объем этой зоны в настоящее время пересмотрен. Поскольку в зоне *M. kasachstanensis* совместно встречены *M. uniformis*, *M. angustidens* и *P. transgrediens*, она коррелируется с одноименными зонами Чехословакии и Польши. Для уточнения границы между силуром и девоном в Казахстане необходимо продолжить изучение разрезов токрауского и айнасуйского горизонтов. Результаты, полученные на первом этапе изучения граптолитов постлудлова Казахстана, показали, что наряду с известными видами здесь много новых форм, для описания которых потребуются послойные сборы дополнительного палеонтологического материала.

ЛИТЕРАТУРА

Бандалетов С. М. Силур Казахстана. Алма-Ата, «Наука», 1969. 153 с.
Бандалетов С. М., Ковалевский О. П. О региональных стратиграфических подразделениях верхнего силура Центрального Казахстана. — «Докл. АН СССР», 1972, 206, № 5, с. 1173—1176.
Бандалетов С. М., Михайлова Н. Ф. Верхний силур и граница силура и девона в Казахстане. — В кн.: Рефераты докладов к III Международному симпозиуму по границе силура и девона и стратиграфии нижнего и среднего девона. Л., 1968, с. 25—28.
Бандалетов С. М., Михайлова Н. Ф. Верхний силур и силурийско-девонская граница в Казахстане. — В кн.: Граница силура и девона и биостратиграфия силура. Труды III Международного симпозиума по границе силура и девона и стратиграфии нижнего и среднего девона. Т. I. Л., «Наука», 1971, с. 39—49.
Бандалетов С. М., Михайлова Н. Ф., Палец Л. М. Токрауский горизонт силура Центрального Казахстана. — В кн.: Стратиграфическое совещание по допалеозою и палеозою Казахстана. Тезисы докладов. Алма-Ата, 1971, с. 106—108.
Каплун Л. И., Сенкевич М. А. Стратиграфическая схема девона Центрального Казахстана и Южного Казахстана. — В кн.: Стратиграфическое совещание по допалеозою и палеозою Казахстана. Тезисы докладов. Алма-Ата, 1971, с. 138—139.
Лелешус В. Л. О возрасте меришкорского, дальянского и исфаринского горизонтов среднего палеозоя Средней Азии. — «Изв. АН Тадж. ССР. Отд. физ.-матем. и геол.-хим. наук», 1970, 1(3), с. 60—65.
Леконт М. Характер границы между силурийской и девонской системами в Арденах и Артуа, рассмотренный на общем фоне герцинского тектогенеза и седиментации. — В кн.: Граница силура и девона и биостратиграфия силура. Труды III международного симпозиума по границе силура и девона и стратиграфии нижнего и среднего девона. Л., Изд-во АН СССР, 1968, с. 101—105.
Мартинссон А. Ярусы пересмотренной силурийской системы. — В кн.: Граница силура и девона и биостратиграфия силура. Труды III Международного симпозиума по границе силура и девона и стратиграфия нижнего и среднего девона. Т. I, Л., «Наука», 1971, с. 150—157.
Михайлова Н. Ф. Граптолитовые зоны силурийских отложений Казахстана. — В кн.: Стратиграфическое совещание по допалеозою и палеозою Казахстана. Тезисы докладов. Алма-Ата, 1971, с. 115—117.
Стукалина Г. А. К проблеме границы силура и девона в Центральном Казахстане. — В кн.: Стратиграфическое совещание по допалеозою и палеозою Казахстана. Тезисы докладов. Алма-Ата, 1971, с. 122—124.
Lenz, A., Jackson, D. Latest Silurian Graptolites from Porcupine River, Yukon territory. — "Bull. geol. Surv. Canada", 1969, vol. 182, p. 17—29.
Lenz, A. C., Jackson, D. E. Latest Silurian (Přidolian) and Early Devonian Monograptus of Northwestern Canada. — "Bull. geol. Surv. Canada", 1971, vol. 192, p. 1—24.
Teller, L. Graptolite fauna and stratigraphy of the Ludlovian deposits of the Chełm borehole, Eastern Poland. — "Studia geol. Polonica", 1964, vol. XIII. 88 p.
Urbanek, A. Neocucullograptinae n. subfam. (Graptolithina) — their evolutionary and stratigraphic bearing. — "Acta paleont. Polonica", 1970, vol. XV, No. 2—3, p. 337—478.

Центрально-Казахстанское геологическое управление. Караганда

POSTLUDLOVIAN GRAPTOLITES OF KAZAKHSTAN

N. MIKHAILOVA

Summary

The rich collection of graptolites made last year has enabled to elaborate the zonal stratigraphy of Postludlow in Kazakhstan. The zones established are (from the bottom): *Monograptus formosus* (the index-species is found together with *Pseudomonoclimacis ultimus;* a little deeper

there is a *Neocucullograptus* level), *Colonograptus chelmiensis, Pseudomonoclimacis bandaletovi.* In the next zone an assemblage of *Monograptus kasachstanensis, M. uniformis, M. angustidens* and *Pristiograptus transgrediens* occurs. The zone was named after the first species belongs to Devonian.

KASAHSTANI POSTLADLOU GRAPTOLIIDID

N. MIHHAILOVA

Resümee

Rikkalik kollektsioon graptoliite, mis kogutud viimastel aastatel, võimaldas täpsustada Kasahstani postladlou tsonaalset stratigraafiat. Nüüd eraldatakse järgmised tsoonid (alt): *Monograptus formosus* (indeksliik esineb koos *Pseudomonoclimacis ultimus*'ega, nende all on *Neocucullograptus*'te tase), *Colonograptus chelmiensis, Pseudomonoclimacis bandaletovi.* Lasuvas tsoonis esinevad koos *Monograptus kasachstanensis, M. uniformis, M. angustidens* ja *Pristiograptus transgrediens.* Tsoon on nimetatud neist esimese järgi ning loetud devonisse kuuluvaks. Koos varem tuntud liikidega esineb Kasahstanis rohkesti uusi vorme.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ГРАПТОЛОИДЕЙ В КАРБОНАТНЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ОРДОВИКА ПРИБАЛТИКИ

Р. М. МЯННИЛЬ

Настоящее сообщение основывается на материале, полученном главным образом попутно при изучении распределения кислотоустойчивых микрофоссилий путем растворения известняков. Всего обработано несколько десятков серий последовательных проб весом 0,1—0,5 кг, общей численностью около двух тысяч, отобранных из кернов буровых скважин и обнажений. Большинство изученных разрезов находится на территории Эстонии, а некоторые — в Латвии, Литве и Ленинградской области (рис. 1). В возрастном отношении собранный нами материал происходит из среднего (большинство образцов) и верхнего ордовика, из интервала зон *Didymograptus murchisoni—Dicellograptus anceps*.

Изученный материал позволяет в некоторой степени осветить практически не затронутые в литературе вопросы распределения граптолоидей в

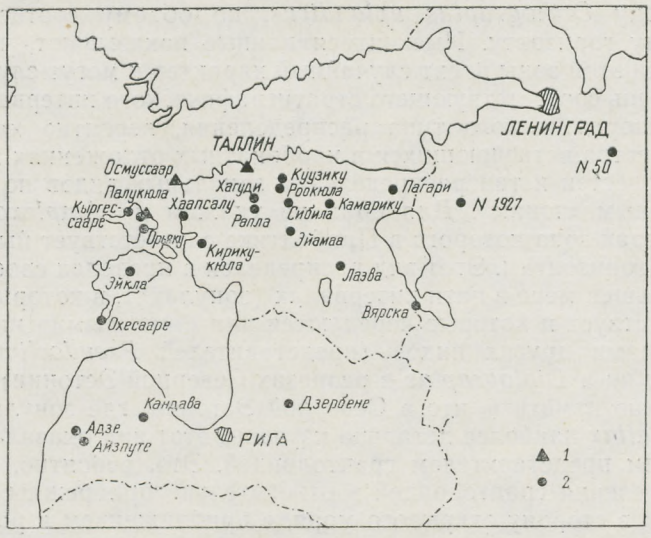


Рис. 1. Схема расположения обнажений (*1*) и буровых скважин (*2*) в Прибалтике и Ленинградской области, упоминаемых в тексте.

эпиконтинентальных карбонатных отложениях. Однако следует подчеркнуть, что изучение распределения граптолоидей в карбонатных фациях связано с рядом специфических трудностей, из которых в настоящее время наиболее существенной является недостаточная изученность морфологических деталей рабдосом у преобладающего большинства известных видов, а также наличие в карбонатных фациях еще не описанных специфических видов. Из-за этого по остаткам рабдосом ранних стадий развития, обычно извлекаемых из пород растворением, часто бывает трудно или даже невозможно дать удовлетворительную таксономическую идентификацию.

Известно, что в карбонатных отложениях шельфа граптолоидеи в общем немногочисленны как в видовом отношении, так и по встречаемости и даже при предельно исчерпывающей методике извлечения их остатков из породы не позволяют по имеющимся о них данным провести зонацию, подобную зонации граптолитовых фаций. Тем не менее в определенных стратиграфических интервалах карбонатного разреза ордовика Прибалтики остатки граптолоидей все же довольно многочисленны и закономерно распределены в разрезе.

Так, граптолоидеи могут и в карбонатных отложениях шельфа, в виде редкого исключения, образовывать четкие зоны, прослеживающиеся в различных структурно-фациальных зонах бассейна. Идеальным примером этого служит здесь зона *Gymnograptus linnarssoni* в основании лландейло Балтоскандии, прослеживающаяся от грабена Осло на западе через всю Швецию и Прибалтику почти до центральных районов Московской синеклизы на востоке (скв. Крестцы). Эта зона представляет собой ранговую зону данного вида с определенным сопутствующим зональным комплексом видов (см. ниже). По меньшей мере в разрезах Северной Эстонии и Западной Латвии, зональный вид названной зоны присутствует, видимо, во всем вертикальном объеме ее, так как был обнаружен во всех изученных образцах. Это превосходный опорный уровень как для внутрирегиональных, так и для межрегиональных корреляций.

Существует и другой тип зоны граптолоидей в карбонатных фациях, характеризующийся спорадическим распределением в разрезе как номинального, так и сопутствующих зональных видов. Для примера можно привести зону *Orthograptus uplandicus*, по объему соответствующую кукрузескому горизонту. Имеющиеся данные показывают, что находки граптолоидей этой зоны носят случайный характер и могут служить индикаторами лишь соответствующего стратиграфического интервала в целом.

Кроме спорадического типа распределения, вероятно характерного для большинства встречающихся в карбонатных отложениях видов граптолоидей, известен и тип распределения зональных видов по определенным повторным «зонам». Для примера укажем на *Amplexograptus* cf. *fallax*, ранговая зона которого в Прибалтике соответствует йыхвискому и кейласкому горизонтам. Этот вид распределен в пределах своей ранговой зоны по меньшей мере в пяти интервалах (зонулах*), в которых он постоянно присутствует и которые чередуются или с «пустыми» интервалами, или с зонулами других видов (представителей *Pseudoclimacograptus*, *Climacograptus* и *Diplograptus* в разрезах Северной Эстонии).

Любопытно отметить, что в Северной Эстонии, где зонулы *Amplexograptus* cf. *fallax* наиболее детально изучены, этот вид оказался в пробах единственным представителем граптолоидей. Это, вероятно, характерно для распределения граптолоидей в относительно прибрежных карбонатных фациях; в сторону открытого моря, с приближением к районам раз-

* Термином «зонула» автор обозначает части ранговой зоны, в которых данный вид присутствует и которые чередуются с промежуточными интервалами, лишенными его.

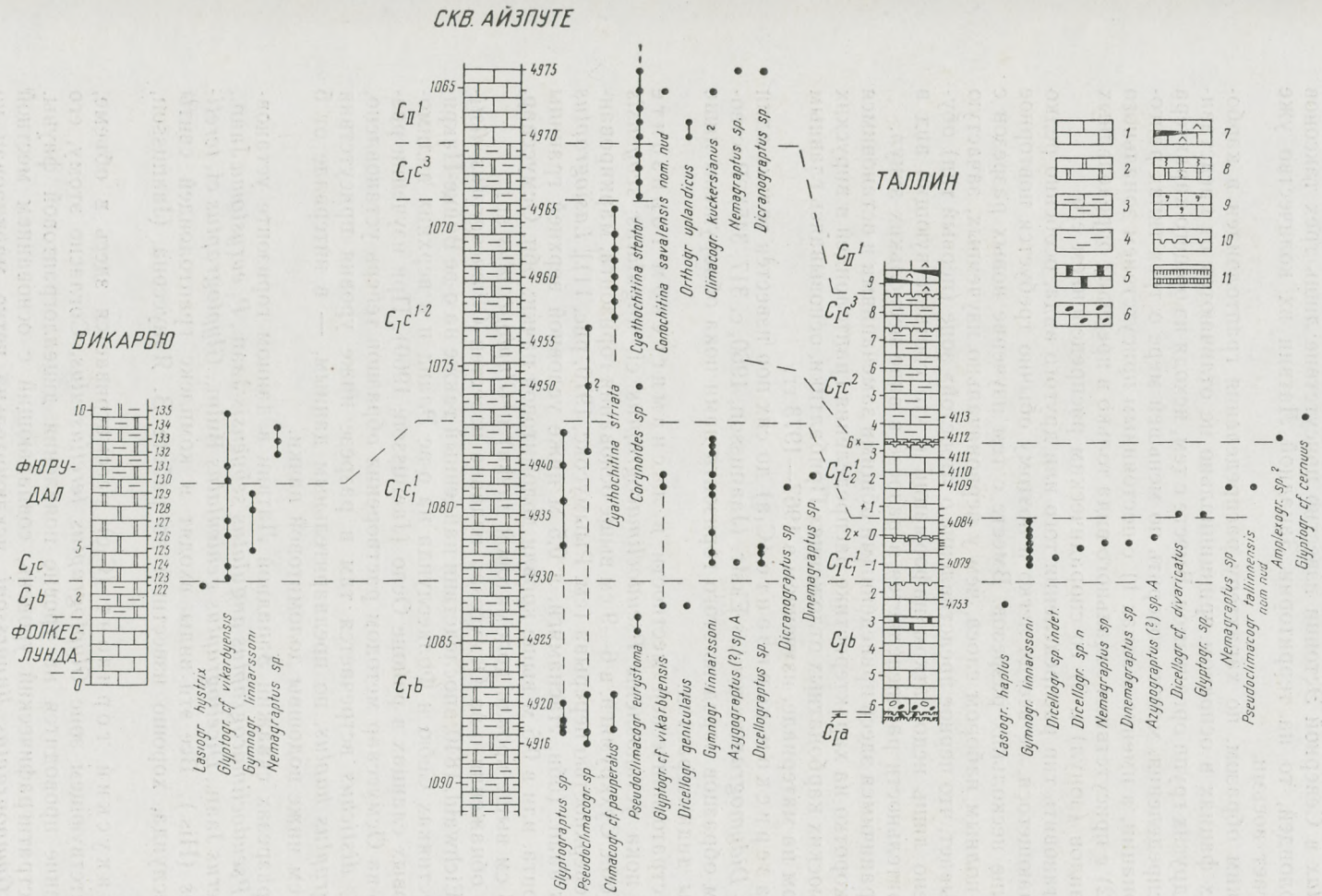


Рис. 2. Сопоставление отложений ласнамягиского (верхний лланвирн) и ухакуского (лландейло) горизонтов по разрезам Викарбю (район оз. Сильян, Швеция), скважины Айзпуте (Зап. Латвия) и Таллин (Сев. Эстония) с указанием распространения в них граптолоидей и некоторых характерных видов хитинозой.

C_Ia — азериский горизонт, C_Ib — ласнамягиский горизонт, C_Ic — ухакуский горизонт, C_{II} — кукрузеский горизонт; подгоризонты ухакуского горизонта: C_Ic^1 — нижний (кадакаский), C_Ic^2 — средний (раазикуский), C_Ic^3 — верхний (убьяский); C_Ic^1 — ранговая зона *Gymnograptus linnarssoni*. Условные обозначения для разрезов на рис. 2—6: *1* — известняк детритовый (калькаренит), *2* — известняк микрозернистый (кальцилютит), *3* — известняк глинистый, *4* — мергели и глины, *5* — известняк доломитизированный, *6* — известняк оолитовый, *7* — прослой кукерсита в керогенистом известняке, *8* — пиритовые узоры, *9* — глауконит, *10* — поверхность перерыва, *11* — прослои метабентонитов.

вития граптолитовых фаций, видовое разнообразие сообщества граптолоидей постепенно увеличивается. Если, например, в зоне *Amplexograptus* cf. *fallax* в Северной Эстонии известно присутствие лишь трех таксонов граптолоидей, то на территории Западной Латвии их количество уже достигает восьми.

Таким образом, по характеру распределения граптолоидеи в карбонатных фациях в основном принципиально не отличаются от представителей других групп организмов. Вместе с тем, исходя из общего характера их распределения, можно говорить по меньшей мере о трех типах ранговой зонации, а именно о зонах 1) с постоянным присутствием зонального вида, 2) с присутствием зонального вида только в пределах определенных интервалов (зонул) и 3) со спорадическим распределением его.

Установить тип распределения того или другого вида, особенно редко встречающегося, не всегда легко и поэтому обычно требуется повторное изучение нескольких разрезов. Вместе с тем изучение новых разрезов с более полным набором слоев, чем у первоначально изученных, зачастую показывает, что первое представление о «простой» зоне (первый тип) обусловлено лишь недостатком информации и что соответствующий вид в действительности распределяется в разрезе в виде нескольких зонул.

Ограничимся здесь приведенными общими замечаниями и остановимся лишь коротко на характеристике распределения граптолоидей в вируских и харьюских карбонатных отложениях Прибалтики, основываясь главным образом на материале, изученном в 1967—1973 гг.

В азерискоm горизонте (C_1a) до сих пор известен только один вид — *Didymograptus acutus* Ekstr. (Jaanusson, 1960, с. 317, 345). Растворением образцов пород из этого горизонта нами пока обнаружены лишь сикулы дидимограптид.

В стратотипической местности в ласнамягиском горизонте (C_1b) пока установлены *Pseudoclimacograptus* cf. *angulatus sebyensis* Jaan. [обн. Сухкрумяги, в 6—9 см выше основания горизонта, маркированного поверхностью перерыва (см. Рыымусокс, 1970, рис. 11)], *Lasiograptus haplus* Jaan. (обн. Ласнамяги, в 0,5 м ниже условной верхней границы горизонта, или в 0,5 м выше кровли доломитовой пачки; обн. Осмуссаар, в 3—8 см выше кровли доломитовой пачки) и *Glyptograptus* sp.

Из обнажения о-ва Осмуссаар издавна известен *Climacogratus distichus* (Eichwald, 1840, впоследствии найденный также на о-ве Вяйке-Пакри, в известняках Себю и Фолкеслунда на о-ве Эланд и в верхних дидимограптовых сланцах в районе Осло (Jaanusson, 1960). При изучении разреза о-ва Осмуссаар методом растворения образцов теперь установлено, что *C. distichus* встречается там в разрезе ниже уровня присутствия *Lasiograptus haplus*, по предварительным данным, — в интервале от 5 до 25 см ниже подошвы доломитовой пачки.

В разрезах скважин Западной Латвии в данном горизонте установлены: *Pseudoclimacograptus angulatus sebyensis* Jaan., *P. eurystoma* Jaan., *P. luperus* Jaan., *Dicellograptus geniculatus* Bulm., *Glyptograptus* cf. *teretiusculus* (His.). Все эти виды входят в комплекс граптолоидей свиты Фолкеслунда, хорошо известный по работе В. Яануссона (Jaanusson, 1960).

Ухакуский горизонт (C_1c) рассматривается здесь в объеме, соответствующем зоне *Glyptograptus teretiusculus*. Согласно этому, его основание проводится на уровне появления дицеллограптовой фауны. Этот стратиграфический уровень, совпадающий с основанием местной зоны *Gymnograptus linnarssoni*, исключительно четко маркирован по граптолоидеям и является одним из лучших корреляционных реперов во всем разрезе ордовика Прибалтики (рис. 2).

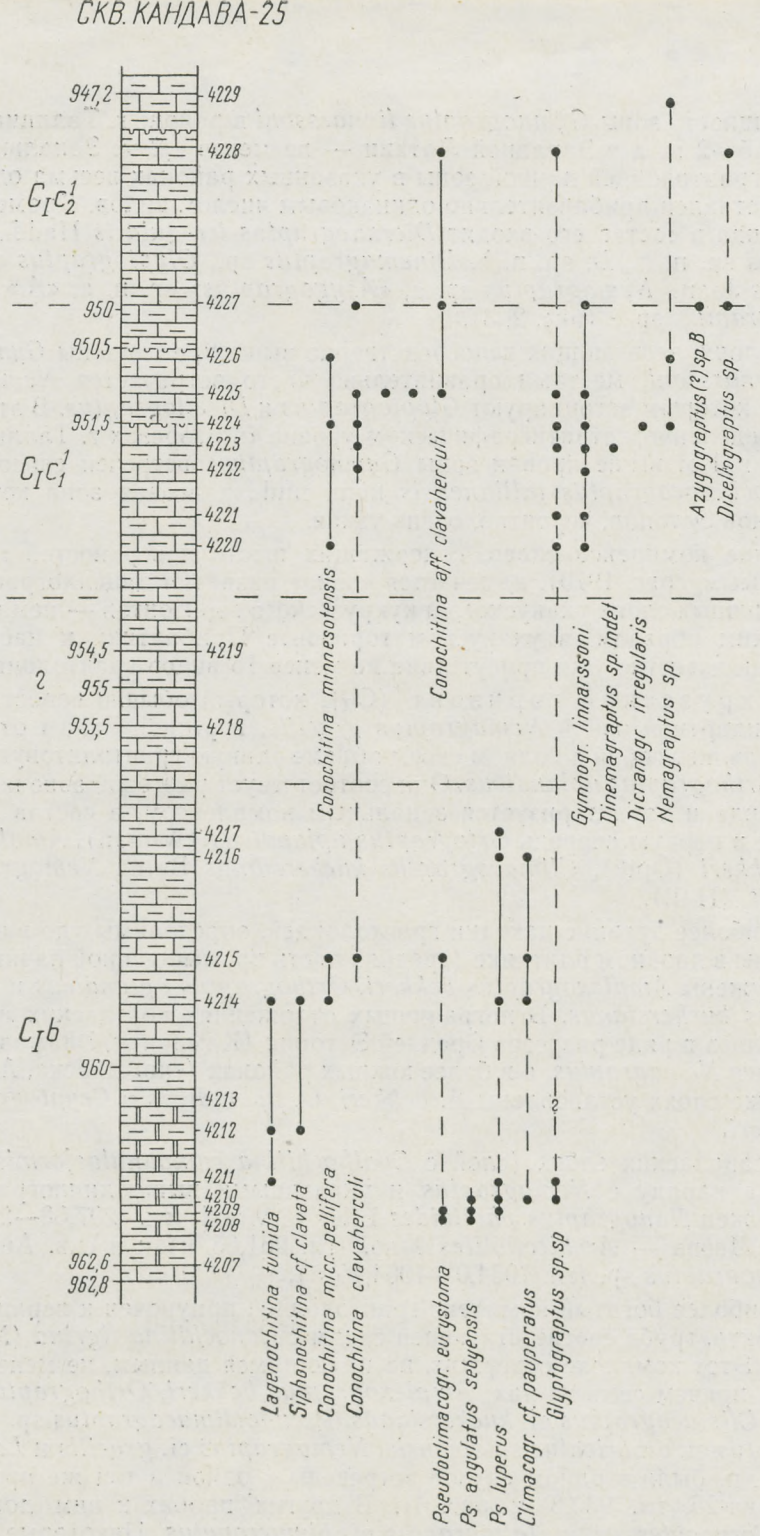


Рис. 3. Распределение граптолоидей и характерных видов хитинозой в верхней (серо-цветной) части ласнамягиского и нижней части ухакуского горизонтов в разрезе скважины Кандава-25 (Зап. Латвия).

Индексы слоев те же, что и на рис. 2. Пограничные слои ласнамягиского и ухакуского горизонтов (интервал с пробами 4218 и 4219) сложены известняками с розоватыми пятнами и остатков граптолоидей и хитинозой не содержат.

Мощность зоны *Gymnograptus linnarssoni* в районе г. Таллина составляет 1,5—2 м, а в Западной Латвии — не менее 4,2 м. Зональный комплекс граптолоидей данной зоны в указанных районах весьма однороден и представлен приблизительно одинаковым числом видов. Кроме зонального вида в состав его входят *Dicranograptus irregularis* Hadd., *Dicellograptus* sp. n. a., *D.* sp. n. b, *Dinemagraptus* sp., *Glyptograptus* cf. *vikarbyensis* Jaan., *Nemagraptus* sp. a, «*Azygograptus*» sp. n. a, «*A.*» sp. n. b, *Lasiograptus* sp. ? (рис. 2, 3).

В слоях, залегающих непосредственно выше кровли зоны *Gymnograptus linnarssoni*, местами сравнительно часто встречается *Nemagraptus* sp. b, с которым ассоциируют *Glyptograptus* и *Dicellograptus*. В этих слоях на определенном стратиграфическом уровне (в разрезах г. Таллина, примерно в 1 м выше кровли зоны *Gymnograptus*) встречен своеобразный *Pseudoclimacograptus tallinnensis* nom. nud., ранговая зона которого в Северной Эстонии, вероятно, очень узкая.

Выше комплекса слоев, содержащих шесть поверхностей перерыва (см. Рыымусокс, 1970), намечается «зона» развития дицеллограптид, а в пограничных слоях ухакуского и кукрузеского горизонтов — немаграптид.

Таким образом, в ухакуском горизонте Прибалтики к настоящему времени известно уже присутствие не менее 15 видов граптолоидей.

Кукрузеский горизонт (C_{II}), который обычно сопоставляется со стандартной зоной *Nemagraptus gracilis*, в региональном отношении представляет собой в полном своем объеме единую граптолитовую зону — зону *Orthograptus uplandicus*. Она соответствует ранговой зоне номинального вида и характеризуется зональным комплексом, в состав которого входят в первую очередь *Ortograptus uplandicus* (Wiman), *Amplexograptus bekkeri* (Öpik), *Climacograptus kuckersianus* Bulm. *Nemagraptus* cf. *gracilis* (Hall).

Наиболее древние находки граптолоидей, определимых до вида, установлены в двойном плитняке (средняя часть промышленной пачки). Здесь обнаружены *Amplexograptus bekkeri*, *Orthograptus uplandicus* и *Climacograptus kuckersianus*. В пограничных отложениях кохтласких и саваласких слоев в ряде разрезов Средней Эстонии (Камарику, Эйамаа, Лаэва) встречен *Nemagraptus*, а в более южных районах (скв. Вярска, Айзэпуте) в тех же слоях установлены *A. bekkeri*, *O. uplandicus* и *Cryptograptus* cf. *schaeferi*.

В саваласких слоях (слой с *Cyathochitina campanulaeformis*) в скв. Эйамаа наряду с *Nemagraptus* и указанными выше диплограптидами обнаружен *Nanograptus phylloides* Elles et Wood (гл. 207,88—208,0 м), в скв. Лаэва — *Archiretiolites* ? sp. (гл. 261,65 м) и в скв. Айзпуте — *Dicranograptus* sp. (гл. 1064,0—1064,45 м).

Наиболее богатый комплекс граптолоидей приурочен к верхней части горизонта, грубо соответствующей слоям с *Conochitina tigrina* (Мянниль, 1972). Этот комплекс содержит, по имеющимся данным, не менее десяти видов, причем семь из них: *Amplexograptus bekkeri*, *Orthograptus uplandicus*, *Climacograptus* cf. *kuckersianus*, *Pseudoclimacograptus* sp. n., *Dicellograptus* cf. *divaricatus salopiensis*, *Nemagraptus* cf. *gracilis* и *Leptograptus* sp. n. были в одном случае встречены в одной и той же пробе (скв. Кандава-25, гл. 930,8 м; рис. 4). В других пробах к ним добавились еще *Corynoides* sp. и *Hallograptus* cf. *bimucronatus*. Некоторые из перечисленных форм, в первую очередь *Pseudoclimacograptus* sp. n., встречены пока только в рассматриваемых слоях.

Наиболее молодые слои данного горизонта, изученные нами на микропланктон, вероятно, вскрыты скважиной № 50 в районе г. Чудово. В этих

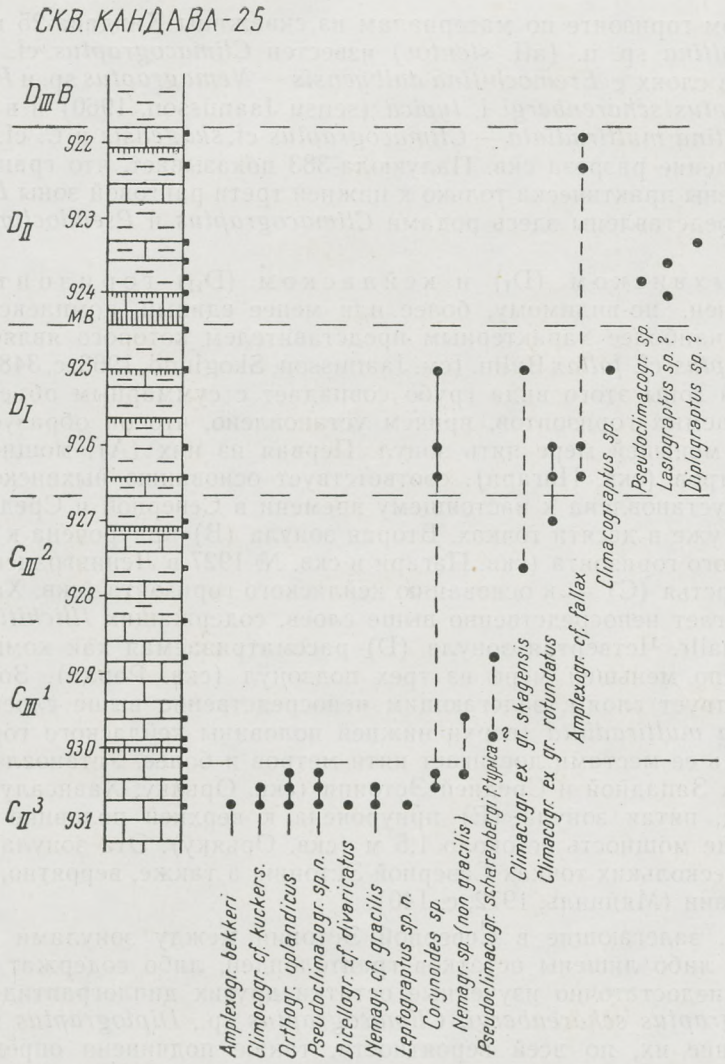


Рис. 4. Распределение граптолоидей в отложениях интервала от верхов кукрузеского горизонта до подошвы блиденских слоев в разрезах скважины Кандава-25 (Зап. Латвия).

$C_{II}3$ — верхний (хумалаский) подгоризонт кукрузеского горизонта, $C_{III}1$ — нижний (оямааский) и $C_{III}2$ — верхний (шундоровский) подгоризонты идавереского горизонта, D_I — йыхвиский горизонт, D_{II} — кейлаский горизонт, $D_{III}B$ — блиденские слои.

слоях, в интервале 79—93 м, обнаружены *Orthograptus uplandicus*, *Pseudoclimacograptus* sp., *Climacograptus* sp., *Nemagraptus* sp.

В кукрузеском горизонте Прибалтики пока обнаружено, таким образом, не менее 13 видов граптолоидей. По общей численности видов этот горизонт не уступает ухакускому, но в полосе выходов его, в отличие от последнего, пока известно всего лишь четыре вида (*Amplexograptus bekkeri*, *Orthograptus uplandicus*, *Climacograptus bekkeri* и *Nemagraptus* sp.).

В идавереском горизонте (C_{III}) численность граптолоидей по сравнению с нижележащими горизонтами резко упала.

В этом горизонте по материалам из скважины Кандава-25 в слоях с *Cyathochitina* sp. n. (aff. *stentor)* известен *Climacograptus* cf. *kuckersianus*, а в слоях с *Eremochitina dalbyensis* — *Nemagraptus* sp. и *Pseudoclimacograptus scharenbergi* f. *typica* (sensu Jaanusson, 1960) и в слоях со *Spinachitina multiradiata* — *Climacograptus* cf. *skagensis* и *C.* cf. *rotundatus*. Изучение разреза скв. Палукюла-383 показывает, что граптолоидеи приурочены практически только к нижней трети ранговой зоны *Eremochitina* и представлены здесь родами *Climacograptus* и *Pseudoclimacograptus*.

В йыхвиском (D_I) и кейласком (D_{II}) горизонтах распространен, по-видимому, более или менее единый комплекс граптолоидей, наиболее характерным представителем которого является *Amplexograptus* cf. *fallax* Bulm. (см. Jaanusson, Skoglund, 1963, с. 348). Объем ранговой зоны этого вида грубо совпадает с суммарным объемом рассматриваемых горизонтов, причем установлено, что он образует в разрезе по меньшей мере пять зонул. Первая из них (A), мощностью до двух метров (скв. Пагари), соответствует основанию йыхвиского горизонта и установлена к настоящему времени в Северной и Средней Прибалтике уже в десяти точках. Вторая зонула (B) приурочена к середине йыхвиского горизонта (скв. Пагари и скв. № 1927 в Ленинградской области) и третья (C) — к основанию кейлаского горизонта (скв. Хаалсалу), где залегает непосредственно выше слоев, содержащих *Illichitina multiplex* Schallr. Четвертая зонула (D) рассматриваемая как комплексная, состоит по меньшей мере из трех подзонул (скв. Рапла). Зонула эта соответствует слоям, залегающим непосредственно выше слоев со *Spinachitina multiradiata* (верхи нижней половины кейлаского горизонта); мощность ее местами достигает пяти метров и более. Установлена она в разрезах Западной и Средней Эстонии (скв. Орьяку, Хаапсалу, Рапла). Наконец, пятая зонула (E) приурочена к верхней половине сауэских слоев, где мощность ее около 1,5 м (скв. Орьяку). Эта зонула установлена в нескольких точках Северной Эстонии, а также, вероятно, в Западной Латвии (Мянниль, 1972, с. 140).

Слои, залегающие в Северной Эстонии между зонулами *Amplexograptus*, либо лишены остатков граптолоидей, либо содержат в общем редкие, недостаточно изученные остатки других диплограптид: *Pseudoclimacograptus scharenbergi*, *Climacograptus* sp., *Diplograptus* sp.? Распределение их, по всей вероятности, также подчинено определенным закономерностям. Так, например, в йыхвиском горизонте более или менее достоверные находки *Pseudoclimacograptus scharenbergi* приурочены к слоям, залегающим между зонулами A и B *Amplexograptus*, к средней части так наз. пагариских слоев (скв. Пагари) и к мадизеским слоям (скв. Эйамаа, Кыргессааре). В кейласком горизонте остатки климакограптид, вероятно принадлежащих, если не целиком, то по меньшей мере в преобладающей части, к *Pseudoclimacograptus scharenbergi*, встречены только в нижней половине горизонта, включая слои между зонулами C и D *Amplexograptus* (скв. Хаапсалу, Рапла, Пагари) и промежуточные слои между подзонулами D_1—D_2 и D_2—D_3 (скв. Рапла). В верхних, сауэских слоях кейлаского горизонта установлены две зонулы диплограптид, приуроченные соответственно к низам нижне- и верхнесауэских слоев. Мощность этих зонул не более 0,5—1,0 м, и они вместе с промежуточными «пустыми» слоями заполняют весь интервал между зонулами D и E *Amplexograptus* (рис. 5).

В Западной Латвии рассматриваемый интервал разреза изучен на граптолоидеи еще очень слабо. Однако уже имеющиеся предварительные данные показывают, что фауна здесь более разнообразная, чем в север-

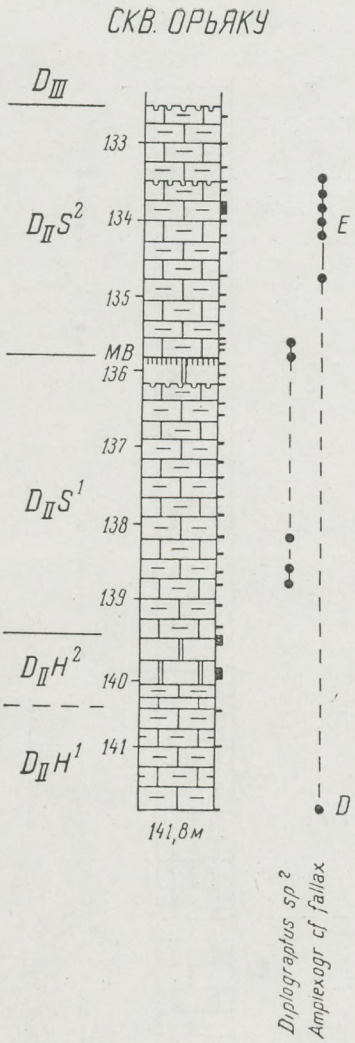


Рис. 5. Распределение граптолоидей в верхах кейлаского горизонта в разрезе скважины Орьяку (о-в Хийумаа).

$D_{II}H^1$, $D_{II}H^2$ — нижняя и верхняя части так наз. хаапсалуских слоев; $D_{II}S^1$, $D_{II}S^2$ — нижняя и верхняя части сауэских слоев кейлаского горизонта; D_{III} — оандуский горизонт; D, E — зонулы вида *Amplexograptus* cf. *fallax*.

ных районах Прибалтики. В отложениях йыхвиского горизонта здесь найдены *Amplexograptus* cf. *fallax, Corynoides* sp., *Climacograptus* cf. *rotundatus, Climacograptus* cf. *skagensis, Climacograptus* sp., а в отложениях кейлаского горизонта — *Amplexograptus* cf. *fallax, Climacograptus* cf. *rotundatus, C.* cf. *skagensis, Pseudoclimacograptus* sp., *Lasiograptus* sp. ?, *Diplograptus* sp.

Таким образом, в отложениях йыхвиского и кейлаского возраста в Прибалтике встречается не менее 7—8 видов граптолоидей, причем некоторые из них могут быть использованы в стратиграфических целях.

В отложениях оандуского возраста, за исключением моссенской свиты (Средняя Прибалтика), граптолоидеи очень редки и встречаются только на некоторых стратиграфических уровнях.

Так, в отложениях стратотипического разреза оандуского горизонта граптолоидеи обнаружены только в самой верхней части разреза ($D_{III}O^4$), из которой определены *Climacograptus* sp. и *Diplograptus* sp. b (скв. Куузику, Сибила); в более древних слоях горизонта, вскрытых в средней части Северной Эстонии, установлен *Diplograptus* ? sp. a (скв. Куузику, Роокюла, Орьяку).

В блиденских слоях (Средняя Прибалтика), возраст которых до сих пор однозначно еще не установлен, встречены лишь редкие неопределимые остатки диплограптид и *Corynoides* sp. (скв. Адзе, гл. 881,9 м; скв. Дзербене, гл. 844,5 м).

В моссенских слоях Средней Прибалтики, представленных в основной своей части граптолитовыми сланцами, встречается уже относительно богатая и многообразная фауна граптолоидей. Здесь определены *Climacograptus* cf. *brevis* Elles et Wood, *C.* ex gr. *skagensis* Jaan. et Skogl., *Corynoides* sp., *Climacograptus diplacanthus* Bulm.* (скв. Кандава-25, гл. 917,0 м).

* = ? *Climacograptus spiniferus* Rued.

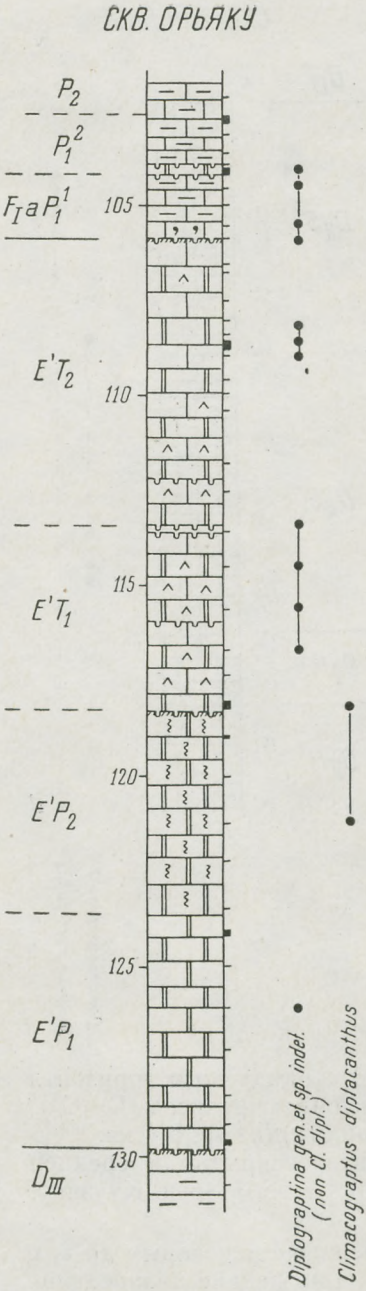


Рис. 6. Распределение граптолоидей в раквереском горизонте в разрезе скважины Орьяку.

D_{III} — оандуский горизонт; $E'P_1$, $E'P_2$ — нижняя и верхняя части пийлсеской пачки раквереского горизонта; $E'T_1$, $E'T_2$ — нижняя и верхняя части тудуской пачки раквереского горизонта; F_1aP_1, F_1aP_2 — нижняя и верхняя части паэкнаской пачки набалаского горизонта (нижняя часть пачки соответствует ранговой зоне *Cyathochitina dispar*).

Любопытно отметить, что, по сравнению со многими другими горизонтами, в отложениях оандуского горизонта в Северной Прибалтике ранние стадии развития рабдосом (сикулы и проксимальные части рабдосом) исключительно редки. Это говорит о том, что граптолоидеи в то время на рассматриваемой территории, вероятно, не обитали, и находимые их остатки были занесены сюда из других мест.

В стратотипических отложениях раквереского горизонта (E) обнаружены остатки по меньшей мере трех видов граптолоидей, но пока только один из них — *Climacograptus diplacanthus* Bulm. — определен до вида. Он установлен в разрезе скв. Орьяку (гл. 118,0 и 121,1 м) по проксимальным частям рабдосом и сикулам (рис. 6) и в разрезе скв. Вярска (гл. 334,4—335,0 м) по сикулам.

В других отложениях, условно отнесенных нами к данному горизонту, из граптолоидей обнаружены также в основном лишь неопределимые остатки диплограптид и ортограптид и кроме того *Corynoides* (скв. Кандава-25, гл. 912,1—916,7 м). Из этих же отложений происходит образец с *Dicranograptus clingani* (скв. Кандава-25, гл. 912,6 м), отобранный на уровне 4,1 м выше кровли сланцев Моссен и 0,9 м ниже первых находок *Cyathochitina dispar*, ранговая зона которого принята нами условно за основание следующего, набалаского горизонта (F_Ia).

Наличие *Climacograptus diplacanthus* в типовой свите раквереского горизонта и в сланцах Моссен, а также *Dicranograptus clingani* в глинистых отложениях, залегающих над этими сланцами и сопоставимых по хитинозоям с раквереской свитой, говорит однозначно в пользу отнесения раквереского горизонта к зоне *Dicranograptus clingani*. Об этом свидетельствует также вероятная идентичность *Climacograptus diplacanthus* и вида *C. spiniferus* Ruedemann, 1912. Последний широко распространен в Северной Америке в горизонте Иден (который сопоставляется с зоной *Dicranograptus clingani*) и считается там зональным видом (Riva, 1969; Berry, 1971).

В набаласком горизонте (F_1a) встречается сравнительно разнообразная фауна граптолоидей, причем в пределах его наблюдается определенное обновление этой фауны.

В нижнепаэкнаских отложениях, соответствующих ранговой зоне *Cyathochitina dispar* (см. Männil, 1971, с. 311), найдены сикулы типа *Climacograptus diplacanthus* и фрагменты рабдосомы *Lasiograptus* cf. *harknessi* (Nich.) (скв. Дзербене, гл. 834,7 и 821,5 м). Эти находки говорят о возможности отнесения данных слоев еще к зоне *Dicranograptus clingani*. Так как сикулы типа *C. diplacanthus* встречены также и в верхах паэкнаских слоев (скв. Камарику, гл. 106,0 м), то не исключено, что вся нижняя половина рассматриваемого горизонта относится к указанной граптолитовой зоне.

В верхней половине набалаского горизонта, представленной в Северной Прибалтике сауньяской пачкой кальцилютитов, широко распространен руководящий для нее вид рода *Climacograptus*, сикулы которого характеризуются наличием одностержневой вторичной нёмы. Кроме этого вида уже в самых низах сауньяских известняков установлены *Orthograptus* cf. *gracilis* (Roemer) и *Dicellograptus* sp. (скв. Камарику, гл. 103,8—104,8 м), а в предполагаемых средних слоях — *Orthograptus* cf. *gracilis* и *Archiretiolites regimontanus* Eis. (скв. Рапла, гл. 96,0—97,1 м; скв. Охесааре, гл. 449,7 м). Так как указанные виды или близкие им встречаются и в вышележащих горизонтах, то сауньяские слои, вероятно, следует сопоставлять уже с зоной *Pleurograptus linearis*.

Граптолоидеи вормсиского горизонта (F_1b) хорошо известны по сланцам Фьяка в Средней Прибалтике, где встречается комплекс видов, аналогичный распространенному в Северной Швеции (Skoglund, 1963). В карбонатных фациях этого горизонта, развитых в периферии бассейна осадконакопления, граптолоидеи редки. Их находки пока ограничиваются видами *Orthograptus* cf. *gracilis* (скв. Камарику, гл. 82,0 м), *Climacograptus* sp. (скв. Камарику, гл. 80,1 м) и *Diplograptus pristis*? (обн. Палукюла, обр. М-2430), а также редкими неопределимыми сикулами и фрагментами рабдосом, встреченными главным образом в слоях с *Acanthochitina barbata*.

В пиргуском горизонте (F_1c) граптолоидеи, в общем, еще более редкие, и в их распределении пока каких-либо четких закономерностей не наблюдается. Наиболее широко здесь распространен, видимо, *Orthograptus gracilis*, который встречается на многих стратиграфических уровнях, начиная с самого основания горизонта (скв. Эйкла, гл. 273,75—274,25 м) и кончая отложениями, залегающими непосредственно под слоями с *Conochitina taugourdeaui* (скв. Эйкла, гл. 226,6 м). В указанном интервале встречены еще *Archiretiolites* (скв. Эйкла, гл. 242,0 м) и *Climacograptus*, сикулы которого имеют одностержневую вторичную нему (скв. Орьяку, гл. 59,0 м; скв. Хагуди, гл. 19,65 и 26,25 м; скв. Кирикукюла, гл. 130,25—130,30 м; скв. Эйкла, гл. 258,2 м).

В слоях с *Conochitina taugourdeaui* установлен *Climacograptus supernus* Elles et Wood (скв. Эйкла, гл. 220,85 и 221,85 м), указывающий на принадлежность вмещающих отложений к зоне *Dicellograptus anceps*. В Казахстане (Михайлова, 1974, с. 76) и на Северо-Востоке СССР (Соболевская, 1974, с. 64) *Climacograptus supernus* встречается в слоях с *Holorhynchus giganteus* и *Conchidium muensteri* и считается там зональным видом. Не исключена возможность, что данный вид и в Прибалтике указывает уже на послепиргуский возраст вмещающих отложений.

В отложениях заведомо поркуниского возраста (F_{II}) в Прибалтике остатков граптолоидей пока не обнаружено.

Таким образом, изучение разрезов карбонатных отложений ордовика

Прибалтики методом растворения пород показывает, что в них наряду с кислоустойчивыми микрофоссилиями других групп содержатся в значительном количестве различные остатки граптолоидей. Изложенные данные о распространении этих остатков говорят, во-первых, о возможности их применения в целях внутри- и межрегиональной корреляции, а во-вторых, о перспективности изучения здесь специальных вопросов распределения различных стадий развития отдельных видов граптолоидей в условиях шельфового мелководья.

ЛИТЕРАТУРА

Михайлова Н. Ф. Новые данные по биостратиграфии позднеордовикских — раннесилурийских отложений Казахстана. — В кн.: Граптолиты СССР. Труды I Всесоюзного коллоквиума. Новосибирск, «Наука», 1974, с. 72—82.

Мянниль Р. М. Корреляция верхневируских отложений (средний ордовик) Швеции и Прибалтики по хитинозоям. — «Изв. АН ЭССР. Химия. Геология», 1972, т. 21, № 2, с. 137—142.

Рымусокс А. Стратиграфия вируской и харьюской серий (ордовик) Северной Эстонии. I. Таллин, «Валгус», 1970. 146 с.

Соболевская Р. Ф. Новые ашгиллские граптолиты в бассейне среднего течения р. Колымы. — В кн.: Граптолиты СССР. Труды I Всесоюзного коллоквиума. Новосибирск, «Наука», 1974, с. 63—71.

Berry, W. B. N. Late Ordovician graptolites from southeastern New-York. — "J. Paleontol.", 1971, vol. 45, No. 4, p 633—640.

Eichwald, E. Über das silurische Schichtensystem in Estland. — "Z. Natur- u. Heilkunde", 1840, H. 1—2. 222 S.

Jaanusson, V. Graptoloids from the Ontikan and Viruan (Ordov.) limestones of Estonia and Sweden. — "Bull. Geol. Inst. Univ. Uppsala", 1960, vol. 38, p. 289—366.

Jaanusson, V., Skoglund, R. Graptoloids from the Viruan (Ordovician) Dalby and Skagen limestones of Västergötland. — "Geol. Fören. Stockh. Förhandl.", 1964, vol. 85, p. 341—357.

Männil, R. Distribution of selected Ordovician chitinozoan assemblages and species in Northern Europe and their stratigraphical evaluation. — In.: Colloque ordovicien-silurien. — Mém. Bur. rech. géol et min., 1971, No. 73, p. 309—311.

Riva, J. Middle and Upper Ordovician graptolite faunas of St. Lawrence lowlands of Quebec and of Anticosti Island. — "Am. Ass. Petrol. Geol. Mem.", 1969, vol. 12, p. 513—556.

Skoglund, R. Uppermost Viruan and Lower Harjuan (Ordovician) stratigraphy of Västergötland and Lower Harjuan graptolite faunas of Central Sweden. — "Bull. Geol. Inst. Univ. Uppsala", 1963, vol. 42, p. 1—55.

Институт геологии АН ЭССР. Таллин

DISTRIBUTION OF GRAPTOLOIDS IN THE ORDOVICIAN CARBONATE ROCKS OF THE EAST BALTIC AREA

R. MÄNNIL

Summary

The distribution of graptoloids in the Middle and Upper Ordovician (in the interval of the graptolite zones of *Didymograptus murchisoni* and *Dicellograptus anceps*) of the northern and middle parts of the East Baltic area is reviewed. The distribution data are based mainly on long series of samples (ca two thousand in total) collected from outcrops and drilling cores and processed in 1967—1973 for obtaining information on the distribution of chitinozoans. Location of the most important outcrops and borings studied is shown in Fig. 1. For a series of samples coming from the Vikarbyn section (Siljan district, Sweden) the author is much indebted to Prof. S. Bergström and Dr. S. Laufeld.

Three different types of graptoloid range zones are distinguished in the carbonate rocks: zones in which a species occurs (1) in the whole sequence of the zone (e. g. *Gymnograptus linnarssoni*), (2) in certain intervals ("zonules") of the zone (e. g. *Amplexograptus* cf. *fallax*), and sporadically (e. g. *Orthograptus uplandicus*).

In the Aseri Stage ($C_I a$) only didymograptids have been found so far, the *D. acutus* Ekstr. being the only known species from this stage in the East Baltic. In the Lasnamägi Stage ($C_I b$) in the type area (northern Estonia) *Pseudoclimacograptus* cf. *angulatus sebyensis* Jaan., *Climacograptus distichus* (Eichw.), *Lasiograptus haplus* Jaan. and *Glyptograptus* sp. have been found, of which the three first mentioned species seem to form a certain graptoloid succession. In the sections of western Latvia *Pseudoclimacograptus angulatus sebyensis* Jaan., *P. eurystoma* Jaan., *P. luperus* Jaan., *Glyptograptus* cf. *tertiusculus* (His.), and *Dicellograptus geniculatus* Bulm. seem to occur together in this stage.

The lowermost part of the Uhaku Stage ($C_I c$) wich corresponds to the range zone of *Gymnograptus linnarssoni* has yielded in many sections of the East Baltic an assemblage consisting of *Gymnograptus linnarssoni, Dicellograptus* sp. A and B, *Dicranograptus irregularis* Hadd., *Dinemagraptus* sp., etc (see Fig. 2 and 3). Higher up in this stage a species of *Nemagraptus* is characteristic and seems to have a local zonal value as well as *Pseudoclimacograptus tallinnensis* n. nud. (see Fig. 2). In the middle and upper part of the stage graptoloids are rare except of the lowermost beds of the middle part where in the Lasnamägi (Tallinn) section two species so far identified as *Amplexograptus* sp. ? and *Glyptograptus* cf. *cernuus* Jaan. seem to have a certain value for local correlations.

The Kukruse Stage (C_{II}) wich is usually considered as corresponding to the *Nemagraptus gracilis* zone in its total vertical range is here referred to as a local zone of *Orthograptus uplandicus*. The zonal assemblage in addition to the nominal species includes *Amplexograptus bekkeri* (Öpik), *Climacograptus kuckersianus* Bulm., and *Nemagraptus* cf. *gracilis* (Hall). The north Estonian sections of this stage have so far yielded only the species mentioned at the same time as in the souhtern sections many other graptoloids (*Cryptograptus* cf. *schaeferi* Lapw., *Nanograptus phylloides* Elles et Wood, *Hallograptus* cf. *bimucronatus* (Nich.), *Dicranograptus* sp., *Pseudoclimacograptus* sp. n., *Leptograptus* sp. n., *Dicellograptus* cf. *divaricatus salopiensis* Elles et Wood, *Corynoides* sp., *Archiretiolites* sp.?) have been found in addition. Most of the last mentioned species have been found in the uppermost beds of this stage (see Fig. 4).

In the Idavere Stage (C_{III}) the graptoloids are less numerous. In the lower part of the stage the occurrences of an unidentified species of *Nemagraptus* and of *Pseudoclimacograptus scharenbergi f. typica* (sensu Jaanusson, 1960) are to be mentioned; in the upper beds only representatives of *Climacograptus* have been found so far (Fig. 4).

The total range of the Jõhvi (D_I) and Keila (D_{II}) stages apparently corresponds quite precisely to the rang zone of *Amplexograptus* cf. *fallax* Bulm., a species which occurs in the sequence of these stages at least in five distinct intervals (zonules A to E according to the present paper). The zonule A lies at the base of the Jõhvi Stage and has been identified already in about ten sections in different parts of the East Baltic area. The zonule B lies in the middle of the Jõhvi, the zonule C at the base, the D in the middle part, and the E at the top of the Keila Stage. The zonules of *Amplexograptus* cf. *fallax* seem to alternate in the north Estonian sections with barren intervals and/or intervals containing

Pseudoclimacograptus in the sequence of the Jõhvi and of the lower part of the Keila Stage, and with barren intervals and intervals with *Diplograptus* sp.? in the upper part of the Keila Stage (Fig. 5.) The Latvian sections of the Jõhvi and Keila stages yielded a somewhat more numerous assemblage of graptoloids (Fig. 4).

In the non-graptolitic facies of the Oandu Stage (D_{III}) only very rare graptoloid finds have been made belonging to unidentifiable specimens of *Climacograptus, Diplograptus* and *Corynoides.*

The north Estonian sections of the Rakvere Stage (E) have yielded three different graptoloid species among them *Climacograptus diplacanthus* Bulm. (=? *Climacograptus spiniferus* Rued.) (Fig. 6). In the core section of Kandava boring No 25 at a level lying 4,1 m higher up from the top of the Mossen graptolitic shales resp. 0,9 m lower down from the base of the range zone of *Cyathochitina dispar* (= the base of the Nabala Stage) *Dicranograptus clingani* has been found. This stratigraphic level probably corresponds to some part of the type carbonate section of the stage.

In the lower part of the succeeding Nabala Stage (in the Paekna Beds, $F_{I}aP$) siculae of diplacanthus-type have been found, as well as *Lasiograptus* cf. *harknessi* (Nich.). These finds together with the absence of graptoloids characteristic to the overlying beds indicate to the zone of *Dicranograptus clingani.*

In the upper part of the Nabala Stage (in the Saunja Beds) a new graptoloid fauna appears consisting of *Orthograptus* cf. *gracilis* (Roem.), *Archiretiolites regimontanus* Eis., *Dicellograptus* and a species of *Climocograptus* of the *pauperatus* group wich has a secondary nema developed from only one prosicular thread. It is reasonable to assume that this new fauna indicates already to the presence of *Pleurograptus linearis* zone.

In the pure carbonate rocks of the Vormsi Stage ($F_{I}b$) corresponding to the upper part of the *linearis* zone graptoloids are rare as well as of following Pirgu Stage ($F_{I}c$). In the carbonate rocks of these stages the most common graptoloid species seems to be *Orthograptus gracilis* which has been found in the latter stage at many levels up to the base of the range zone of *Conochitina taugourdeaui* Eis. In the latter zone in the Eikla core *Climacograptus supernus* Elles et Wood has been found. This species seems to indicate to the graptolite zone of *Dicellograptus anceps* and as in other regions (e. g. Kazakhstan) it has been met with in the *Holorhynchus* beds it may at the same time indicate already to post-Pirguan age of the enclosing rocks. In the rocks of the Porkuni Stage (F_{II}) of the outcrop area so far no traces of graptoloids have been found.

GRAPTOLOIDIDE JAOTUMUS BALTIKUMI ORDOVIITSIUMI KARBONAATSETES SETETES

R. MÄNNIL

Resümee

Seeriaproovide lahustumatute jääkide alusel on uuritud graptoloidide levikut Baltikumi kesk- ja ülemordoviitsiumi karbonaatsetes setetes. Käsitletakse graptoloidide jaotumuse seaduspärasuste mõningaid aspekte ja esitatakse ülevaade seniste uurimiste tulemusena saadud andmetest graptoloidide leviku kohta üksikutes lademetes.

NEW DATA ON THE EARLY STAGES OF RETIOLITIDAE DEVELOPMENT

A. OBUT, N. ZASLAVSKAYA

In latest research much attention is drawn to data obtained by means of disolving the rocks in acids. Due to it we managed to isolate the whole colonies of graptolites and the colonies at the smallest frames of larva-prosiculae and their metamorphosa to metasiculae, i. e. to the formation of skeleton of the first individuals of colony.

Thus, the investigation of this preparations give us the chance to trace the ontogeny of some individuals and gradual development of the whole colonies. That, in turn, shows the detailed conception on systematic, taxonomic and phylogenetic relationships of known and newly examined graptolites.

Recently the family Retiolitidae Lapworth, 1873 among the large subdivisions of graptoloids were quite definitely systematized. It was greatly favoured by the research of early rhabdosomes stages of the various Retiolitidae genera on the basis of the above mentioned method developed by A. Eisenack (1935, 1951, 1966); B. Bouček and A. Münch (1952), W. G. Kühne (1953), H. B. Whittington (1954, 1955), O. M. B. Bulman (1955, 1970).

Later Retiolitidae family was subdivided by B. Bouček and A. Münch into two subfamilies. Those are Retiolitinae Lapworth, 1873, and Plectograptinae Bouček et Münch, 1952. In 1955 another subfamily of the oldest Ordovician retiolitids Archiretiolitinae Bulman was defined. The peculiar feature of this subfamily is that the first individual in a colony, that is sicula, formed due to metamorphosis of prosicula larva and formation of metasicula is sclerotized completely, like diplograptids, and follow basically the diplograptid development (Bulman, 1970).

The Upper Llandovery—Lower Wenlock Retiolitinae Lapworth, 1873, according to O. M. B. Bulman is characterized by unsclerotized or partially sclerotized sicula (prosicula) and by rhabdosome development with partially developed ancora stage. Reticulum is supperted on ă distinct clathria.

The Upper Wenlock—Lower Ludlow Plectograptinae Bouček et Münch, 1952, is characterized by the presence of ancora and corona stages, its representatives have well developed clathria and commonly without reticulum. In distal parts rhabdosomes of some genera are narrow, terminating in a slender "appendix" (Bulman, 1970). There is no publisched data on sclerotized sicula among the representatives of this subfamily. There were only rare occurrences and the discription of

sclerotized prosicula of the genus *Retiolites* given by W. Kühne (1953) and O. M. B. Bulman (1955, 1970). A. Eisenack (1966) described eleven fragments of prosicula with ancora and a whole young rhabdosome though without prosicula assigned to *Retiolites*. It gave the grounds to assume that in mature rhabdosomes prosicula may be reduced.

Recently the authors managed to recognize many prosiculae, ancorae, coronae and adult rhabdosomes in *Retiolites geinitzianus* (Barrande) of the Lower Wenlock deposits from Stonishkay borehole, 1956, at depth 1874—1883. 7 m. The study of the material enabled to refine our knowledge about the rhabdosome development starting from the simple prosicula origin (Pl. I; Pl. II, Figs 1—7) of species mentioned. On the basis of the material available we established the order of development, starting with prosicula having 2—3 longitudinal strengthened fibers (Fig. 1). Later, the number of longitudinal fibers in prosicula increase,

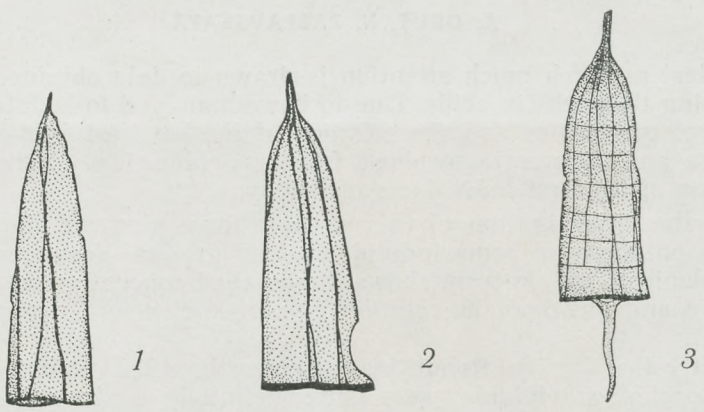


Fig. 1. Prosicula, sp. No. 7584/1, ×80. Fig. 2. Prosicula, sp. No. 7584/2, ×80.
Fig. 3. Prosicula, sp. No. 7603/1, ×80.

and solid fusellar apertural ring forms in their mouth places instead of common metasicula (Fig. 2; Pl. I, fig. 1). The gradual growth of ancora spindle starts from that ring (Fig. 3; Pl. I, figs 2—6). Usually the prosicula length is 400—500 μ, mouth width is 145—150 μ and only some of them may be larger (Pl. I, fig. 6) possibly, due to flattenning or smaller due to foldlike compression (Sp. 7584/3). Ancora of the specimen 7603/2 (Fig. 4) was found with nema of 400 μ long, i. e. it is equal to the length of prosicula. On rotating the preparation when drawing, nema was distroyed (Fig. 5). It resembled a tubule with fine longitudinal fibers. A helicoidal structure of the prosicula is clearly visible in this specimen and in specimen 7603/1,3 (Figs 3—6) as well. The width of the helicoidal thread is 45—50 μ. The diameter of the ancora spindle 100 μ from opertural margin is 12 μ. Its length is 420 μ (Figs 4—6; Pl. I, Figs 5—8, 11) to 650 μ (Fig. 7; Pl. 1, fig. 12).

In case of completely developed ancora in prosicula a ventral longitudinal fiber is separated along the ancora spindle line (Fig. 8; Pl. I, figs 9, 10) and thickened at early stage of the corona development; later it forms virgula, wich is laterally arranged in *Retiolites* (Fig. 9, Pl. II, figs 1—4). Fragments of the nema and the top of prosicula are generally represented by hardly discernible peels between the secondary fine fibers marking the top of prosicula and curved together with the

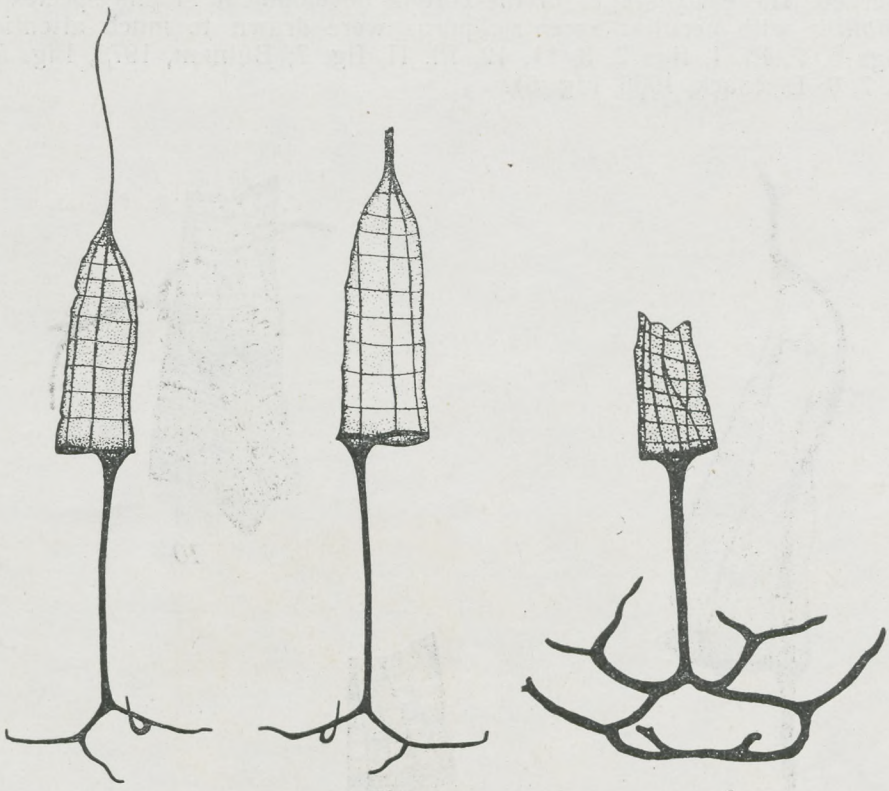


Fig. 4. Completely preserved ancora, prosicula and nema, sp. No. 7603/2, ×75.
Fig. 5. Ancora and prosicula after distruction of a long nema, sp. No. 7603/2, ×75.
Fig. 6. Corona with prosicula, sp. No. 7603/3, ×72.

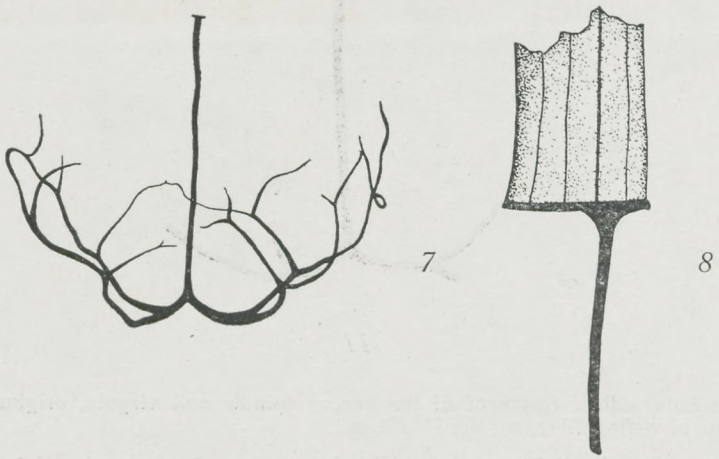
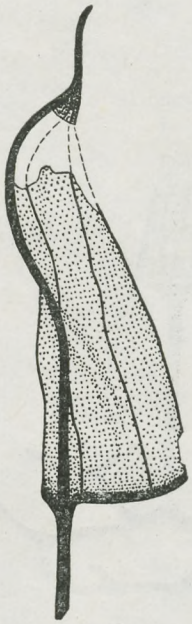
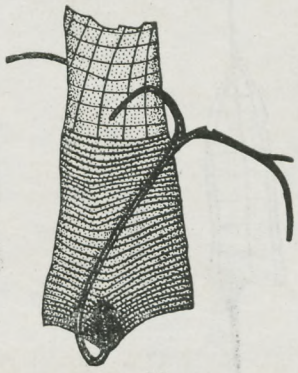


Fig. 7. Fully developed corona, sp. No. 7603/4, ×54.
Fig. 8. Prosicula fragment with the fibers, one of which begins to thicken at the ventral side of apertural ring just at the beginning of ancora spindle, sp. No. 7592/2, ×118.

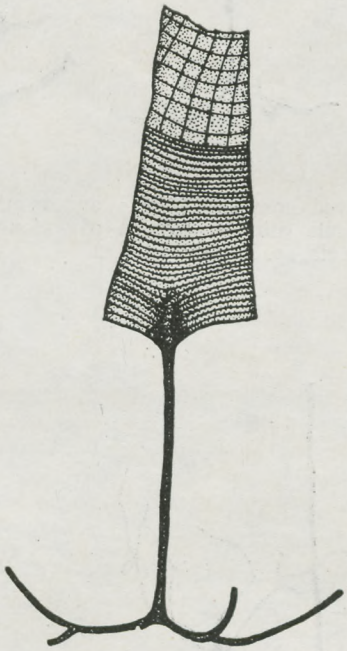
initial part of the virgula (Fig. 9; Pl. II, figs 2—7), can be rarely observed. The early stages of the corona development in this species of *Retiolites* with peculiar excentric porus were drawn to much attention (Figs 6, 7, Pl. I, figs 7, 8, 11, 12, Pl. II, fig. 7; Bulman, 1970, Fig. 59, No. 7, 9; Eisenack, 1966, Fig. 6).



9



10



11

Fig. 9. Prosicula with a fragment of the ancora spindle and virgula, originated at the base of ventral fiber, sp. No. 7592/3, ×125.

Fig. 10. Sicula *Pseudoretiolites perlatus* Nicholson, ancora is recurved and inpressed, sp. No. 127/1, ×100, borehole H-50, 1964, depth 442—450 m.

Fig. 11. Reconstruction of the deformed specimen shown in Fig. 10.

In the Llandoverian borehole material from Norilsk area *Pseudoretiolites perlatus* (Nicholson), were found (Obut, Sobolevskaya, Merkuryeva, 1968). O. M. B. Bulman (1970) regards *Pseudoretiolites* Bouček et Münch, 1944 as a synonym of *Retiolites* Barrande, 1850. Indeed, the corona and ancora like those in *Retiolites* are developed in a proximal part of *Pseudoretiolites perlatus* (Pl. II, fig. 8), but it differs in thecal shape. Furthermore, the structure of sicula in *Pseudoretiolites* is unknown yet.

In the material from H-50 borehole, where the rhabdosomes of *Pseudoretiolites perlatus* were found, we managed to recognize siculae, which can belong exclusively to this species. A sicula of better preservation (specimen 127/1, depth of 442—445 m, Figs 10—11; Pl. II, fig. 9) consists of partly preserved prosicula, completely preserved metasicula and of loop-like deformed in the initial part ancora pressed to the sicula.

A prosicula fragment is 160′ μ long. At × 200 in reflicted light 6 longitudinal fibers at a regular space of 20—25 μ from each other and helicoidal thread being 20 μ wide prowide good possibility for observation. The width of the prosicula mouth along the metasicula boundary is 145 μ. The metasicula is not large. The length is 250 μ, it consists completely of 32 fuselli, having 13—14 fuselli in 100 μ. The width of one fusellus is 7.2 to 7.6 μ, i. e. average measure is 7.4 μ.

The lenght of the ancora spindle from the beginning up to the lower divergence is 300 μ.

The presence of a sklerotized metasicula in the form described makes to assume that *Pseudoretiolites* is undoubtedly an independent genus. On the same reasons it may be assigned to Archiretiolitinae Bulman, 1955. However, the ancora and corona are absent in same stages of development of this subfamily. Attention should be drawn to the fact, that a metasicula with only 32 fuselli and the length equal to that of the prosicula might have been considerably reduced.

The data of the present study give the possibility to conclude that *Pseudoretiolites* Bouček et Münch, 1944, might be the genus of a new subfamily Pseudoretiolitinae placed between Archiretiolitinae Bulman, 1955 and Retiolitinae Lapworth, 1873, taking in consideration a time gap between subfamilies (O. M. B. Bulman, 1970, p. 98).

By dissolving the shale material from the South Kaliningrad borehole, R-1, from the upper part of the *M. riccartonensis* to *C. rigidus* Zones of Wenlock (depth 2190.1 to 2205.85) the authors extracted and studied a large number of specimen: prosiculae, ancorae, young and adult rhabdosomes of a newly recongized Plectograptinae.

Rhabdosomes of the form recognized (specimen 259/89-1) are very similar to those of *Plectograptus* (?) *textor* Bouček et Münch, 1952. This similarity is increased due to the absence of normally developed virgula in these forms. However, it is different from a species reported by Bouček and Münch as being considerably less in size.

The maximum length of a rhabdosome is about 8 mm (Pl. III, fig. 4). The width at the origin of the ancora is 0.75 mm at a distance of 2 mm it reaches its maximum permanent width. In flattened rhabdosomes it equals to 1—1.2 mm including lateral sides and 1.4 mm with loops of apertural lists. But in non-flattened rhabdosomes preserved in relief with a section approaching a rectangular the width is 0.7—0.8 mm and lateral sides are well seen and are 0.35—0.4 mm in diameter. Like *Plectograptus* (?) *textor* B. et M. the apertural margin of thecae are

formed by arc-like lists. There are 5 to 5.5 thecae in 5 mm of rhabdosome length. A reticulum is not completely developed. Its fibres and irregular polygonal meshes cover clathria first only in the proximal part of rhabdosome (Pl. III, figs 3, 7, 8); later while they grow a reticulum continues to graw as well and gradually covers clathria up to the middle part of the rhabdosome (Pl. III, figs 1, 4, 6).

At an initial stage of development they have an ancora a spindle of which like that in *Retiolites* develops starting from apertural fusellar ring of a prosicula (Pl. IV, figs 1—4).

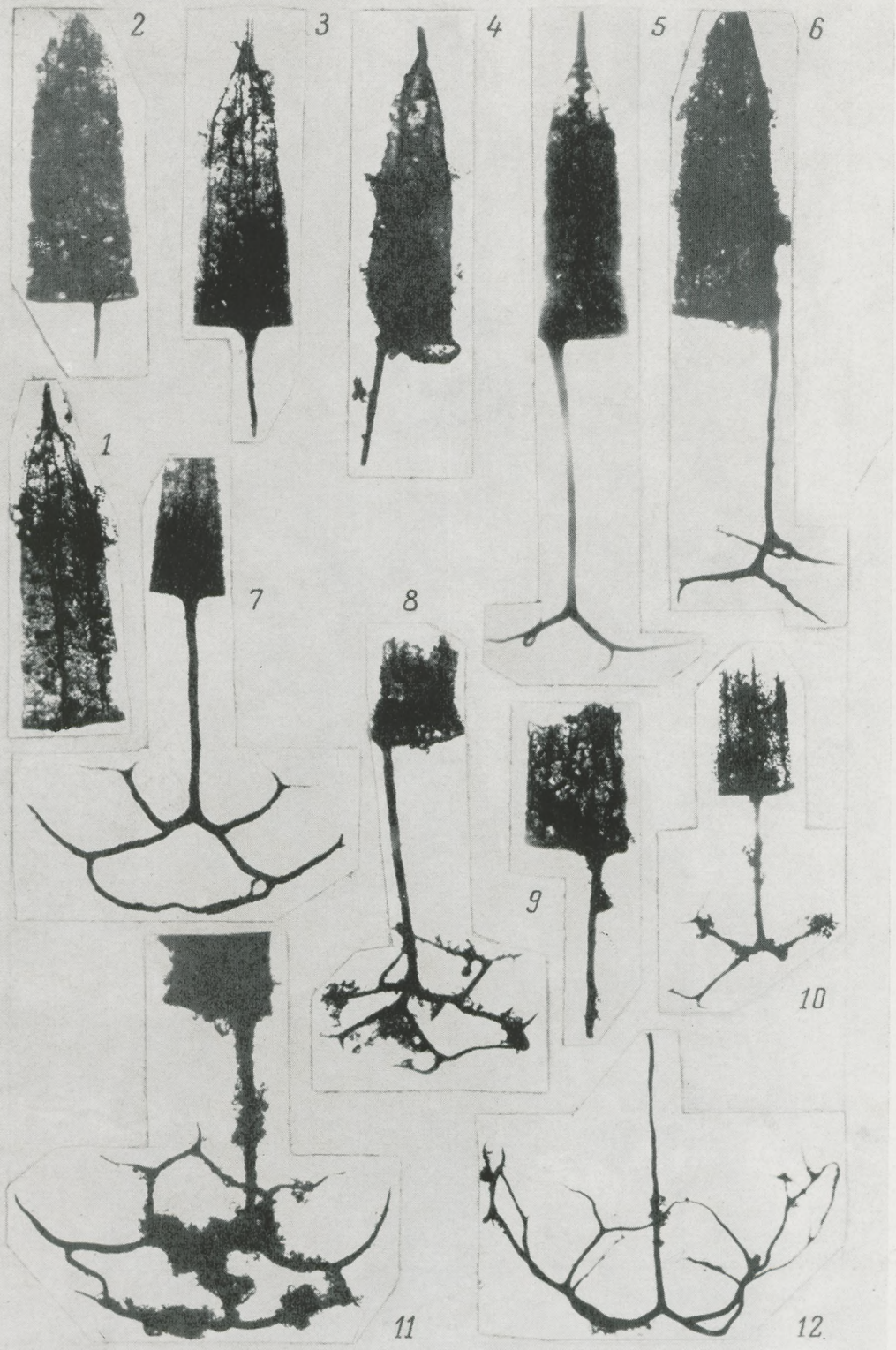
However, it is interesting to mention a length of the ancora spindle. In the form studied it is 2.2 mm (specimen 259/70-2), 2.4 mm in a complete but slightly curved (specimen 259/69-1) and up to 2.7 mm (specimen 259/70-1) while in typical *Retiolites geinitzianus* the length is only 420 μ, i. e. 6 times shorter (Pl. I, figs 5—8 and oth.).

Prosiculae in these different Retiolitidae subfamilies representatives are similar in size. In a new form a prosicula length remains the same (500 μ), but it is more cylindrical and narrow. Its width at the apertural band is 110 μ (specimen 259/64-1, Pl. IV, fig. 4) to 135 μ (specimen 259/69-1, Pl. IV. fig. 2).

It was already shown that in *Retiolites geinitzianus* one of prosicula longitudinal fibers thickened with the rhabdosome development at the corona stage becoming longer towards apex of the prosicula. It formed virgula that gives rise to the successive growth of clathria lists and reticulum fibres of the rhabdosome. In a new form of Plectograptinae this did not take place. The formation of clathria, reticulum and succeeding growth of a rhabdosome were only due to ancora growth. A so-called virgula in *Plectograptus* appears to be a greatly lengthened and thickened ancora spindle.

Thus, in well preserved Plectograptinae a sclerotized prosicula is to be looked for in a distal part of the rhabdosome. It is possible to suggest that at the ancora stage a prosicula is already an abandoned hut of the larva of an original zooid. The first theca of the rhabdosome situated far from a prosicula on ancora ends attributes to the fact. A zooid which was in it could have budded only when sicular zooid had left a prosicula and came along the spindle to the ends of an ancora which is being built. If we take into account a spindle length of 2.5 to 3 mm built by a zooid that had a length of 1 to 1.5 mm judging from a theca size then it is possible to suggest that it moved for a distance of 1.5 to 2 mm. It could also take place in Pterobranchia (Obut, 1964) by the presence of muscular stems attached to a prosicula, however, after a building of a new zooid at ancora ends an original zooids could not return to a prosicula.

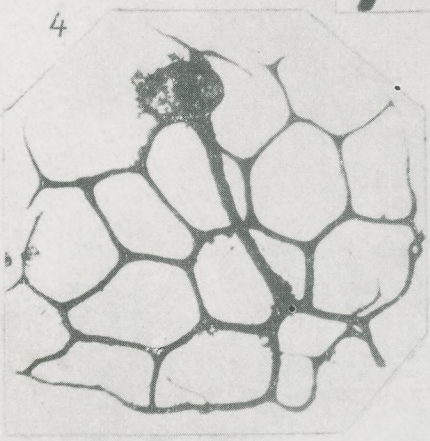
All the above said allow to draw to conclusions about Retiolitidae evolution. This an abundand and diverse family, which may be considered as a separate order, is origined unconditionally from diplograptid ancestors. The progressive alleviation of the reticular skeleton till the complete reduction of thecal walls appeared to be in agreement with planctonic habitat. This feature in a certain period of time was better than defensive sclerotization of thecal walls and even metasiculae. It resulted in the gradual reduction of walls from Archi- and Pseudoretiolitinae up to its complete disappearance in Retiolitinae and in thinning of prosiculae in Plectograptinae. It is striking that a zooid has freed even from such a light defensive cover as prosicula leaving it. It was probably of importance for it only at larva stage of development. On the other hand, changeable environments of water medium mobility brought to life strengthening of a rhabdosome by means of thickening


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12

1

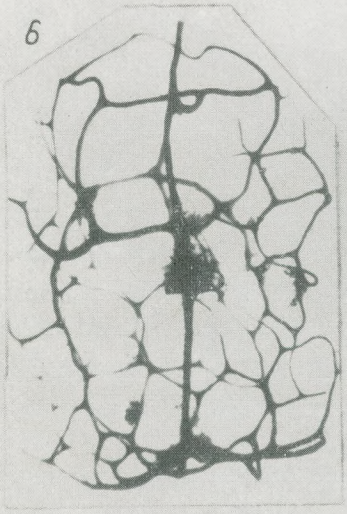
2

3


4

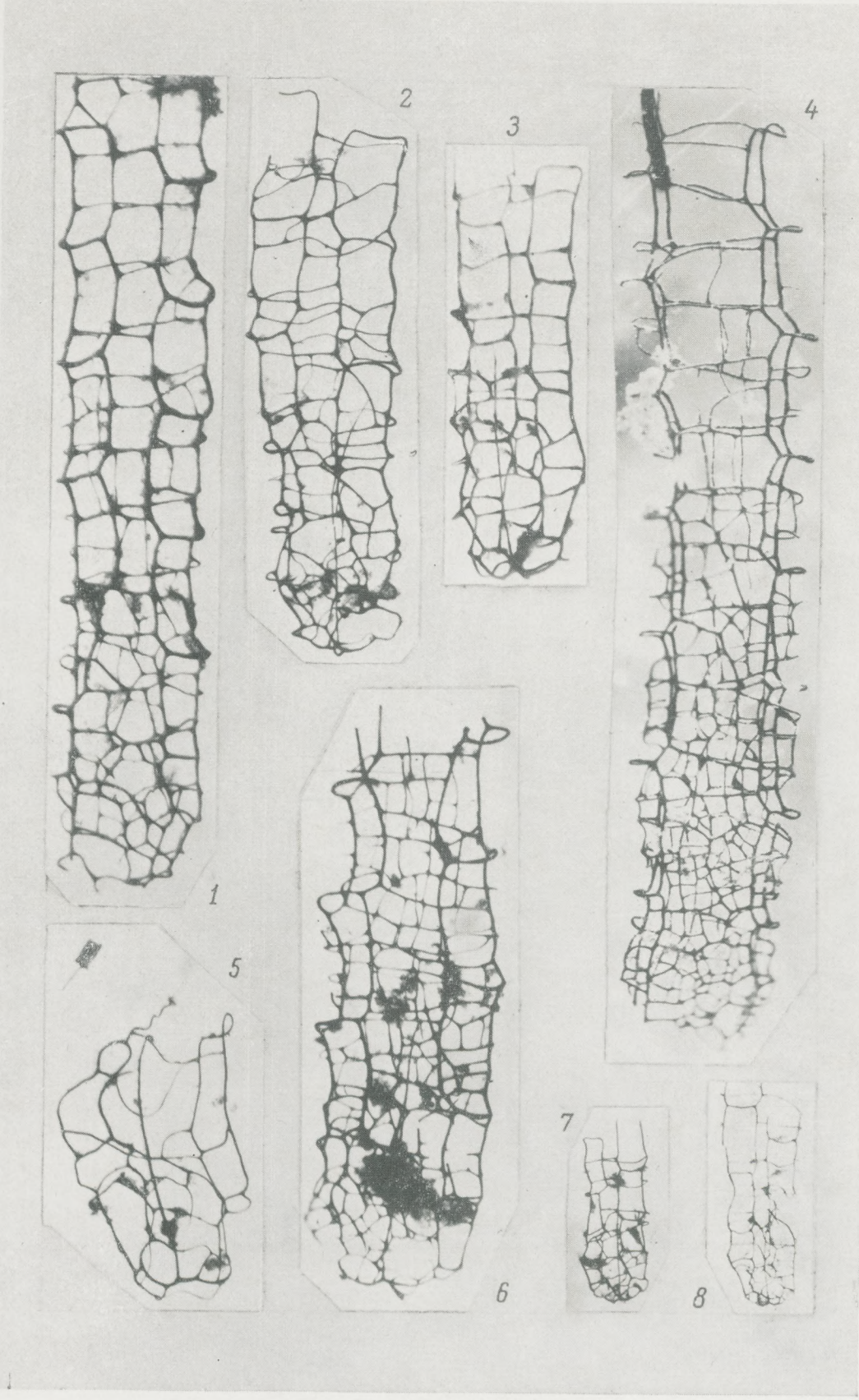
5

8


6

7

9


1
2
3
4
5
6
7
8

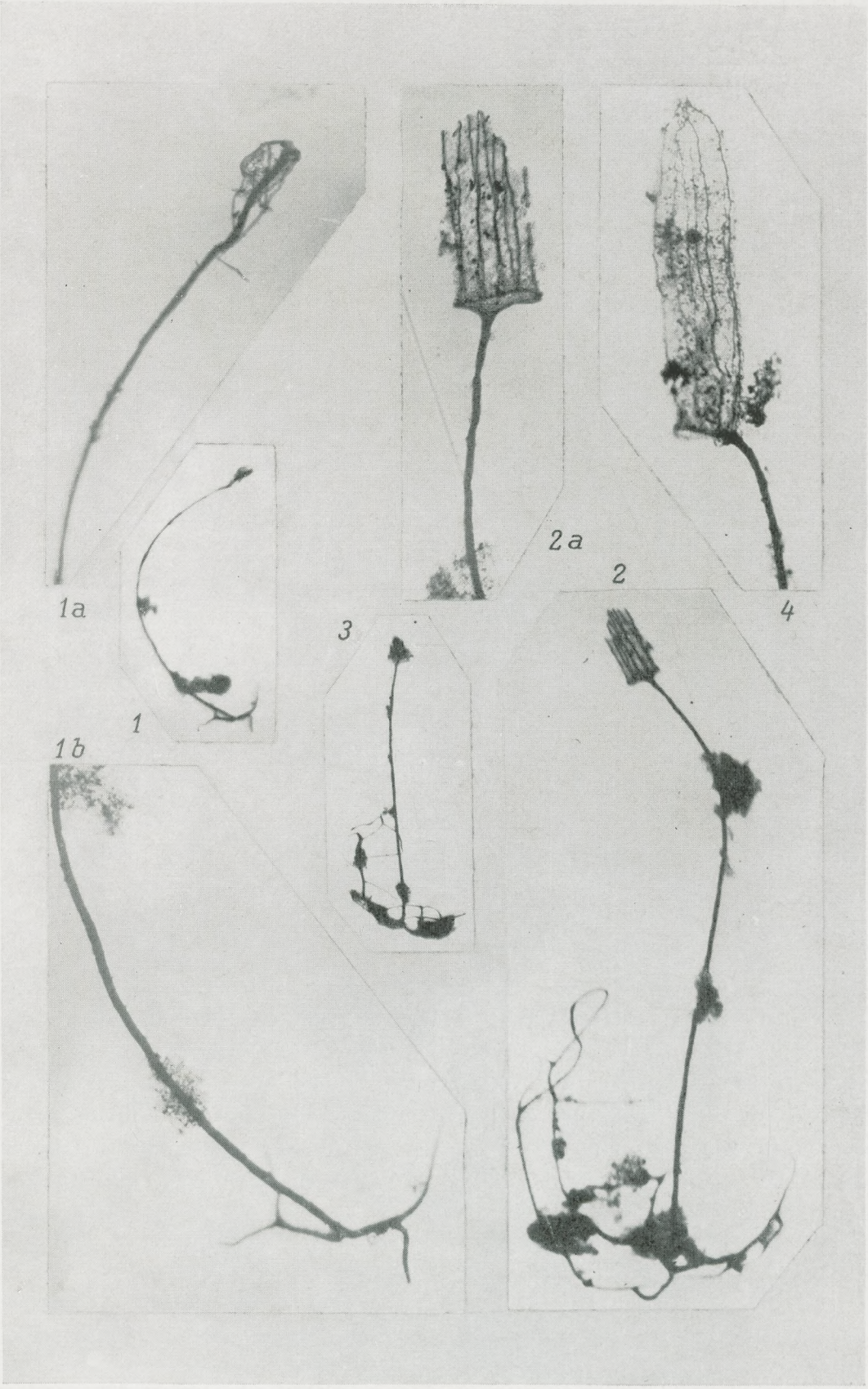

1a
1
1b
3
2a
2
4

PLATE I*

The successive stages of development *Retiolites geinitzianus* Barrande, Lower Wenlock, Stonishkay borehole, depth 1874—1883. 7 m.

Fig. *1*. Completely developed prosicula with the longitudinal fibers and apertural ring, sp. No. 7584/2, ×100.
Figs *2—4*. Prosicula and development of ancora spindle; *2* — sp. No. 7591/1a, ×100; *3* — sp. No. 7603/1, ×100; *4* — sp. No. 7584/4, ×82.
Figs *5, 6*. Prosicula and ancora stage; *5* — sp. No. 7603/2, ×100; *6* — sp. No. 7583/A-1, ×100.
Figs *7, 8, 11*. Prosicula and the initial corona stage with the formation of an excentrical porus; *7* — sp. No. 7603/3, ×84; *8* — sp. No. 7584/K-1, ×90 *11* — sp. No. 7583/K-1, ×100.
Figs *9, 10*. The ancora fragments with apertural ring and ventral fiber of the prosicula; *9* — sp. No. 7592/2, ×100; *10* — sp. No. 7583/1, ×64.
Fig. *12*. The ancora stage with excentrical porus, at the ancora spindle beginning at the broken place from apertural ring of the prosicula is seen, sp. No. 7603/4, ×60.

PLATE II

Figs *1—7*. Stages of the *Retiolites geinitzianus* Barrande development Lower Wenlock, Stonishkay borehole, depth 1874—1883. 7 m; *1* — an early stage of corona with apertural ring and strong thickned ventral fiber of the prosicula; sp. No. 7691/1, ×106; *2, 3* — corona fragments, at the base of thickned ventral fiber of prosicula and nema forming virgula; *2* — sp. No. 7592/3, ×102; *3* — No. 7583/3, ×96; *4* — well preserved corona with ancora spindle, prosicula apertural ring and the beginning of virgula on its ventral side; sp. No. 7584/K-2, ×84; *5, 6* — young rhabdosomes with the first lists of clathria, *5* — sp. No. 7595/K-1, ×57, *6* — sp. No. 7595/K-2, ×57; *7* — the young rhabdosome with the remains of prosicula and its apertural ring and well developed virgula, clathria and reticulum, sp. No. 7578/r-1, ×19.
Figs *8, 9*. *Pseudoretiolites perlatus* (Nicholson), Norilsk area; *8* — mature rhabdosome with well developed corona and ancora in the proximal part, sp. No. 1, ×3, borehole H-3, depth 207.5—209.7 m; *9* — sicula and ancora which is recurved and impressed to the sicula, sp. No. 127/1, ×100, borehole H-50, depth 442—450 m.

PLATE III

Sokolovograptus parens Obut et Zaslavskaya gen. et sp. n., Wenlock, *M. riccartonensis — C. rigidus* Zones, South-Kaliningrad borehole 1-P, 1956, depth 2190.1—2201.8 m.

Fig. *1*. Holotype No. 259/89-1, ×20.
Figs *2, 3*. Paratypes No. 259/89-5 and 259/89-2, ×20, with well preserved spindle of ancora, 2 mm long.
Fig. *4*. Sp. No. 259/75-5, ×20 with reticulum, which is developed in the proximal and middle parts of rhabdosome.
Fig. *5*. Sp. No. 259/71, ×20, the ancora spindle 2 mm long.
Fig. *6*. Sp. No. 259/75-6, ×20, a fragment of a mature rhabdosome. The ancora spindle is more than 2 mm long. Clathria has a reticulum.
Figs *7, 8*. Paratypes No. 259/89-4, 6, ×10, with the ancora spindles up to 2 mm of long.

PLATE IV

Sokolovograptus parens Obut et Zaslavskaya gen. et sp. nov., Wenlock, *M. riccartonensis — C. rigidus* zones, South-Kaliningrad borehole 1-R, 1956, depth 2190—2201. 8 m. The initial stage of rhabdosome development.

Fig. *1*. Well preserved ancora with remain of the apertural — ring and prosicula fragments, sp. No. 259/89-7, ×30, 1a, 1b — ×100.
Figs *2, 3*. A fragment of prosicula, ancora and the formation of cupola with the first theca of rhabdosome, sp. No. 259/69-1, 2, ×40, 2a — ×100, sp. No. 259/70-3, ×20.
Fig. *4*. Completely preserved prosicula with the apertural ring and the part of ancora, sp. No. 259/64-1, ×100.

---

* Photographies of the Plate I, II made in Institute of Geology and Geophysics Siberian division Akademy of Sciences U.S.S.R. by senior assistens R. V. Berezovskaya and T. G. Shelekhova, of the Plate III, IV — by T. G. Shelekhova and V. F. Gorkunov.

of clathria lists and axial skeleton elements corresponding to a virgula resulted from lengthening and thickening of ancora spindle. However, despite such a usefull specialization plectograptids extincted in the Early Ludlow. It is possible to suggest only that these planctonic organisms were replaced by a more perfect plankton — unicellular algae — Hystrichosphaeridae and others differing in thin and light skeleton of their shells and enormous mass of populations. Other members of biogenesis, agents of natural selection — Polychaeta, Nautiloidea, Agnatha (the conodont-bearing animals), which could be fed by planktonic organisms appeared to contribute to the fact.

In conclusion, it is to be noted that the form described as *Plectograptus* (?) *textor* Bouček et Münch differs form *Plectograptus* in simple rhabdosome structure and particularly in the absence of normal developed virgula due to incomplete ancora spindle development and should be considered as a type species of a new genus belonging to the Plectograptinae subfamily. This feature is a ground for supposition that in Plectograptinae the rhabdosomes attain its maturity in corona stage which in Pseudoretiolitinae and Retiolitinae is one of the initial stages of development.

The age of beds yielding this material allows to suggest that this new genus is an ancestor of plectograptids. A new name *Sokolovograptus parens** Obut et Zaslavskaya gen. et sp. nov. is proposed in honour of Academician B. S. Sokolov, under the guidance of whom the authors have been working for a long time. The holotype No. 259/89-1 and its paratypes are figured on the Plate III.

* parens (latin.) — ancestor.

REFERENCES

Обут А. М. Гемихордовые. Основы палеонтологии. Т. X. М., 1964, с. 279—356.

Обут А. М., Соболевская Р. Ф., Меркурьева А. П. Граптолиты лландовери в кернах буровых скважин Норильского района. М., «Наука», 1968, 136 с.

Bouček, B., Münch, A. Retioliti stredoevropskeho svrchniho wenlocku a ludlowu. Praha, 1952, p. 1—50.

Bulman, O. M. B. Graptolithina. — In: Treatise on Invertebrate Palaeontology, pt. V. Geol. Soc. Am., Univ. Kansas, 1955. 101 p.

Bulman, O. M. B. Graptolithina. — In: Treatise on Invertebrate Palaeontology, pt. V. Second Edition 1970. 163 p.

Eisenack, A. Neue Graptolithen aus Geschieben baltischen Silurs. — "Palaeontol. Zeitschr.", 1935, Bd 17, Nr. 1/2, S. 73—90. Berlin.

Eisenack, A. Retioliten aus dem Graptolithengestein. — "Palaentographica", 1951, C., Abt. A., S. 129—163.

Eisenack, A. Einige Bemerkungen über Retioliten und Graptolithen. — "N. Jahrb. Paläont. Mh.", 10. Stuttgart, 1966, S. 577—588.

Kühne, W. G. The Prosicula of *Retiolites geinitzianus* Barrande. — "Geol. Mag.", 1953, vol. 90. 444 p.

Lapworth, C. On an Improved Classification of the Rhabdophora. — "Geol. Mag.", 1873, vol. 10, p. 500—504, 555—560.

Whittington, H. B. A. New Ordovician Graptolite from Oklahoma. — "J. Paleontol.", 1954, vol. 28, No. 5, p. 613—621.

Whittington, H. B. Additional New Ordovician Graptolites and Chitinozoan from Oklahoma. — "J. Paleontol.", 1955, vol. 29, No. 5, p. 837—851.

Институт геологии и географии СО АН СССР. Новосибирск

НОВЫЕ ДАННЫЕ О НАЧАЛЬНЫХ СТАДИЯХ РАЗВИТИЯ РЕТИОЛИТИД

А. М. ОБУТ, Н. М. ЗАСЛАВСКАЯ

Резюме

Изучение стадий развития ретиолитид показало, что просикула у ретиолитов сохраняется и у взрослых колоний. У *Pseudoretiolites perlatus* (Nich.), который в современной систематике относится к подсемейству Retiolitinae, сикула имеет частично склеротизированную метасикулу и хорошо развитую анкору. Сказанное позволяет отнести род *Pseudoretiolites* к новому подсемейству Pseudoretiolitinae, филогенетически связанному с подсемействами Archiretiolitinae и Retiolitinae.

У нового венлокского представителя подсемейства Plectograptinae *Sokolovograptus parens* также обнаружена склеротизированная просикула. От ее устьевого кольца отходит длинное веретено анкоры, на основе которой развилась вся рабдосома. Своеобразная морфология скелетных остатков *S. parens* и возраст слоев, из которых они выделены, позволяют сделать заключение, что этот вид является предком плектограптов.

UUSI ANDMEID RETIOLIITIDE ARENGU ALGSTAADIUMIDEST

A. OBUT, N. ZASLAVSKAJA

Resümee

Selgitati, et retioliitidel säilib prosiikula ka täisealistel kolooniatel. Perekonna *Pseudoretiolites* ontogeneesis tehti kindlaks osaliselt sklerotiseerunud metasiikula ja ankru staadium. Selle põhjal püstitatakse uus alamsugukond Pseudoretiolitinae, mis fülogeneetiliselt on seotud alamsugukondadega Archiretiolitinae ja Retiolitinae. Alamsugukonnast *Plectograptinae* kirjeldatakse uut perekonda ja liiki *Sokolovograptus parens,* millel samuti esineb sklerotiseerunud prosiikula. Tõenäoliselt on see liik Plectograptinae eellane.

О ЗОНАЛЬНОЙ ШКАЛЕ ОРДОВИКА СССР ПО ГРАПТОЛИТАМ

А. М. ОБУТ, Н. В. СЕННИКОВ

Разделение ордовика на зоны по граптолитам было предложено впервые Лэпвортом (Lapworth, 1879—1880) в то время, когда установленная им ордовикская система рассматривалась в составе аренига, лландейло и карадока. Тремадок относился тогда к верхнему кембрию и характеризовался только одной стратиграфической зоной *Bryograptus Callavei*. Ареніг состоял из двух зон — *Tetragraptus bryonoides* и *Didymograptus bifidus*; лландейло — из *D. Murchisoni* и *Caenograptus gracilis*; карадок — из *Dicranograptus Clingani, Pleurograptus linearis, Dicellograptus complanatus, D. anseps*. В то же время Лэпворт разделил ордовик на два отдела, причем, границу между нижним и верхним отделами он провел по основанию зоны *C. gracilis* и по кровле зоны *D. Murchisoni*.

Эта первая зональная шкала ордовика была детализирована Г. Эллис и Э. Вуд (Elles, Wood, 1913), которые добавили в нее шесть новых зон после того как Хикс в 1881 г. и Марр в 1905 г. выделили лланвирнскую и ашгиллскую серии. В нижней части тремадока была добавлена зона *Dictyonema sociale*, в ареніге — зоны *Dichograptus, Didymograptus extensus, D. hirundo*. Зоны *D. bifidus* и *D. murchisoni* составили нижний и верхний лланвирн, а новые зоны *Glyptograptus teretiusculus, Nemagraptus gracilis, Climacograptus peltifer* и *Mesograptus multidens* были отнесены к лландейло. Карадок составили зоны *Climacograptus Wilsoni, D. Clingani, P. linearis* ашгилл — *D. complanatus, D. anceps*.

Эта зональная шкала с некоторыми изменениями и добавлениями была принята и помещена в Lexique Stratigraphique International, 1960, пересматривалась и публиковалась Дж. Строном (Strachan, 1960), Х. Виттингтоном и А. Вильямсом (Whittington, Williams, 1964), Д. Скевингтоном (Skevington, 1969) и О. Бульманом (Bulman, 1970).

Х. Виттингтон и А. Вильямс проводят границу между кембрием и ордовиком по основанию аренига, Д. Скевингтон же предлагает отнести тремадок к нижнему ордовику, ареніг и лланвирн — к среднему и, совершенно оказавшись от зоны *G. teretiusculus* и от лландейло, относит весь карадок и ашгилл к верхнему ордовику. Он обращает также внимание на отсутствие в английских разрезах верхней части тремадока и нижней части аренига,хорошо выраженных в ордовике Скандинавии. В 1970 г. в американском издании «Treatise on Invertebrate Paleontology» О. Бульман опубликовал таблицу «Граптолитовые зоны, распространенные в Британии и в других европейских странах». В этой шкале подразделения ордовика — тремадок, ареніг, лланвирн, лландейло, карадок и ашгилл — рассматриваются как «серии или как ярусы» («Series or Stages»). В ниж-

Зонального расчленения ордовикских отложений в СССР по граптолитам

Система	Отдел	Ярус	Подъярус	Зона	Подзона	Местонахождение разрезов
Силур	Нижний	Лландовери	Нижний	*Akidograptus acuminatus*		Северо-Восток СССР, Средняя Азия, Казахстан, Алтай.
				Glyptograptus persculptus		
Ордовик	Верхний	Ашгилл	Верхний	*Climacograptus supernus*	*Dicellograptus ornatus*	Северо-Восток СССР, Средняя Азия, Алтай. В Казахстане — внизу *D. complanatus*, вверху *Cl. supernus*.
			Нижний		*Climacograptus supernus*	
	Средний	Карадок	Верхний	*Orthograptus quadrimucronatus*	*Orthograptus quadrimucronatus*	Северо-Восток СССР (Омулевские горы), Казахстан, Прибалтика.
					Dicranograptus clingani	
			Нижний	*Diplograptus multidens*	*Diplograptus multidens*	Северо-Восток СССР, где *Climacograptus wilsoni* найден вместе с *C. peltifer*. Таймыр, Казахстан, Средняя Азия.
					Climacograptus peltifer	
				Nemagraptus gracilis		Северо-Восток СССР, Таймыр, Казахстан, Средняя Азия.
		Лландейло		*Glyptograptus teretiusculus*		Северо-Восток СССР (Омулевские горы), Салаир, Казахстан, Средняя Азия.
		Лланвирн	Верхний	*Didymograptus murchisoni*		Новосибирские о-ва (о. Беннетта).
			Нижний	*Didymograptus bifidus*		Казахстан, Южн. Тянь-Шань, Салаир, Вологодская обл., Северо-Восток СССР, Новосибирские о-ва (о. Беннетта).
	Нижний	Аренниг	Верхний	*Isograptus gibberulus*	*Expansogr. hirundo*	Казахстан, Средняя Азия, Прибалтика, Вологодская обл., Таймыр.
					Isograptus gibberulus	Казахстан, Таймыр.
				Phyllograptus angustifolius elongatus		Прибалтика, Вологодская обл., Новгородская обл., Амдерма, Средняя Азия.
			Нижний	*Phyllograptus densus*	*Phyllograptus densus*	Прибалтика, Вологодская обл., Новгородская обл., Амдерма.
					Didymograptus balticus	Прибалтика (скв. Анси в Латвии).
				Tetragraptus approximatus, T. phyllograptoides		Таймыр, Средняя Азия (Киргизия), Казахстан, Алтай, Новгородская обл., Прибалтика.
		Тремадок	Верхний	*Triograptus canadensis, Dictyonema uralense*		Таймыр, Урал.
			Нижний	*Dictyonema flabelliforme* (s. l.)	*Clonograptus tenellus*	Норильский р-н (р. Кулюмбе). *Dictyonema* ex gr. *flabelli forme* - Казахстан (Бощекуль). Новгородская обл., Валдай.
					Dictyonema flabelliforme flabelliforme	Эстония, Центральный и Южный Казахстан.
					Dictyonema flabelliforme graptolithinum	Эстония, Ленинградская обл., Таймыр.
					Dictyonema flabelliforme sociale	Эстония, Таймыр, Киргизия (Кендыктас).
					Dictyonema flabelliforme parabola	

нем тремадоке выделяются зоны *Dictyonema flabelliforme*, *Clonograptus tenellus* и *Bryograptus hunnebergensis*, верхний тремадок и самые низы аренига отсутствуют. Вышележащие зоны отвечают таковым в шкале Г. Эллис и Э. Вуд, но лландейло характеризуется только одной зоной *G. teretiusculus*, а в карадоке совсем исключена зона *C. wilsoni*.

В работе «Корреляция ордовикских пород на Британских островах» (Williams, Strachan, Bassett, Dean, Ingham, Wright, Whittington, 1972) ордовик начинается с основания аренига, который имеет два подразделения. К верхнему подразделению относится только зона D. *hirundo*, а зона *I. gibberulus* входит в кровлю нижнего аренига. Зона *N. gracilis* соответствует лландейло и основанию карадока. Последний также, как и ашгилл, разделяется на ярусы. Его основанием служит ярус костон (Costonian), который вместе с ярусом харнаг (Harnagian) включает верхнюю часть зоны *N. gracilis* и зону *C. peltifer*. В эту шкалу вошли зоны *C. wilsoni*, предположительно отвечающая ярусу соудли (Soudleyan), *D. clingani* и *P. linearis*, отвечающие лонгвиллу (Longvillian), маршбруку (Marshbrookian), актону (Actonian), онну (Onnian) и нижней части пасгилла (Pusgillian), составляющей уже основание ашгилла, к которому относятся также верхняя часть зоны *P. linearis*, зоны *D. complanatus*, *D. anceps* и ярусы коутли (Cautleyan), роутси (Rautheyan), хирнант (Hirnantian).

Таким образом, согласно этой шкале, арениг, лланвирн, лландейло, карадок и ашгилл оказываются надъярусными подразделениями, из которых три нижних еще не разделены на ярусы («no stages yet defined»). Беспрецедентным в стратиграфии является и то, что наиболее детальные подразделения — биостратиграфические зоны отвечают нескольким ярусам. Примером служит зона *D. clingani*, охватывающая три с лишним яруса. Отмеченные обстоятельства заставляют полагать, что в данном случае приходится иметь дело не с ярусами, а с горизонтами местной стратиграфической шкалы. Если же эти горизонты все же принимаются за ярусы, то такие подразделения, как, например, нижний и верхний арениг или лланвирн, представляются бесперспективными. Кроме того, верхний арениг, равный одной зоне *D. hirundo*, в то время, как зона *I. gibberulus* относится к нижнему аренигу, представляется нереальным, тем более, что в ряде регионов эти два зональных вида встречаются вместе.

Зональные шкалы Швеции и Норвегии дополняют и детализируют нижнеордовикскую часть английской зональной шкалы. Верхний тремадок охарактеризован в них зонами *Bryograptus kjerulfi*, *Clonograptus heres* и *Triograptus osloensis* цератопигевых слоев, а арениг составлен зонами *Tetragraptus approximatus* и *T. phyllograptoides*, *Didymograptus balticus*, *Phyllograptus densus*, *Ph. angustifolius elongatus* и *Isograptus gibberulus*.

С зональным делением ордовика, приведенного здесь в английских и скандинавских шкалах, в той или иной мере согласуются и другие граптолитовые шкалы Европы (Польша, Чехословакия), Северной Америки (Канада, США), Австралии и Китая. В Канаде и Соединенных Штатах верхний тремадок и нижний арениг хорошо представлены зонами *Triograptus canadensis* и *Tetragraptus approximatus*. Эти зоны или их возрастные аналоги установлены также в различных регионах СССР, особенно в разрезах на Таймыре (Обут, Соболевская, 1962, 1964). Зональное деление ордовика, начиная с верхнего аренига, лланвирна и до ашгилла включительно, т. е. до границы с силуром, в непрерывных разрезах проведено на Северо-Востоке СССР (Обут, Соболевская, 1972). Эта работа успешно проводится в Казахстане (Цай, 1966; Никитин, Аполлонов, Цай, 1968; Никитин, 1972), в Средней Азии (Киргизия — Зима, 1964—1968; Бакиров,

Зима, Королев, Мисюс, 1968; Узбекистан — Абдуазимова, в этом сборнике) и в Прибалтике (Мянниль, 1966; Кальо, 1974; Пашкевичюс, 1973).

Схема зонального расчленения ордовика в СССР по граптолитам была предложена советскими геологами на XXI сессии Международного геологического конгресса и в «Основах палеонтологии» (Обут, 1960, 1964; Соколов, Алихова, Келлер, Никифорова, Обут, 1960). В этой схеме подразделения английской стратиграфической шкалы — тремадок, аренig, лланвирн, лландейло, карадок и ашгилл — были приняты в ранге ярусов. С тех пор и до настоящего времени Межведомственный стратиграфический комитет СССР, учитывая целостность тремадока, как яруса стратотипичной английской шкалы, относит его к основанию ордовикской системы.

Таким образом, в настоящее время в СССР, а также и в других странах граница между кембрийской и ордовикской системами проводится по основанию зоны *D. flabelliforme* (s. l.), отвечающей всему нижнему тремадоку. Вместе с тем, нижний тремадок может быть разделен на следующие зоны:

Dictyonema flabelliforme sociale и *Dictyonema flabelliforme parabola;* зона хорошо представлена в Эстонии, на Таймыре и в Киргизии (Кендыктас);

Dictyonema flabelliforme graptolithinum — в Эстонии, Ленинградской области и на Таймыре;

Dictyonema flabelliforme flabelliforme — в Эстонии, Центральном и Южном Казахстане;

Clonograptus tenellus — в скважине Валдайская в Новгородской области. Учитывая данные О. Бульмана (Bulman, 1970), эта зона помещена нами в кровлю нижнего тремадока. Однако существует мнение (Кальо, 1974), что она является возрастным аналогом цератопигевых слоев, т. е. верхнего тремадока.

Из сказанного следует, что зона *D. flabelliforme* (s. l.) в широком объеме, равном всему нижнему тремадоку, распространена на территории СССР достаточно широко. Кроме указанных мест она установлена на р. Кулюмбе и в Норильском районе северо-запада Сибирской платформы (Обут, Соболевская, 1967) и в Бощекульском районе Казахстана (Цай, 1966; Никитин, 1972).

На Таймыре непосредственно выше этой зоны залегают аналоги цератопигевых слоев, представленные зоной *Triograptus canadensis*. Вместе с зональным видом здесь распространен *Aletograptus hyperboreus* Obut et Sob., обнаруженный М. Б. Зима также в тремадокских отложениях Киргизии. На Урале вместе с трилобитами *Ceratopyge forficula* описан очень характерный вид *Dictyonema uralense* (Obut, 1961), который и является там зональным для верхнего тремадока.

В основании аренига хорошо выражена зона *Tetragraptus approximatus*, *T. phyllograptoides*. Первый зональный вид широко распространен на Таймыре, где он описан в опорном разрезе, в Киргизии, Казахстане, на Алтае и на Русской платформе — в Новгородской области; второй вид является зональным для Прибалтики, где, по данным И. Ю. Пашкевичюса, этой зоне соответствует нижний подгоризонт латорпского горизонта (B_1) в Южной Прибалтике.

Выше аренig может быть обозначен зоной *Phyllograptus densus*, которая в скважинах Вологодской и Новгородской областей залегает непосредственно над предыдущей зоной и перекрывается зоной *Phyllograptus angustifolius elongatus*. Однако, по данным Д. Л. Кальо, в Латвии (скв. Анси) зона *P. densus* подстилается зоной *Didymograptus balticus* и перекрывается здесь и в названных выше регионах Русской платформы, а также в Амдерме зоной *P. angustifolius elongatus*. Последняя обнаружена

также в Средней Азии. Отмеченное позволяет выделить более широкую зону *P. densus* с подзонами *D. balticus* и *P. densus*. В Казахстане в среднем арениге и вместе с тем в верхней части рахметовского и нижней части когашинского горизонта выделяется зона *D. extensus*, которая, таким образом, соответствует там зоне *P. densus* в широком объеме и зоне *P. angustifolius elongatus*. Выше зоны *P. angustifolius elongatus* может быть выделена зона *Isograptus gibberulus*, обозначающая верхний аренig. В таком соотношении она выражена в опорном разрезе на Таймыре и в Казахстане. Но и для этих регионов, также, как и для Киргизии, она может рассматриваться с двумя подзонами — *I. gibberulus* и *D. hirundo*. В комплексе последней подзоны известен вид *Glyptograptus austrodentatus*, по которому в Южной Прибалтике И. Ю. Пашкевичюс установил самостоятельную зону в верхнем арениге.

Лланвирн планетарно выражен двумя зонами: *Didymograptus bifidus* и *D. murchisoni*. В предлагаемой сводной зональной схеме для территории СССР он также представлен этими зонами. Нижняя зона широко распространена в Казахстане, Южном Тянь-Шане, на Салаире, Северо-Востоке СССР, на о-ве Беннетта, на Русской платформе в Вологодской области и в Прибалтике. В последнем регионе эту зону можно обозначить также и вторым видом-индексом *Didymograptus pakrianus*, установленным В. Яануссоном (Jaanusson, 1960) и характеризующим горизонт кунда (Вшβ, γ). Зональный вид *Didymograptus murchisoni* известен в СССР только с о-ва Беннетта (Обут, 1964).

Лландейло представлен одной всемирно известной зоной *Glyptograptus teretiusculus*. Эта зона находится в опорных разрезах на Северо-Востоке СССР (Омулевские горы), на Салаире и в Средней Азии. В Казахстане она указана в разрезах Байконура, Б. Каратау, Джебаглы, Чу-Илийских гор (Никитин, 1972). Однако Д. Т. Цай не выделяет зону *Cl. teretiusculus* в этих разрезах на том основании, что она неотделима по комплексу граптолитов от вышележащей зоны карадока *Nemagraptus gracilis*. Это совпадает с упомянутыми выше выводами Д. Скевингтона. Р. М. Мянниль, по аналогии со шведскими разрезами, выделяет в Эстонии зону *Gymnograptus linnarssoni*, которую коррелирует с основанием лландейло.

Зона *N. gracilis* в основании нижнего карадока очень хорошо выражена в разрезах на Северо-Востоке СССР, на Таймыре, в Центральном и Южном Казахстане, в Средней Азии. В последнее время вид *Nemagraptus gracilis* обнаружен Р. М. Мяннилем в Эстонии. Здесь и в Южной Прибалтике (Пашкевичюс, 1973) ее основание коррелируется с границей между горизонтами ухаку и кукрузе.

Верхняя часть нижнего карадока представлена в СССР, как и в Англии, зоной *Diplograptus multidens*. В нижней своей части она совпадает с подзоной *Climacograpfus peltifer*, а верхняя ее часть может быть названа подзоной собственно *D. multidens*. Такое соотношение четко выражено на Таймыре и на Северо-Востоке СССР (Таскаях-Тах и Омулевские горы). Примечательно, что в непрерывном разрезе в Омулевских горах вместе с *Climacograptus peltifer* (Lapw.) был обнаружен *C. wilsoni* (Lapw.) (Соболевская, 1970). В том же разрезе установлено, что зона *D. multidens* перекрывается зоной *Orthograptus quadrimucronatus* верхнего карадока, имеющей объем, видимо, близкий к таковому в ордовике США.

Зона *O. quadrimucronatus* также выражена в районах Б. Каратау и Джебаглы в Казахстане, где кроме того аналогом зоны *P. linearis* является местная зона *R. truncatus*. На Северо-Востоке СССР она может быть подразделена на подзоны: нижнюю — *Dicranograptus clingani* и верхнюю

— *O. quadrimucronatus*. Последняя здесь и в Южной Прибалтике отвечает английской зоне *P. linearis*.

Ашгилл представлен одной зоной *Climacograptus supernus*, которая на Северо-Востоке СССР и на Алтае может быть разделена на две подзоны: нижнюю — *C. supernus*, отвечающую нижнему ашгиллу, и верхнюю — *Dicellograptus ornatus*, отвечающую верхнему ашгиллу. В Казахстане установлены соответственно две зоны — *Dicellograptus complanatus* и *C. supernus*, в Южном Тянь-Шане З. М. Абдуазимовой выделены зоны *D. complanatus* и *D. anceps*.

Приведенные английские подразделения ордовика — тремадок, ареиниг, лланвирн, лландейло, карадок и ашгилл — и в настоящее время рассматриваются в СССР как ярусы, а подразделение всей системы на отделы производится с некоторой условностью. Как уже отмечалось, нижней границей ордовика служит основание зоны *D. flabelliforme* нижнего тремадока, хотя она могла быть проведена и по основанию возрастных аналогов цератопигевых слоев верхнего тремадока, выраженных соответствующими граптолитовыми зонами.

В ряде регионов СССР (Таймыр, Северо-Восток, Сибирь, Казахстан, Средняя Азия) граница между нижним и средним ордовиком проводится по подошве зоны *D. bifidus*, хотя на Русской платформе и в Прибалтике (Алихова, 1960; Мянниль, 1966) ее проводят по кровле этой зоны, т. е. в середине лланвирнского яруса. Границей между средним и верхним ордовиком может служить основание зоны *O. quadrimucronatus* верхнего карадока. Одноименная верхняя подзона у нас и в других странах (Канада, США) является возрастным аналогом зоны *P. linearis*.

Граница между ордовиком и силуром в непрерывном разрезе в Омулевских горах на Северо-Востоке СССР проводится по основанию возрастных аналогов зоны *G. persculptus*, непосредственно ниже которых залегают слои с ашгиллскими граптолитами и с фауной, характеризующей их как возрастные аналоги горизонта 5 b Норвегии. В Казахстане зона *G. persculptus*, также в непрерывном разрезе, была обнаружена в далманитиновых слоях, в фаунистическом комплексе, который дает возможность казахстанским стратиграфам полагать, что эту зону следует относить к ордовику, а границу с силуром надо проводить по основанию зоны *A. acuminatus* и *A. ascensus* (Рукавишникова, Токмачева, Салин и др., 1968; Михайлова, 1970; Никитин, 1972).

Судя по материалам, полученным на территории СССР, речь может идти также о двучленном разделении ордовика на отделы. Тогда границей между нижним и верхним отделами может служить основание всемирно распространенной зоны *N. gracilis*. Такое двучленное деление ордовика на отделы уже практикуется на Сибирской платформе. Здесь границей нижнего отдела служит подошва волгинского подгоризонта криволуцкого горизонта, которая коррелируется с основанием харкинжинского горизонта на Северо-Востоке СССР, охаракатеризованного граптолитами зоны *N. gracilis*.

ЛИТЕРАТУРА

Алихова Т. Н. Стратиграфия ордовикских отложений Русской платформы. М., Госгеолтехиздат, 1960. 76 с.

Бакиров А. Б., Зима М. Б., Королев В. Г., Мисюс П. П. Находка граптолитов тремадока в кендыктасской свите (хр. Кендыктас, Южный Казахстан). — «Докл. АН СССР», 1968, т. 182, № 6, с. 1381—1382.

Зима М. Б. К вопросу о возрастных границах отложений ордовика района перевала Долон (Тянь-Шань). — В кн.: Материалы по геологии Тянь-Шаня, вып. IV (стратиграфия и тектоника). Фрунзе, Изд-во АН Кирг. ССР, 1964, с. 37—72.

Зима М. Б. Стратиграфия и граптолиты ордовика Восточной части Долонского прогиба (Тянь-Шань). Автореферат кандидатской диссертации. Фрунзе, 1966. 24 с.
Кальо Д. Л. О граптолитовых зонах тремадока и аренига Прибалтийской и Московской синеклиз. — В кн.: Граптолиты СССР. Труды I Всесоюзного коллоквиума. Новосибирск, «Наука», 1974, с. 31—36.
Михайлова Н. Ф. О находке *Glyptograptus persculptus* (Salter) в далманитиновых слоях Казахстана. — «Изв. АН ЭССР. Химия. Геология», 1970, т. 19, № 2, с. 177—178.
Мянниль Р. М. История развития Балтийского бассейна в ордовике. Таллин, «Валгус», 1966, 200 с.
Никитин Н. Ф. Ордовик Казахстана. Ч. I. Стратиграфия. Алма-Ата, «Наука», 1972. 242 с.
Никитин Н. Ф., Аполлонов М. К., Цай Д. Т. Корреляционная схема ордовика Восточного Казахстана. — «Изв. АН Каз. ССР. Серия геол.», 1968, № 3, с. 1—12.
Обут А. М. Зональное расчленение ордовика в СССР по граптолитам. XXI сессия Международного геологического конгресса. Доклады советских геологов. Проблема 7. Стратиграфия и корреляция ордовика и силура. Л., Гостоптехиздат, 1960, с. 33—44.
Обут А. М. Граптолиты тремадокских и смежных с ними отложений Актюбинской и Оренбургской областей. — «Тр. Геол. ин-та АН СССР», 1961, вып. 18, с. 146—150.
Обут А. М. Граптолиты. Основы палеонтологии. Иглокожие, гемихордовые. М., «Недра», 1964, с. 284—357.
Обут А. М., Соболевская Р. Ф. Граптолиты раннего ордовика на Таймыре. — «Тр. НИИГА», 1962, с. 127. Палеонтология и биостратиграфия, вып. 3, с. 65—96.
Обут А. М., Соболевская Р. Ф. Граптолиты ордовика Таймыра. М., «Наука», 1964, 92 с.
Обут А. М., Соболевская Р. Ф. Некоторые стереостолонаты позднего кембрия и ордовика Норильского района. — В кн.: Новые данные по биостратиграфии нижнего палеозоя Сибирской платформы. М., «Наука», 1967, с. 45—64.
Обут А. М., Соболевская Р. Ф. Расчленение и корреляция ордовикских отложений Северо-Востока СССР по граптолитам. — «Геология и геофизика», 1972, № 1, с. 15—24.
Пашкевичюс И. Ю. Биостратиграфия, корреляция и граптолиты ордовикских и силурийских отложений Южной Прибалтики. Автореферат докторской диссертации. Вильнюс, 1973. 68 с.
Рукавишникова Т. Б., Токмачева С. Г., Салин Б. А., Севрюгин Н. Н., Полтавцева Н. В., Тимуш А. В. Новые данные по стратиграфии отложений позднего ордовика и нижнего силура Чу-Илийских гор. — «Докл. АН СССР», 1968, т. 183, № 2, с. 420—423.
Соболевская Р. Ф. Биостратиграфия среднего и верхнего ордовика окраинных поднятий Колымского массива по граптолитам. Автореферат кандидатской диссертации. Новосибирск, 1970. 26 с.
Соколов Б. С., Алихова Т. Н., Келлер Б. М., Никифорова О. И., Обут А. М. Стратиграфия, корреляция и палеогеография ордовика СССР. Междунар. геол. конгр., XXI сессия. Доклады советских геологов, Проблема 7. Л., Гостоптехиздат, 1960, с. 7—21.
Цай Д. Т. Граптолитовые комплексы раннего ордовика и лланвирна Центрального Казахстана. — «Изв. АН КазССР», 1966, № 6, с. 23—34.
Bulman, O. M. B. Graptolithina. — In: Treatise on invertebrate Paleontology, pt. V, (2nd edition). Geol. Soc. Am., Univ. Kansas, 1970. 163 p.
Elles, G. L., Wood, E. M. R. British Graptolites. Pt. X. Paleont. Soc. London, 1913, vol. LXVII, p. 487—526.
Jaanusson, V. Graptolites from the Ontikan and Viruan (Ordov.) Limestones of Estonia and Sweden. — «Bull. Geol. Inst. Univ. Uppsala», 1960, vol. 38, No. 29, p. 289—366.
Lapworth, C. On the geological distribution of the Rhabdophora. — «Ann. Mag. Nat. Hist.», 1879—1880, ser. V, vol. 3—6.
Skevington, D. The classification of the Ordovician System in Wales. Pre-Cambrian and Lower Palaeozoic Rocks of Wales. Univ. Wales Press, 1969, p. 161—179.
Whittington, N. B., Williams, A. The Ordovician period. The Phanerozoic Timescale. — «Quart. J. geol. Soc. London», 1964, vol. 120, p. 241—254.
Williams, A., Strachan, I., Bassett, D. A., Dean, W. T., Ingham, J. K., Wright, A. D., Whittington, H. B. A correlation of Ordovician rocks in the British Isles. Geol. Soc. Special Report No. 3, 1972. 74 p.

Институт геологии и географии СО АН СССР. Новосибирск

ON THE ORDOVICIAN GRAPTOLITE ZONAL SCALE OF THE USSR

A. OBUT, N. SENNIKOV

Summary

In the USSR the Britisch Ordovician subdivisions: Tremadoc, Arenig, Llandeilo, Caradoc and Aschgill are considered recently as stages while the subdivision of the whole system into series makes some conditional.

The lower boundary of the Ordovician is accepted at the base of the *D. flabelliforme* Zone of the Lower Tremadoc. Equivalents of the *Ceratopyge* Beds of the Upper Tremadoc are reppresented by the *T. canadensis* and *D. uralense* Zone. The *T. approximatus, T. phyllograptoides, P. densus* and *P. angustifolius elongatus* Zones are recognized at the lower part of Arenig, and the *I. gibberulus* Zone with the uppermost the *E. hirundo* Subzone at its upper part. The lower boundary of the Middle Ordovician may be drawn between the *D. bifidus* and *D. murchisoni* Zones or at the base the *D. bifidus* Zone of Llanvirn. The Llandeilo is represented by the well known *G. teretiusculus* Zone. The *N. gracilis* and *D. multidens* Zones represent the Lower Caradoc which covers Middle Ordovician top. The Upper Caradoc *O. quadrimucronatus* Zone corresponds to the British *D. clingani* and *P. linearis* Zones. Ashgill is represented by the *C. supernus* Zone which may be divided into two *C. supernus* and uppermost *D. ornatus* Subzones.

From the material obtained in the USSR it is possible to deliver the twofold division of the Ordovician into series. Then the base of the worldwide *N. gracilis* Zone may be used as a boundary between the Lower and Upper Series.

NSV LIIDU ORDOVIITSIUMI GRAPTOLIIDITSOONID

A. OBUT, N. SENNIKOV

Resümee

Ordoviitsiumi alumise piirina käsitletakse *D. flabelliforme* tsooni alumist piiri. Tseratopüüge kihtide analoogid on *T. canadensis*'e ja *D. uralense* tsoon. Ärenigis eraldatakse 4 tsooni. Alam- ja keskordoviitsiumi piiriks võib olla *D. bifidus*'e tsooni lamav või lasuv pind. Lasuv *D. murchisoni* tsoon on seni kindlaks tehtud ainult Bennetti saarel. Keskordoviitsiumis eraldatakse 4 tsooni, ülemiseks piiriks on *D. multidens*'i tsooni lasuv piir. Ülemordoviitsiumis eraldatakse 2 tsooni: ülemkaradokki kuuluv *O. quadrimucronatus*'e ja äšgilli kuuluv *C. supernus*'e tsoon. On võimalik ordoviitsiumi kaksikjaotus *N. gracilis*'e tsooni lamavat piiri mööda.

ON THE GRAPTOLITE FAUNAS OF THE ARENIGIAN AND LLANVIRNIAN BOUNDARY BEDS OF THE JELGAVA DEPRESSION, MIDDLE EAST BALTIC AREA

J. PAŠKEVIČIUS

During the last years the author studying Ordovician cores of a number of recent deep borings succeeded in finding relatively rich graptolite faunas in the southern part of the Jelgava depression in the Upper Arenigian—Lower Llanvirnian beds. These faunas proved to have a certain stratigraphic value not only in the local but also in the regional point of view. In this paper besides a discussion on some stratigraphic problems the most valuable occurences of the graptolites of the Arenigian—Llanvirnian boundary beds are dealt with.

The most diversified assemblages of graptoloids were found in the carbonaceous clays of the Kriukai core (Figure) in the interval of 1102,0—1110,7 m. This sequence may serve as a reference section for the beds under consideration in the Middle East Baltic area.

According to the distribution of graptolites in those beds three distinct parts may be distinguished. The lower part has yielded *Phyllograptus* cf. *elongatus* wich has been found in the Jelgava depression cores (Šakyna, Kriukai and other borings) in an interval a maximum thickness of about 6 m. The lower boundary of the vertical range of this species is uncertain due to the sparse occurences of it especially in the lower beds in which mottled dolomitic limestones and marls prevail.

The middle part of the graptolitiferous beds represented by bluish-grey marls of the interval of 1105,4—1110,2 m in the Kriukai core and 1355,6—1361,0 m in the Šakyna core yielded *Glyptograptus austrodentatus austrodentatus, Tetragraptus bigsbyi, T.* cf. *naedi, T.* sp. n., *Didymograptus* cf. *nicholsoni, D.* cf. *uniformis, Azygograptus* sp., *Cryptograptus* sp. and others (Pl. I, figs 1—3; Pl. II, figs 1—2, 13; Pl. III, figs 3—14; Pl. IV, figs 1—3, 10—11, 12—13). Of these graptolites a special attention is to be paid to *Glyptograptus austrodentatus* wich occurs abundantly and seems to have a zonal value. In eastern Baltoscandia this species has been so far recorded from the upper Hunderumian and lowermost Valastean beds of Öland where it is associated with *Didymograptus formosus, Aulograptus cucullus, Phyllograptus angustifolius* and others in the lower beds and with *Glyptograptus dentatus, Holmograptus lentus, Didymograptus minutus* and others in the upper beds (Skevington, 1965). In terms of graptolite zonation this range mainly corresponds to the upper part of the *Didymograptus hirundo* Zone and only to some extent to the lowermost part of the *Didymograptus bifidus* Zone. In other areas (Great Britain,

PLATE I

Fig. *1*. *Tetragraptus* sp. nov. Kriukai core, depth 1107,0 m. *G. austrodentatus* Zone, ×5.
Figs *2—3*. *Tetragraptus bigsbyi* (Hall.). Kriukai core, *2* — depth 1107,0 m; *3* — depth 1105,6 m. *G. austrodentatus* Zone, ×5.
Figs *4—6*. *Tetragraptus* cf. *amii* Lapworth. Kriukai core, depth 1103,3 m. *D. bifidus* Zone, ×5.
Figs *7—8*. *Phyllograptus angustifolius elongatus* Bulman. Šakyna core, depth 1367,45 m. *P. angustifolius elongatus* Zone, ×5.
Figs *9—10*. *Phyllograptus angustifolius* subsp. nov. Šakyna core, *9* — depth 1396,4 m; *10* — depth 1397,0 m, ×5.
Figs *11—13*. *Didymograptus patulus* (Hall). Kriukai core, depth 1148,8 m, ×5.

PLATE II

Fig. *1*. *Tetragraptus* sp. nov. Kriukai core, depth 1107,0 m. *G. austrodentatus* Zone, ×4.
Fig. *2*. *Tetragraptus bigsbyi* (Hall). Kriukai core, depth 1107,0 m. *G. austrodentatus* Zone, ×4.
Figs *3—5*. *Tetragraptus* cf. *amii* Lapworth. Kriukai core, depth 1103,3 m. *D. bifidus* Zone, ×4.
Figs *6—7*. *Phyllograptus* cf. *elongatus* Bulman. Šakyna core, depth 1367,45 m. *D. hirundo* Zone, ×3.
Figs *8—9*. *Phyllograptus angustifolius* subsp. nov. Šakyna core, *8* — depth 1396,4 m; *9* — depth 1397,0 m, ×3.
Figs *10—12*. *Didymograptus patulus* (Hall). Kriukai core, depth 1148,8 m, ×4.
Fig. *13*. *Didymograptus* cf. *nicholsoni* Lapworth. Kriukai core, depth 1108,15 m. *Didymograptus hirundo* and *G. austrodentatus* zones, ×4.

PLATE III

Figs *1—2*. *Glyptograptus* cf. *austrodentatus austrodentatus* Harris et Keble. Kriukai core, depth 1110,7 m. *Didymograptus hirundo* Zone, ×5.
Figs *3—14*. *Glyptograptus austrodentatus austrodentatus* Harris et Keble. Šakyna core, *3* — depth 1359,3; *4* — depth 1359,9 m; *5* — depth 1359,9 m; *6* — depth 1360,3 m; *7* — Kriukai core, depth 1107,0 m; *8* — Šakyna core, depth 1358,5 m; *9* — Kriukai core, depth 1107,0 m; *10* — Paroveja core, depth 896,0 m; *11* — Šakyna core, depth 1358,5 m; *12* — Kriukai core, depth 1108,0 m; *13* — Kriukai core, depth 1107,0 m; *14* — Šakyna core, depth 1359,9 m. All figures except No. 14, ×5, the last one ×9,3. *G. austrodentatus* Zone.

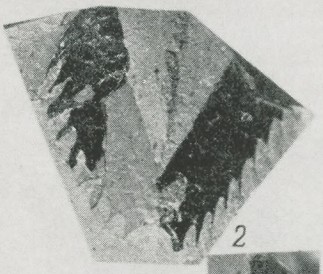
PLATE IV

Figs *1—3*. *Glyptograptus austrodentatus austrodentatus* Harris et Keble. Šakyna core, *1* — depth 1359,9 m; *2—3* — depth 1359,3 m. *G. austrodentatus* Zone, ×4.
Figs *4—7*. *Glyptograptus dentatus* (Brongniart). Kalvarija, depth 947,6 m.
Figs *8—10*. *Aulograptus obscurus* (Ekström). Kriukai core, *8, 9* — depth 1105,3 m; *10* — depth 1103,3 m ×4, ×9,3. *D. bifidus* Zone.
Figs. *11—12*. *Didymograptus* cf. *nicholsoni* Lapworth. Kriukai core, *11* — depth 1108,15 m; *12* — depth 1109,5 m, ×5. *Didymograptus hirundo* and *G. austrodentatus* zones.
Figs. *13—14*. *Tetragraptus* sp. Kriukai core, *13* — depth 1105,6 m; *14* — depth 1109,5 m. *G. austrodentatus* Zone, ×5.

1a
1b
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13

1a

1b


2

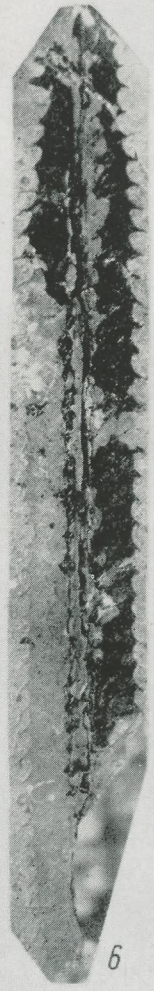
3

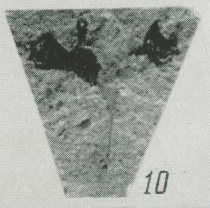
5

4

8

9


6

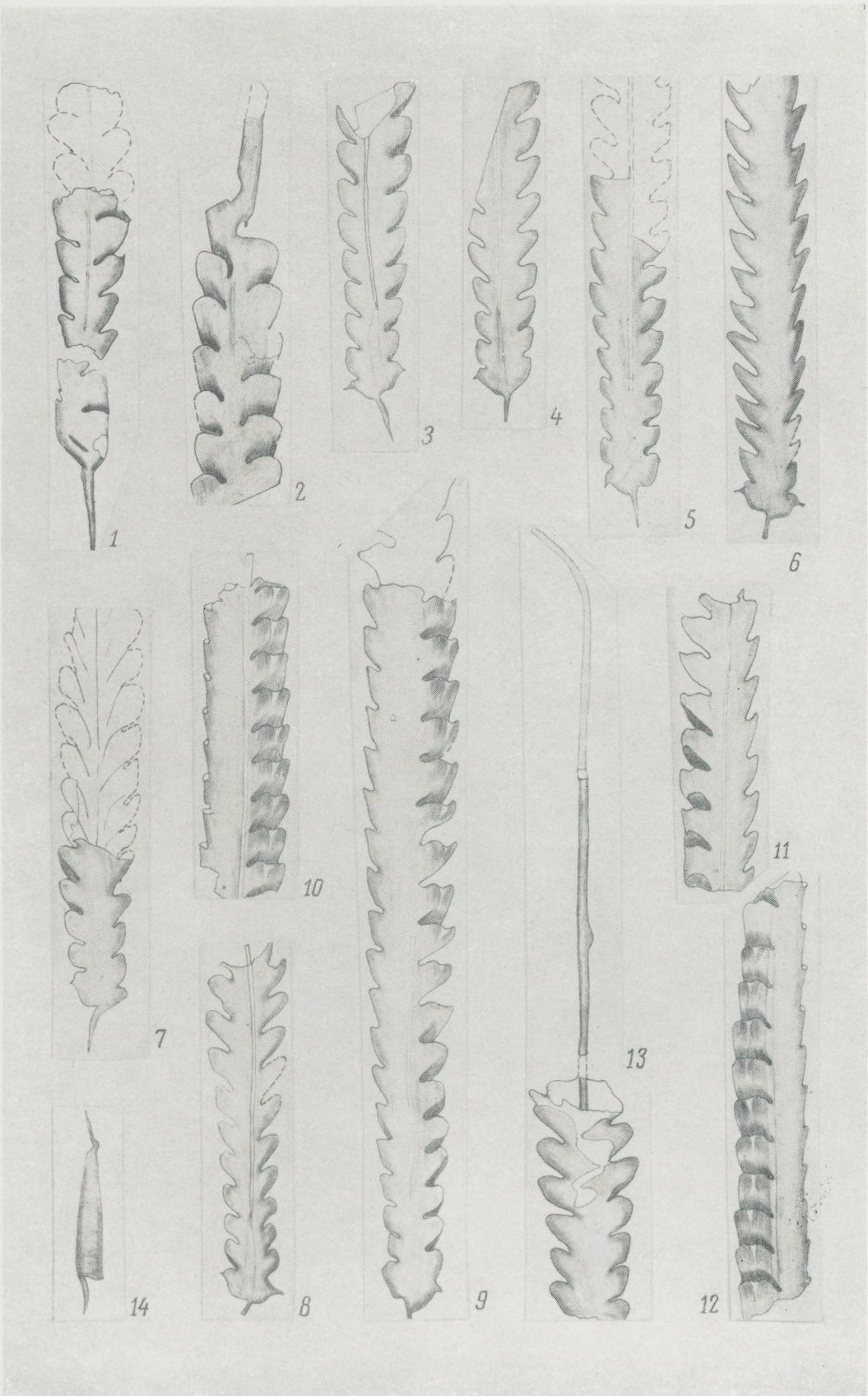

10

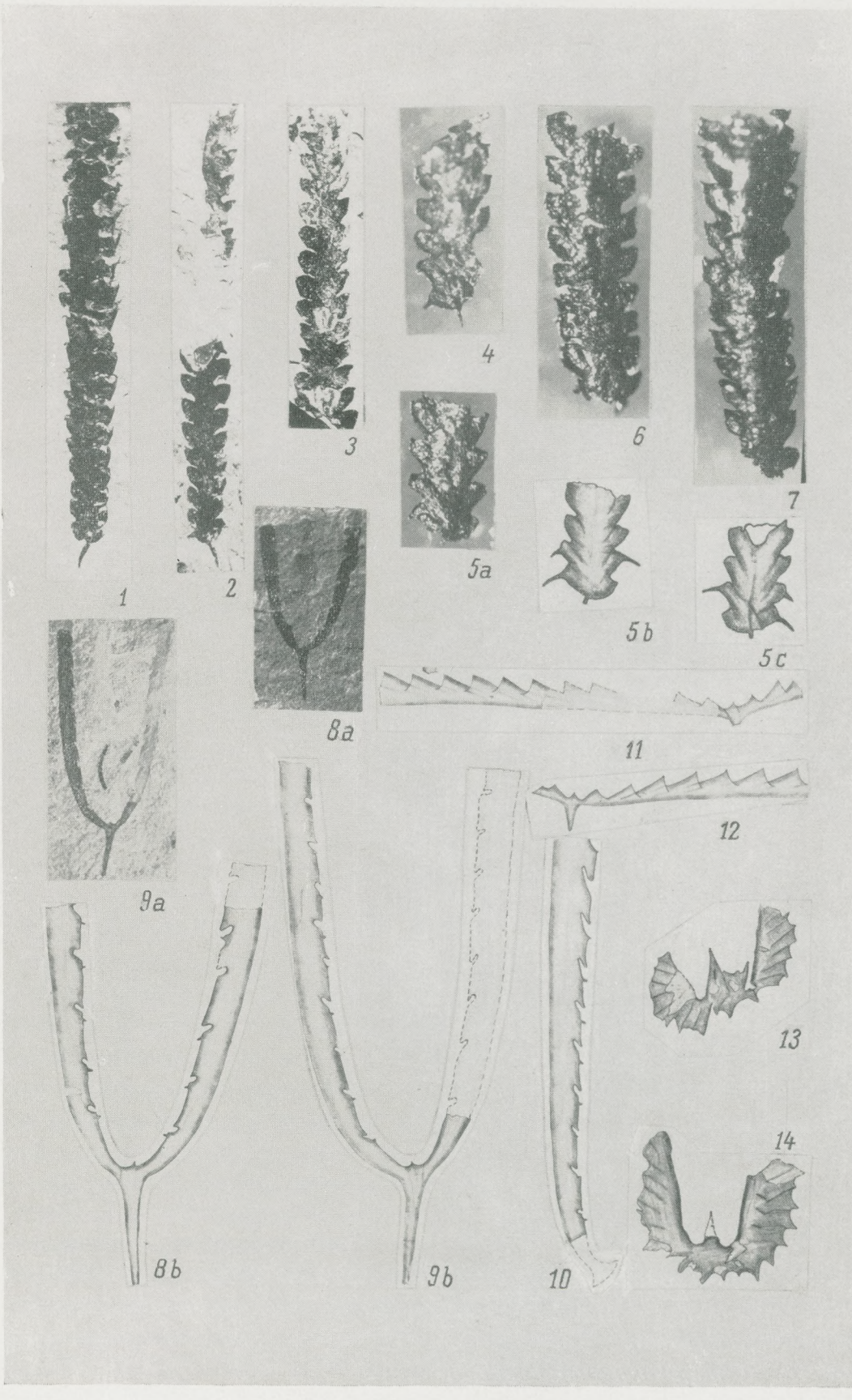
11

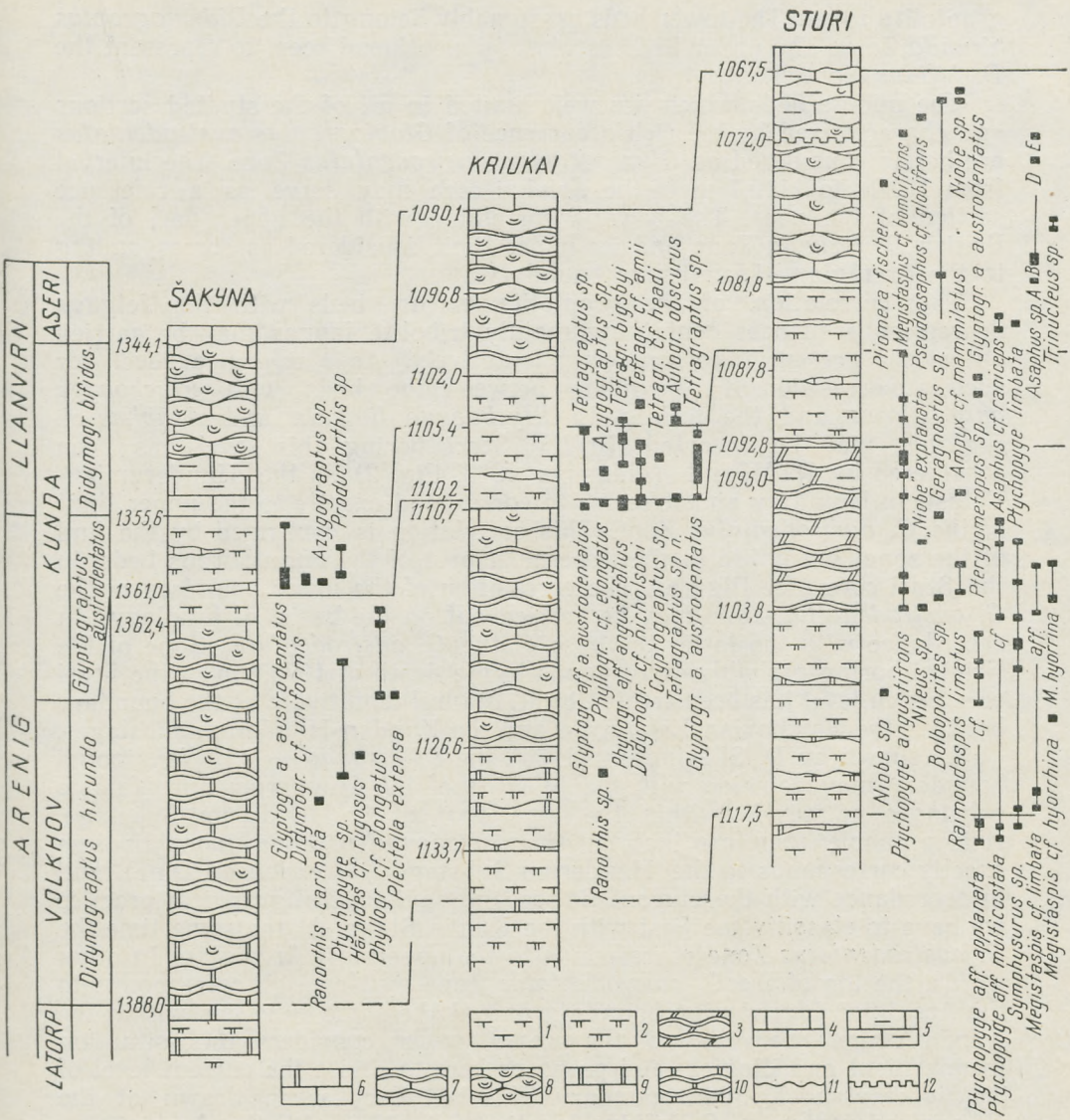
13

12

7


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14


1
2
3
4
5a
6
7
5b
5c
8a
11
12
9a
13
14
8b
9b
10



Studied sections of the Lower Ordovician of the Jelgava depression with distribution of selected species.

1 — calcareous clays; *2* — dolomitic clays; *3* — calcareous marls lumpy; *4* — limestones; *5* — clayey limestones; *6* — dolomitic limestones; *7* — ballstones with intercalation of calcareous clay; *8* — detrital ballstones; *9* — dolomites; *10* — lumpy dolomites with intercalations of dolomitic clays; 11 — discontinuity surface; 12 — pyritized discontinuity surface.

North America, China, Australia) the vertical range of *Glyptograptus austrodentatus* seems to be approximately the same (mainly uppermost Arenigian).

The upper part of the beds under consideration are represented by bluish-grey marls and marly limestones and yielded *Glyptograptus dentatus, Aulograptus obscurus, Tetragraptus* cf. *amii* (Pl. IV, figs 8—9; Figure). This assemblage indicate to the *D. bifidus* Zone.

According to the graptoloids found in the lower, middle and upper beds it seems quite correct to consider them as belonging to three different

graptolite zones. The lower beds presumably belong to the *Didymograptus hirundo* Zone. The upper beds as already mentioned seem to represent the *D. bifidus* Zone.

The middle beds which are well limited in all of the studied sections and characterized by the rich occurrence of *Glyptograptus austrodentatus* are herein considered as *Glyptograptus austrodentatus* Zone. The interval from 1105,4 to 1110,7 m of the Kriukai core may serve as a reference section of the zone. The zone is correlated with the upper part of the British *D. hirundo* Zone and its upper limit considered as corresponding to the Arenigian—Llanvirnian boundary.

The correlation of the graptolite-bearing beds with the Jelgava depression sequences containing mainly tribolite faunas may be carried out at the present time somewhat tentatively. As a reference level for such a correlation the boundary between the beds with *Ptychopyge angustifrons* and the beds with *Ptychopyge limbata* and *Asaphus* cf. *raniceps* may be accepted. In the Sturi boring this level has been considered by R. Männil (Мянниль 1963, Fig. 2) as the Hunderumian-Valastean boundary and it seems to correspond exactly to the upper limit of the *G. austrodentatus* Zone. This correlation is confirmed by the find of the zonal graptolite in the uppermost part of the angustifrons beds in the Sturi core (see Figure). The correlation of the lower boundary of the *G. austrodentatus* Zone may be carried out on the basis of lithology. In accordance with the latter the base of the *G. austrodentatus* Zone of the Kriukai boring probably corresponds to the depth of 1092,8 m in the Sturi core which level has been treated by R. Männil tentatively as the boundary between the Volkhovian Langevoja and the Kundan Hunderum substages.

As shown by D. Skevington (1965) the *D. hirundo — D. bifidus* zonal boundary may coincide with the junction of the Hunderum and Valaste substages or may lie within the upper part of the Hunderum Substage. It is probable therefore that the *G. austrodentatus* Zone more or less exactly corresponds to the Hunderum Substage (= *expansus* Zone) and in accordance with the current Baltoscandinavian stratigraphical practice we have to classifiy the first with the Kunda Stage. At the same time the *G. austrodentatus* Zone corresponds to the uppermost Arenigian. In other words, the top of the *G. austrodentatus* Zone well enough corresponds to the Arenigian-Llanvirnian boundary and at the same time lies within the Kunda Stage. The author of the present paper considers this situation inconvenient and illogical and proposes here to revise the current level of the Volkhovian—Kundan boundary. This boundary when drawn at the *G. austrodentatus — D. bifidus* junction coincides with the Arenigian—Llanvirnian boundary and gives the possibility of using in the East Baltic area the latter units instead of local series (e. g. Ontika).

REFERENCES

Skevington, D. Graptolites from the Ontikan Limestones (Ordovician) of Öland, Sweden. II — Graptoloidea and Graptovermida. — "Bull. Geol. Inst. Univ. Uppsala", 1965, vol. 43. p. 1—74.

Мянниль Р. М. Биостратиграфическое обоснование расчленения ордовика отложений Западной Латвии. — «Тр. Ин-та геол. АН ЭССР», 1963, вып. XII, с. 41—74.

Vilnius State University

О ГРАПТОЛИТОВЫХ ФАУНАХ ПОГРАНИЧНЫХ СЛОЕВ АРЕНИГА И ЛЛАНВИРНА В ЕЛГАВСКОМ ПРОГИБЕ (СРЕДНЯЯ ПРИБАЛТИКА)

И. Ю. ПАШКЕВИЧЮС

Резюме

В последние годы автором в Елгавском прогибе, в пограничных слоях аренига и лланвирна, обнаружены сравнительно богатые фауны граптолоидей, изучение которых позволяет уточнить стратиграфию рассматриваемых отложений и выделить новую граптолитовую зону. Рассматриваемые фауны наиболее полно представлены в разрезе скважины Крюкай Северной Литвы (интервал 1102,0—1110,7 м), который для данных слоев может считаться опорным.

Пограничные слои аренига и лланвирна в Елгавском прогибе представлены следующими тремя граптолитовыми зонами (снизу вверх): зоной *Didymograptus hirundo*, зоной *Glyptograptus austrodentatus* (новая зона) и зоной *Didymograptus bifidus*. Для первой характерно присутствие *Glyptograptus* aff. *austrodentatus*, *Phyllograptus* aff. *angustifolius*, *Cryptograptus* sp. и др., для второй, кроме зонального вида — *Didymograptus* cf. *nicholsoni*, *Tetragraptus bigsbyi*, *Azygograptus* sp. и др., для третьей — *Aulograptus obscurus* и *Tetragraptus* cf. *amii*.

Зона *Glyptograptus austrodentatus* сопоставляется с верхней частью британской зоны *Didymograptus hirundo* и относится тем самым еще к аренигу, в то время как по местной стратиграфической схеме она соответствует нижнему (хундерумскому) подгоризонту кундаского горизонта. Автор считает расположение ярусной границы аренига и лланвирна внутри кундаского горизонта неудобным. Он предлагает в дальнейшем ревизовать границу волховского и кундаского горизонтов и перенести нижний (хундерумский) подгоризонт кундаского горизонта в состав волховского горизонта.

ÄRENIGI JA LÄNVIRNI PIIRIKIHTIDE GRAPTOLIITIDEST JELGAVA NÕOS (KESK-BALTIKUM)

J. PAŠKEVIČIUS

Resümee

Uued andmed võimaldavad täpsustada piirikihtide stratigraafiat, eraldada neis *Glyptograptus austrodentatus*'e tsooni. Viimane paikneb *Didymograptus hirundo* ja *Didymograptus bifidus*'e tsooni vahel.

Nimetatud tsoone iseloomustab kõige paremini Kriukai (Põhja-Leedu) puursüdamik sügavusvahemikust 1102,0—1110,1 m.

ON SOME NEW LLANDOVERIAN DIPLOGRAPTIDS OF THE EASTERN BALTIC

J. PAŠKEVIČIUS

In the Lower and Middle Llandovery rocks studied in the sections of deep Parovėja, Kunkojai, Stačiunai and other bores in Lithuania and in the Gusev area of the Kaliningrad district diplograptids with peculiar thecal structure were found by the author already in 1962. The same diplograptids discovered in the section of Ikla in South-western Estonia were kindly given to me by D. Kaljo.

It was possible to clarify the thecal structure of the diplograptids mentioned above only after chemical preparation and bleaching of rhabdosomes that proved to be of climacograptid type. Thecal excavations are closed completely by overhanging collars (Fig. 1, B, b). The place of growth of the collars is a genicular rim of superincumbent theca. The collars girdle the thecal apertures. The apertural margins of thecas are free under collars. The median septum of rhabdosomes is of angular-zig-zag or zig-zag form. It is clear that the diplograptids under the study have the definite relationship with the genus *Pseudoclimacograptus* especially with *P.* (*Metaclimacograptus*) *hughesi* (Nicholson), 1869, *P.* (*M.*) *undulatus* (Kurck), 1882 (Bulman and Rickards, 1968) and *P. orientalis* Obut et Sobolevskaja, 1968.

The genus *Pseudoclimacograptus* was distinguished from climacograptids by A. Přibyl (1947). British and Scandinavian material of the Llandoverian representatives of this genus were additionally studied in detail by O. M. Bulman and R. B. Rickards (1968). The genus *Pseudoclimacograptus* was subdivided by them into three subgenera; *Pseudoclimacograptus* with the type species *C. Scharanbergi* Lapworth, 1876; *Metaclimacograptus* with type species *D. Hughesi* Nicholson, 1869 and *Clinoclimacograptus* with type species *C. retroversus* Bulman et Rickards, 1968.

The subgenus *Pseudoclimacograptus* is distinguished by convex supragenicular walls, deep introverted open (without collars) apertural excavations of thecae and the median zig-zag septum throughout the whole rhabdosome; *Metaclimacograptus* is distinguished by slightly convex or straight supragenicular thecal walls, apertural excavations being short, deep, introverted and partly covered by flanges from geniculum of succeeding theca, median septum angular to undulation; *Clinoclimacograptus* — by supragenicular walls convex proximally and concave distally, apertures strongly everted, median septum undulating proximally being straight distally (Bulman, 1970).

According to the thecal structure the studied Llandoverian diplograptids belong to the new genus *Lithuanograptus* that differs from *P.* (*Metaclimacograptus*) Bulman et Rickards (1968) in the presence of collars covering the thecal excavations. While in *Metaclimacograptus* the collars are slightly developed and present in the excavation itself, in *Lihtuanograptus* the mentioned collars are well developed, often being of different form, hanging over thecal excavations and completely covering them.

The details of rhabdosome morphology of *Lithuanograptus* and their stratigraphical distribution show that this genus is closely related with the *Metaclimacograptus*. Among Llandoverian climacograptids with the main zig-zag median septum three phylogenetic lines can be established: *Metaclimacograptus, Lithuanograptus* and *Clinoclimacograptus*. The first two lines were represented in the Lower and the last appeared in the Middle Llandovery.

On the base of different thecal structure the present author considers *Metaclimacograptus, Lithuanograptus, Clinoclimacograptus* as independent genera. The genus *Pseudoclimacograptus* includes only the numerous Ordovician species (Jaanusson, 1960).

Genus *Lithuanograptus* gen. nov.

Derivation of the name. Latin "Lithuanica"-Lithuania.

Genotype. *Lithuanograptus fusiformis* gen. et sp. nov., the *C. cyphus* Zone, Lower Llandovery of Lithuania.

Diagnosis. Rhabdosome biserial, thecae of climacograptid type with collars, supragenicular walls straight, seldom convex, apertural excavations very narow, deep, covered by collars, median septum being angular-zig-zag or zig-zag (Fig. 1, A—B).

Description. Rhabdosome with thecae of climacograptid type. Apertural excavations are completely covered by overhanging collars growing from genicular rim of succeeding theca. The collars almost reach median septum. The form of collars and their orientation to the supragenicular wall of thecae is rather varied (Fig. 1, A, f; B, b). The median septum is zig-zag and angular-zig-zag.

Discussion. *Lithuanograptus* gen. nov. differs from *Climacograptus* Hall, 1865 (Bulman, 1970) in smaller size of rhabdosomes, apertural excavations covered by collars, general thecal shape and the median zig-zag septum.

From *Pseudoclimacograptus* Přibyl, 1947 emend. Bulman et Rickards, 1968 it differs in straight or slightly convex supragenicular walls, in shape and orientation of the excavations covered by collars. From *P.* (*Clinoclimacograptus*)* Bulman et Rickards, 1968 it can be distinguished by the shape and orientation of supragenicular wall, thecal excavations, the median septum being zig-zag throughout the whole rhabdosome.

Species assigned. The following new species are assigned to *Lithuanograptus* gen. nov.: *L. fusiformis, L. obuti, L. minimus, L. serus.*

They possibly belong to the successive phylogenetic line Age. Early and Middle Llandovery, the *Coronograptus cyphus—Monograptus sedgwickii* zones.

---

* The comparison *Lithuanograptus* and *P.* (*Metaclimacograptus*) Bulman et Rickards, 1968 is given above.

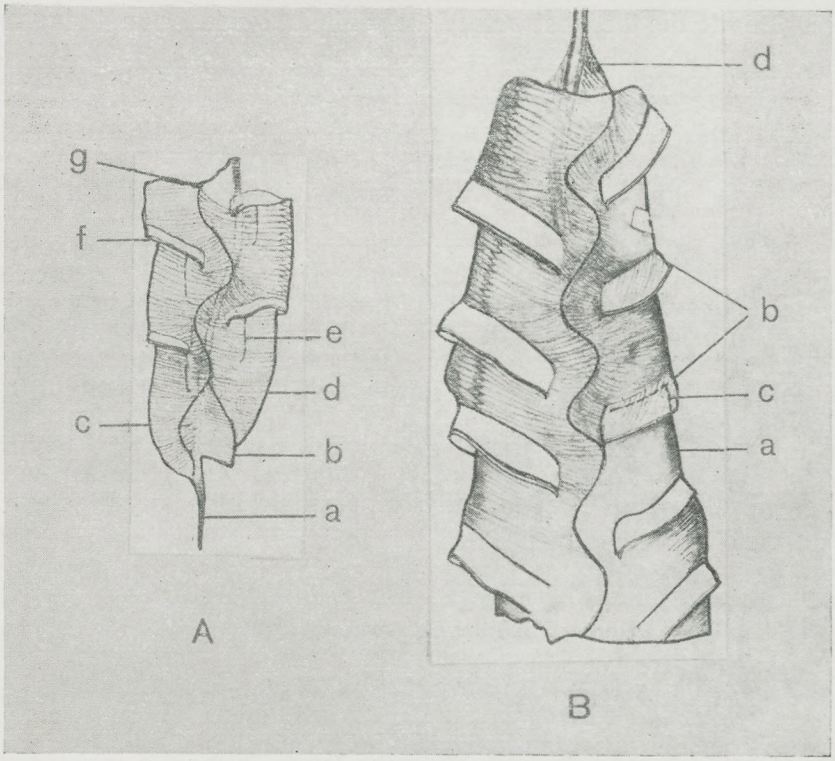


Fig. 1. Structure of the bleached rhabdosomes of *Lithuanograptus fusiformis* gen. et sp. nov.

A — proximal part of rhabdosome, No 0154/2, ×23. Parovéja core, depth 722,0 m. *C. cyphus* Zone: *a* — virgella; *b* — flattened short sicula; *c* — theca 1^1 with thin fusellar tissue; *d* — theca 1^2 the base of which is over aperture of sicula; *e* — interthecal septum; *f* — straight, obliquely arranged collar covering apertural excavation of theca; *g* — zig-zag median septum. *B* — distal part of rhabdosome, No. 362, ×23. Paroveja core, depth 721,0 m. *C. cyphus* Zone: *a* — straight supragenicular wall; *b* — arranged obliquely, drawn aside collars with convex lower lateral margin; *c* — concave free apertural margin of theca; *d* — lamellae of zig-zag median septum attached to the virgula.

Lithuanograptus fusiformis gen. et sp. nov.

Pl. I, figs 5—8; Pl. II, figs 5—11

Derivation of the name. Latin "fusus"-spindle (fusiform rhabdosome).

Holotype. No. 359, Lithuania, Parovéja bore, Lower Llandovery, *Coronograptus cyphus* zone.

Material. Some complete specimens and fragments from four localities. A part of them were chemically prepared and bleached.

Diagnosis. Fusiform rhabdosome, supragenicular wall slightly convex proximally and straight distally. Collars covering apertural excavations are arranged obliquely to supragenicular wall especially in distal part of rhabdosome and somewhat drawn aside. Lateral margin of the collars in proximal part of rhabdosome is concave and in distal — convex. Zig-zag median septum (Fig. 2, A—B). The thecae 8—$6^1/_2$ in 5 mm.

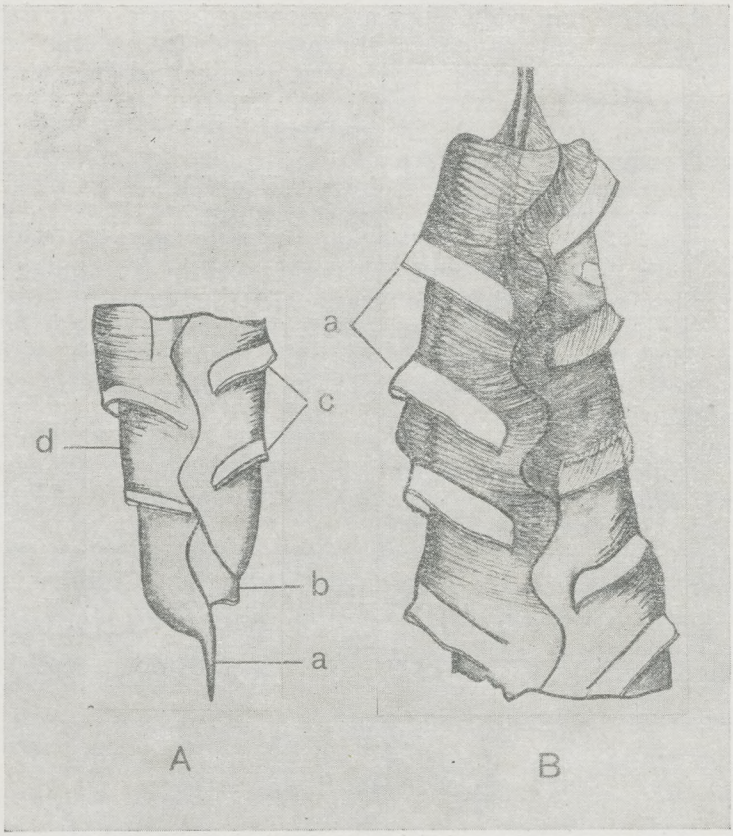


Fig. 2. Proximal and distal parts of rhabdosomes of *Lithuanograptus fusiformis* gen. et sp. nov.

A — proximal massive end of rhabdosome, No 361, ×23. Paroveja core, depth 721,0 m *C. cyphus* Zone: *a* — massive virgella; *b* — short curved sicula; *c* — straight obliquely arranged collars of proximal part of rhabdosome; *d* — staright supragenicular wall. *B* — distal end of rhabdosome, No. 362: *a* — straight, obliquely arranged, massive, drawn aside collars of distal part of rhabdosome.

Description. Fusiform rhabdosome with narrowed proximal and distal ends (Pl. I, Fig. 5), from 2,7 to 11 mm long. The width at the level of the first thecae is 0,7 mm. The rhabdosome attains a maximum width 1,9 mm at the level of the seventh thecal pair. In the distal part, at the level of the last thecae, rhabdosome is narrowed to 1,2 mm. A maximum width of young specimens from 0,9—1,2 mm. The proximal end is rounded. Fusellar tissue thin. The zig-zag median septum (Fig. 1, A—B).

Sicula is from 0,85 to 1,0 mm long and in the apertural part 0,2 mm wide. Its apex does not reach the level of the aperture of theca 1^1. Virgella is 0,8 mm long and 0,75 mm wide (Fig. 2, A).

The first theca (1^1) grows downwards below the aperture of sicula for before turning upwards for a distance 0,7 mm. Theca 1^2 originates from 0,1—0,2 mm above the aperture of sicula and has the same length as that of theca 1^1. The supragenicular walls of the following thecae are almost straight in the proximal part of rhabdosome whereas in the median and distal parts they are straight, however, they grow obliquely and are inclined to the axis of rhabdosome at 10—15°. The thecal apertures girdle

the collars about 0,2 mm wide. They are growing from a genicular rim of the succeeding theca and are somewhat drawn aside from a supragenicular wall. The collars by their length almost reach to the median septum. Their lower margin is slightly concave in the proximal part and convex in the distal part (Fig. 2, A, c; B, a). The collars are orientated normal to the axis of rhabdosome or make a sharp angle. The apertural margin of thecae is concave. The length of thecae is from 2,5 to 4 times as much as the width. Thecal overlap is $^1/_3$ of the whole its length.

The virgula is 0,15 mm thick and slightly extends beyond the rhabdosome with the median septum being formed by triangular lamellae with fusellar tissue attached to the virgula. The thecae 8—$6^1/_2$ in 5 mm.

Discussion. *L. fusiformis* gen. et sp. nov. differs from *L. obuti* gen. et sp. nov. in large dimensions, fusiform rhabdosome, form and arrangement of collar covering apertural excavations, more thick virgula and other features.

Association of graptolites in Parovėja, Kunkojai, Gusev, Ikla bores is as follows: *Glyptograptus* sp. nov., *Cystograptus vesiculosus* (Nicholson), *Rhaphidograptus toernquisti* (Elles et Wood), *Rh.* sp. nov., *Přibylograptus incommodus* (Törnquist).

Age and occurrence. Black and grey carbonaceous slate clays of the Lower Llandovery, *Coronograptus cyphus* Zone. Lithuania, bores; Parovėja in Biržai district, depth 721,0 m and 722,0 m; Kunkojai in Raseiniai district, depth 1380,35 m; the bore No. 7 of the Gusev area in the Kaliningrad district, depth 1522,0 m; Ikla of Estonia, depth 469,1 m.

Lithuanograptus obuti gen. et sp. nov.

Pl. I, figs 9—10; Pl. II, figs 12—15

Derivation of the name. The species is named after Professor A. M. Obut (Novosibirsk).

Holotype. No. 366. Lithuania, Kunkojai bore, the Lower Llandovery, *Coronograptus cyphus* Zone.

Material. More than 10 complete specimens and fragments from two localities.

Diagnosis. Small rhabdosome, with maximum width in its distal part. Supragenicular walls straight or slightly convex, collars covering apertural excavations of the thecae long, reaching the middle of rhabdosome, their lateral margin is concave, zig-zag median septum, thecae 7 in 5 mm.

Description. The prevailing length of rhabdosome averages 5—7 mm, single specimens attain 7,5 mm. The width at the primary thecal pairs averages from 0,65 to 0,8 mm. Upward the width increases gradually. At the level of the fifth thecal pair it attains 1,0—1,1 mm and stays constant th the end of the distal part of rhabdosome.

Sicula is 0,85—0,9 mm long, its apex extends above the aperture of thecae 1^2; the width of aperture of sicula from 0,20 to 0,25 mm; the virgella is short (0,50—0,75 mm) and thin (to 0,05 mm). The first (1^1) roundly-terminated theca originates 0,2 mm below the aperture of sicula, the theca is 0,75 mm long. Theca 1^2 originates 0,15 mm above the aperture of sicula. The supragenicular walls are straight or slightly convex. The collars cover apertural excavation concave, their lower lateral margin is somewhat dilated and also concave. The collars long, reach the median septum, their width averages 0,1 mm, to the axis of rhabdosome they are orientated perpendicular or obliquely (65—70°).

Virgula with its short end extends above rhabdosome (0,50—1,25 mm), thin (to 0,05 mm). Together with virgula triangular lamellae of fusellar tissue of the median septum extend over rhabdosome. The median septum is zig-zag in rhabdosome.

Discussion. From *L. fusiformis* gen. et sp. nov. *L. obuti* differs in smaller dimensions of rhabdosome, absence of narrowed distal end, longer sicula, concave collars and their perpendicular or nearly perpendicular arrangement against the axis of rhabdosome, absence of declination of their lateral margin.

Association of graptolites with *L. obuti* is rather large: *Climacograptus scalaris scalaris* (Hisinger), *C. medius* Törnquist, *Glyptograptus* sp. nov., *G.* cf. *tamariscus tamariscus* (Nicholson), *Cystograptus vesiculosus* (Nicholson), *Rhaphidograptus toernquisti* (Elles et Wood), *R.* sp. nov., *Pernerograptus revolutus* (Kurck), *Petalograptus* sp., *Coronograptus* sp.

Age and occurence. Black slate clays of the Lower Llandovery, *Coronograptus cyphus* Zone. Lithuania, bores: Kunkojai in the Raseiniai district, depth 1380,55 m and 1380,35 m and Stačiūnai in the Pakruojis district, depth 1255,75 m.

Lithuanograptus minimus gen. et sp. nov.

Pl. I, figs 11—15; Pl. II, figs 16—20

Derivation of the name: Latin "minimus" — small.

Holotype. No. 369. Parovėja bore, the Middle Llandovery, *Demirastrites convolutus* Zone.

Material. Twenty specimens from one locality chemically prepared and partly bleached.

Diagnosis. Small rhabdosome with uniform width throughout its length, supragenicular walls straight, upper parts with inward convexity, collars covering apertural excavations of thecae are arranged obliquely towards the axis of rhabdosome, their lateral margin concavo-convex, median septum angular-zig-zag proximally and zig-zag distally. Thecae 9—8 in 5 mm.

Description. Small rhabdosome of 2—4 mm long, narrow, the width at the level of the first theca to 0,75 mm. The width is uniform from the first theca to the distal end of rhabdosome. The median septum is angular-zig-zag in the proximal end and zig-zag in the distal (Fig. 3, A—B).

The proximal end is rounded, the outer wall of theca 1^1 is convex. The virgella is drawn aside from the theca 1^2 and inclined at 35° to the axis of rhabdosome (Fig. 3, A, a, b). The length of virgella from 0,4 to 0,5 mm, the width at the base from 0,025 to 0,050 mm. The length of sicula 0,8 mm, width at the aperture 0,15 mm. The apex of sicula is somewhat above aperture of theca 1^2. The length of half rounded theca 1^1 0,6 mm originating 0,15 mm below the aperture of sicula. Theca 1^2 originates 0,1 mm above the aperture of sicula and is 0,7 mm long. The supragenicular walls are straight or convex; the curvature is more pronounced in the upper part of the walls. The collars covering apertural excavations are long. In the proximal part of rhabdosome they reach the median septum which they do not in the distal part. Their width from 0,1 to 0,15 mm. They are arranged obliquely and inclined to the axis of rhabdosome at 35—40° and even more.

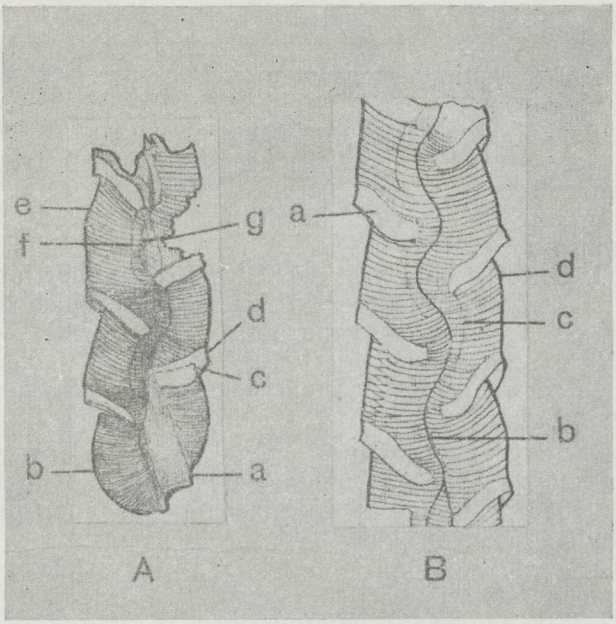


Fig. 3. Bleached rhabdosomes of *Lithuanograptus minimus* gen. et sp. nov.
A — proximal end of rhabdosome with thin fuseller tissue, No. 370/2, ×23. Paroveja core, depth 717,5 m, *D. triangulatus* zone; *a* — obliquely arranged comparatively long sicula with broken virgella; *b* — half-rounded theca —1^1; *c* — concave apertural margin of theca —1^2 covered by collar; *d* — obliquely orientated with respect to the axis of rhabdosome collar covering apertural excavation of theca reaching the median septum with convex lower lateral margin; *e* — supragenicular wall convex in upper part; *f* — angular curved interthecal septum; *g* — angular-zig-zag median septum, *B* — distal end of rhabdosome with more rare fusellar tissue, No 370/1, ×23, same locality and zone; *a* — collar with undulating lower lateral margin; *b* — zig-zag median septum; *c* — interthecal curved septum; *d* — convex part of supragenicular wall.

The lateral margin of the collars concavo-convex. The apertural margin of thecae is concave and arranged obliquely. In bleached specimens one can see that apertural margin is free and is present under the collar in its middle part (Fig. 3, A, c, d; B, a). The thecae are 0,3 mm wide, about 1 mm high, thus they are 3 times as long as they are wide. The thecal overlap is less than $^1/_3$ of the whole length of rhabdosome. Thecal septa are convex parallel to the median septum.

The virgula with its short end extends from 0,5 to 0,75 mm over the distal end. It is from 0,025 to 0,065 mm wide. As in the other species of the genus *Lithuanograptus* we can see lamellae of the median septum attached to the virgula on the outgrow of virgula from rhabdosome. The thecae 9—8 in 5 mm.

Discussion. *L. minimus* gen. et sp. nov. differs from *L. fusiformis* gen. et sp. nov. in smaller dimensions of rhabdosome, half rounded theca 1^1, obliquely arranged sicula and virgella, arrangement and form of collar, number and form of thecae. From *L. obuti* gen. et sp. nov. it differs also in smaller dimensions of rhabdosome, type of proximal end, arrangement and form of collar, dimensions and number of thecae in 5 mm (9-8 against 7).

Association with of graptolites as follows: *Climacograptus scalaris scalaris* (Hisinger), *Monograptus lobiferus* (M'Coy), *Demirastrites* sp.

Age and locality. Black and grey carbonaceous slate clays of the Middle Llandovery, *Demirastrites convolutus* Zone. Lithuania, Parovėja bore in the Biržai district, depth 717,5 m.

Lithuanograptus serus gen. et sp. nov.

Pl. I, figs 16—17; Pl. II, figs 21—23

Derivation of the name. Latin "serus" — late.

Holotype. No. 379. Lithuania, Parovėja bore in the Upper Llandovery, *Monograptus sedgwicki* Zone.

Material. About 10 complete specimens and fragments from two localities.

Diagnosis. Rhabdosome throughout its length of almost the same width, supragenicular walls straight, collars covering apertural excavations of thecae arranged almost perpendicular to the axis of rhabdosome, they are slightly drawn aside, lateral margin convex, zig-zag median septum, thecae 14—12 in 10 mm.

Description. The lenght of rabdosome varies from 7 to 13 mm and the width of the first pairs of thecae from 0,7 to 1,0 mm. The width of rhabdosome increases gradually and slightly. For instance, the width of the specimen No. 374 is 1,0 mm at the first pair of thecae whereas the fifth thecal pair attains 1,2 mm. It is preserved throughout the whole rhabdosome. The median septum is zig-zag.

The proximal end is blunt and rounded. Sicula is 0,95 mm long, apex reaching the level of apertures of theca 2^1. Virgella is straight, 0,85 mm long and 0,15 mm thick at the base. The first theca (1^1) originates 0,15 mm below the sicula aperture, it is 0,6 mm long and theca 1^2—0,15 mm above the sicula aperture, it is 0,7 mm long. Suprogenicular walls are straight. The collars covering apertural excavations of thecae are convex, sometimes slightly drawn aside, from 0,1 to 0,15 mm wide. They reach the middle of rhabdosome and are orientated perpendicular to the axis of rhabdosome. Their lower lateral margin is convex. The thecae are from 1,3 to 1,5 mm long, 0,3—0,5 mm wide. They are from 3 to 4 times as long as they are wide. The thecal overlap is $^1/_3$—$^1/_2$ of their length. Thecal septum is convex.

Virgula with its short end (3 mm) extends above rhabdosome. The thecae 14—12 in 10 mm.

Discussion, From all three described species of the genus *Lithuanograptus, L. serus* differs in larger dimensions of rhabdosome, wide proximal end, straight supragenicular walls, perpendicular arrangement, convex collar and lateral margin. The collars of the described species reach the middle of rhabdosome.

Association of graptolites is as follows: *Climacograptus* cf. *scalaris scalaris* (Hisinger), *Glyptograptus tamariscus tamariscus* (Nicholson), *Plegmatograptus* cf. *longispinus* Bouček et Münch, *Pristiograptus regularis* (Törnquist), *P.* sp., *Monograptus sedgwicki* (Portlock), *M. lobiferus* (M'Coy), *Oktavites involutus* (Lapworth), *Demirastrites* cf. *decipiens* (Törnquist), *Rastrites* sp.

Age and locality. Black carbonaceous slate clays and clayey limestones of the Upper Llandovery, *Monograptus sedgwicki* Zone. Lithuania, bores: Parovėja in the Biržai district, depth 715,5 m and 714,4 m; Kunkojai in the Raseiniai district, depth 1375,8 m.

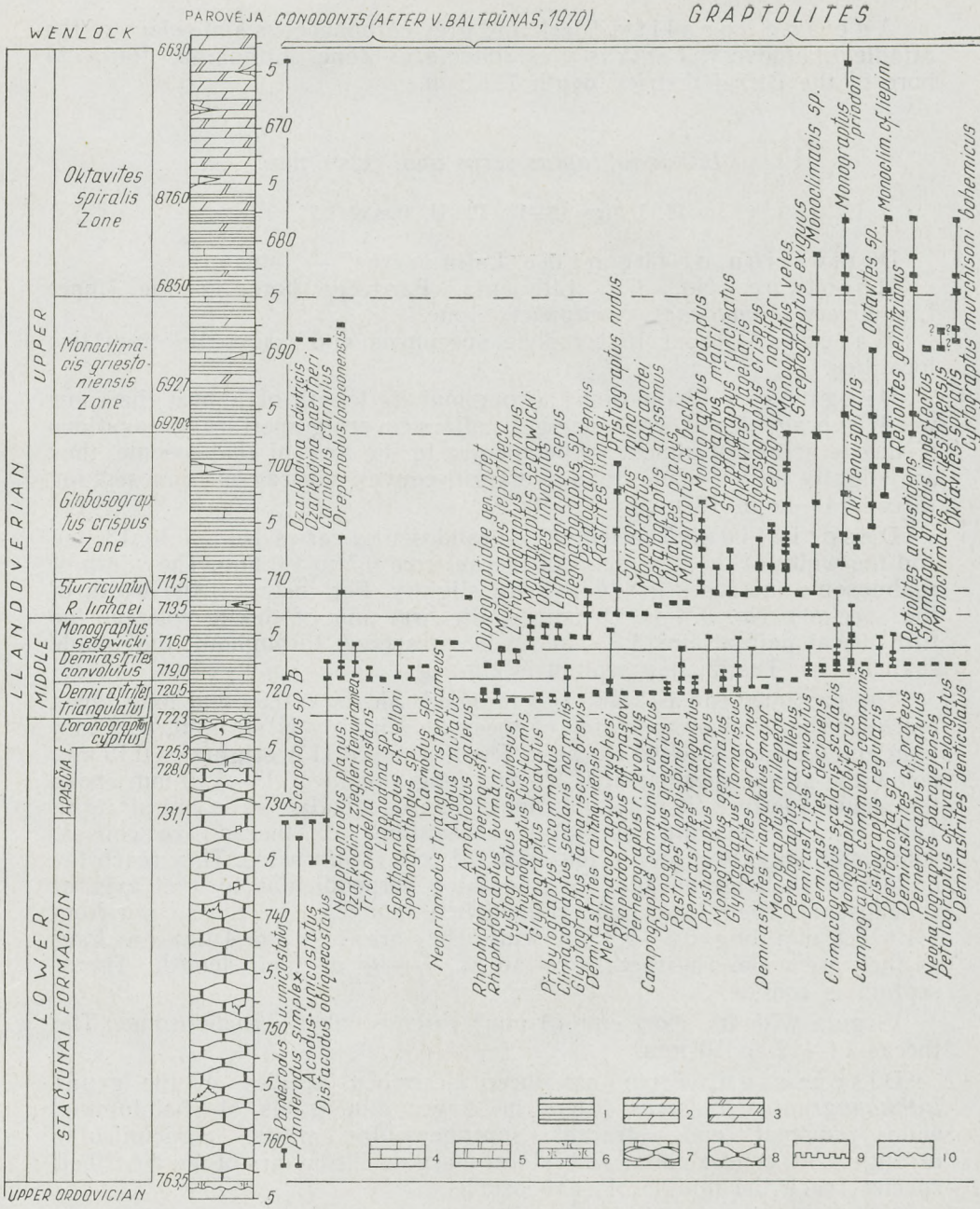


Fig. 4. Section of Llandoverian rocks of Paroveja core with vertical distribution of graptolite and ohter fauna.

1 — slate clay; *2* — marls; *3* — dolomitic marls; *4* — limestones; *5* — dolomitic limestones; *6* — limestones-sandstones; *7* — limestones of lump structure with lens of marls and grains of glauconite; *8* — lumpy aphanitic limestones with suture lines; *9* — piritized sedimentational surfaces of hiatus; *10* — sedimentational surfaces of hiatus.

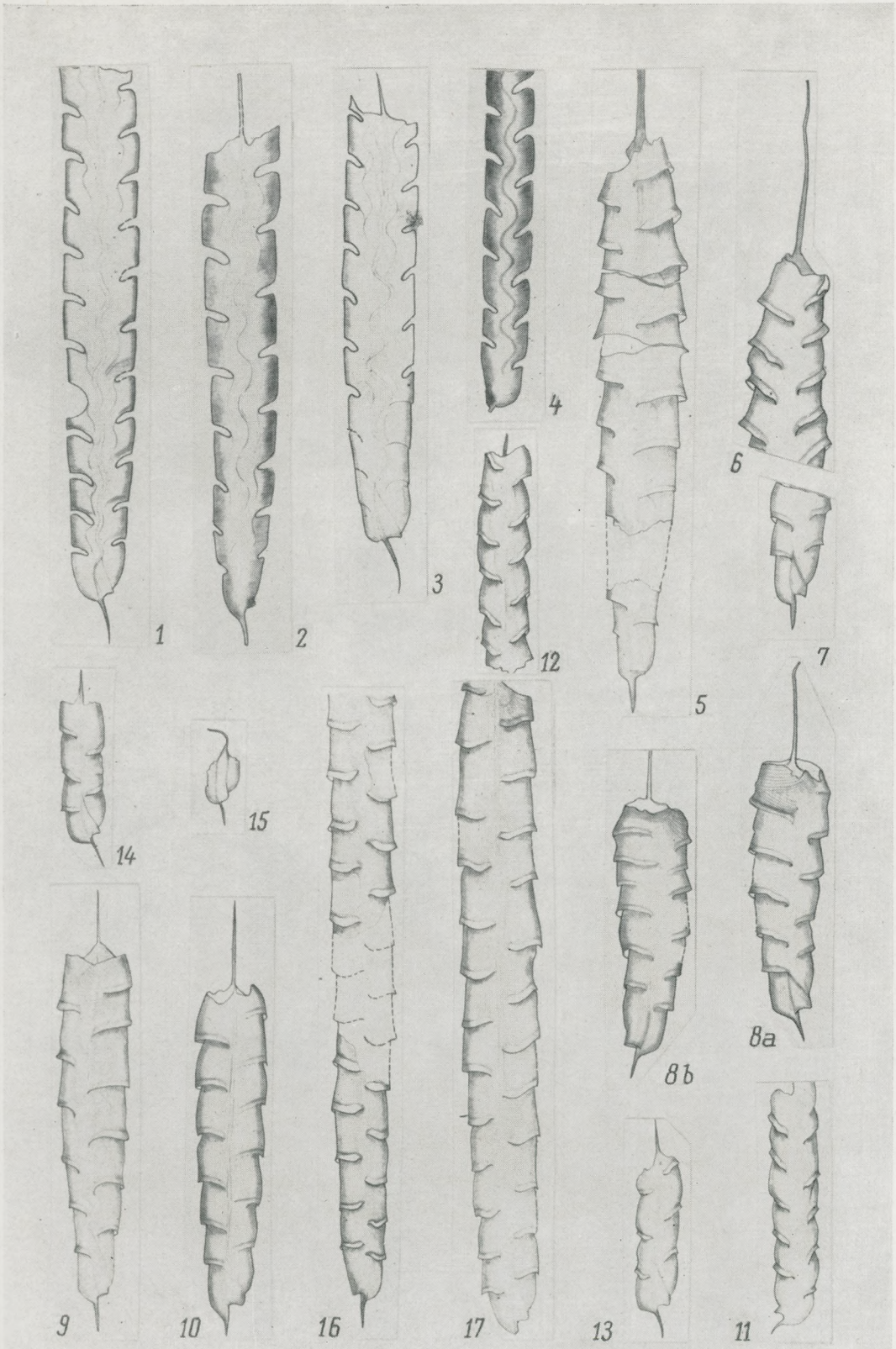

1
2
3
4
12
5
6
7
14
15
16
17
8a
8b
9
10
13
11

PLATE II

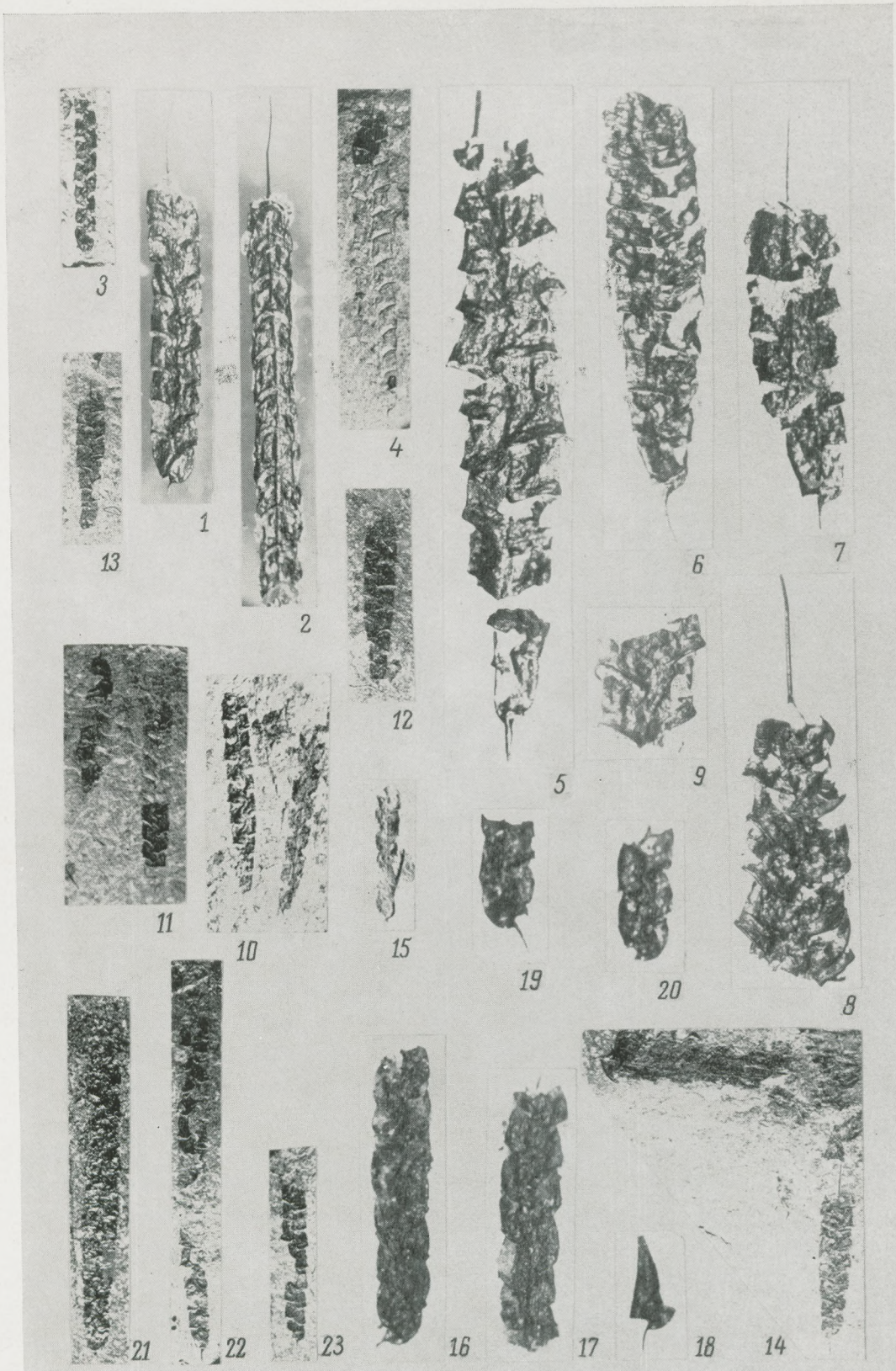


PLATE I

All figures ×9.3

Figs *1—4. Metaclimacograptus hughesi* (Nicholson). Lower and Middle Llandovery, *Coronograptus cyphus—Demirastrites* Zones. Parovéja core. *1* — No. 297, depth 720,4 m; *2* — No. 301, depth 719,35 m; *3* — No. 298, depth 719,35 m.

Figs *5—8. Lithuanograptus fusiformis* gen. et sp. nov. Lower Llandovery, *Coronograptus cyphus* Zone. Parovéja, depth 721,0 m. *5* — holotype, No 359; *6* — No. 362; *7* — No. 361; *8a* — No. 360; *8b* — other side of same rhabdosome.

Figs *9—10. Lithuanograptus obuti* gen. et sp. nov. Lower Llandovery, *Coronograptus cyphus* Zone. *9* — holotype, No. 366, Kunkojai, depth 1380,35 m; *10* — No. 368, Stačiunai, depth 1255,75 m.

Figs *11—15. Lithauanograptus minimus* gen. et sp. nov. Middle Llandovery, *Demirastrites convolutus* Zone. Parovéja, depth 717,5 m. *11* — No. 369, holotype; *12* — No. 370; *13* — No. 371; *14* — No. 372; *15* — No. 373.

Figs *16—17. Lithuanograptus serus* gen. et sp. nov. Middle Llandovery, *Monograptus sedgwicki* Zone. Parovéja. *16* — No. 374, depth 714,4 m; *17* — holotype, No. 379, depth 715,6 m.

PLATE II

Figs *1—2. Metaclimacograptus hughesi* (Nicholson). Lower—Middle Llandovery, *Coronograptus cyphus—Demirastrites convolutus* Zone. Paroveja, depth 720,4 m. *1* — No. 0152; *2* — No. 0153. Both ×8.

Fig. *3. Metaclimacograptus undulatus* (Kurck). Middle Llandovery, *Demirastrites triangulatus* Zone. No. 300, Parovéja, depth 719,35 m, ×4.

Figs *4—11. Lithuanograptus fusiformis* gen. et sp. nov. Lower Llandovery, *Coronograptus cyphus* Zone. Parovéja, depth 721,0 m. *4* — No. 0142, ×4; *5* — No. 359, holotype, ×10; *6* — No. 0154, ×10, Paroveja, depth 722,0 m; *7* — No. 360, ×10; *8* — No. 362, ×10; *9* — ×10; *10* — No. 0147, Estonia, Ikla, depth 469,1 m with *G.* sp. nov., No. 0148, ×4; *11* — No. 0144, Kaliningrad district, Gusev 7, depth 1522,0 m, ×4.

Figs *12—15. Lithuanograptus obuti* gen. et sp. nov. Lower Llandovery, *Coronograptus cyphus* Zone. Kunkojai. *12* — holotype, No. 366, depth 1380,35 m; *13* — No. 364, depth 1380,35 m; *14* — No. 368 with *Cystograptus vesiculosus* (Nicholson), *Stačiūnai*, depth 1255,75 m; *15* — No. 0143, Parovéja, depth 722,0 m. All ×4.

Figs *16—20. Lithuanograptus minimus* gen. et sp. nov. Middle Llandovery, *Demirastrites convolutus* Zone. Parovéja, depth 717,5 m. *16* — holotype, No. 369; *17* — No. 370; *18* — theca 1^1; *19* — proximal.

Figs *21—23. Lithuanograptus serus* gen. et sp. nov. Upper Llandovery, *Monograptus sedgwicki* Zone. Parovéja. *21* — No. 379, depth 714,4 m; *22* — holotype, No. 374, depth 715,6 m; *23* — No. 380, depth 715,6 m. All ×4.

The section of Llandoverian rocks of Parovėja core comprises an abundant complex of graptolites including the species of the genus *Lithuanograptus* (Fig. 4).

REFERENCES

Bulman, O. M. B. Graptolithina with sections on Enteropneusta and Pterobranchia. Treatise on Invertebrate Paleontology, pt. V. sec. edit. Geol. Soc. Am. Univ. Kansas, 1970. 163 p.

Bulman, O. M. B., Rickards, R. B. Some new diplograptids from the Llandovery of Britain and Skandinavia. — «Palaeontology», 1968, vol. 11, p. 1—15.

Jaanusson, V. Graptoloids from the Ontikan and Viruan (Ordovician) limestones of Estonia and Sweden. — «Bull. Geol. Inst. Univ. Uppsala», 1960, vol. 38, p. 289—366.

Přibyl, A. Classification of the genus *Climacograptus* Hall, 1865. — «Bull. inter. České Akad. věd a uměni», 1947, Ann. 47, s. 1—12.

Обут А. М., Соболевская Р. Ф., Меркурьева А. П. Граптолиты лландовери в кернах буровых скважин Норильского района, М., «Наука», 1968. 136 с.

Халецкая О. Н. Граптолиты лландовери Западного Тянь-Шаня. — В кн.: Стратиграфия и палентология Узбекистана и сопредельных районов, I. Ташкент, 1962. с. 54—105.

Vilnius State University

О НЕКОТОРЫХ НОВЫХ ЛЛАНДОВЕРИЙСКИХ ДИПЛОГРАПТАХ ПРИБАЛТИКИ

И. Ю. ПАШКЕВИЧЮС

Резюме

В отложениях нижнего и среднего лландовери разрезов глубоких скважин Паровея, Кункояй, Стачюнай и других в Литве и разреза площади Гусева в Калининградской области автором еще в 1962 г. были обнаружены диплограптиды с теками своеобразного строения. Подобные представители диплограптид также были обнаружены и в разрезе Икла в Юго-Западной Эстонии (образцы переданы Д. Л. Кальо).

Действительное строение тек упомянутых диплограптид, закрытое воротничком от прямого наблюдения, удалось установить только на выпрепарированных химическим путем и обесцвеченных рабдосомах. Теки рассматриваемых граптолитов близки к текам климакограптид. Экскавации тек закрыты воротничками, висящими над ними. Место выроста воротничков — геникулярная бровка вышележащей теки. Воротнички, опоясывая теки, доходят почти до середины рабдосомы. Апертурные края тек свободные, часто вогнутые и находятся под воротничками. Медиальная септа рабдосом, подобно таковой у псевдоклимакограптов, зигзаговидная или угловато-зигзаговидная.

На основании выявленного строения тек эти диплограптиды относятся к новому роду *Lithuanograptus*, который отличается от рода *Pseudoclimacograptus* Přibyl, 1947 и его подрода *Metaclimacograptus* Bulman et Rickards, 1968 наличием воротничков, закрывающих экскавации тек, и другими признаками. У *Metaclimacograptus* экскавации открыты. В них имеются фланцы (Bulman and Rickards, 1968), которые в определенной степени напоминают воротнички выделенного нами рода *Lithuanograptus* в зародышевом виде. Они, безусловно, отличаются от хорошо развитых, начинающихся у геникулярной бровки, полностью закрывающих апертурные экскавации тек воротничков рода *Lithuanograptus*. Вышесказанное,

а также зигзаговидная медиальная септа указывают на родственность *Metaclimacograptus* и *Lithuanograptus*.

Внешнее и внутреннее строение рабдосом, а также стратиграфическое положение показывают, что филогенетически род *Lithuanograptus* теснейшим образом связан с *Metaclimacograptus* раннелландоверийского времени и с *Clinoclimacograptus* среднего лландовери. Автор склонен считать эти три ветви самостоятельными родами. Название рода *Pseudoclimacograptus*, имея в виду данные, полученные В. Яануссоном (Jaanusson, 1960), следует оставить только для ордовикских видов этой группы.

Род *Lithuanograptus* gen. nov. в настоящее время состоит из следующих новых видов: *L. fusiformis*, *L. obuti* из зоны *Coronograptus cyphus*, *L. minimus* из зоны *Demirastrites convolutus* и *L. serus* из зоны *Monograptus sedgwicki*. Дано палеонтологическое описание нового рода и видов.

MÕNEST UUEST IDA-BALTIKUMI LÄNDOUVERI DIPLOGRAPTIIDIST

J. PAŠKEVIČIUS

Resümee

Püstitatakse uus perekond *Lithuanograptus* ja kirjeldatakse 4 uut liiki — *L. fusiformis* (tüüpliik), *L. obuti, L. minimus* ja *L. serus,* mis esinevad alates *C. cyphus*'e tsoonist kuni *M. sedgwicki* tsoonini. Fülogeneetiliselt on uus perekond seotud pseudoklimakograptiididega. Teekad on ehituselt sarnased klimakograptiidide teekadega, kuid avaused on täielikult kaetud kollaarkattega.

THE BASE OF THE SILURIAN SYSTEM IN THE BRITISH ISLES

R. B. RICKARDS

Interest in the base of the Silurian and the supposed problems surrounding its recognition and, perhaps, formal establishment in a particular section, has recently been stimulated by the papers of Cocks, Toghill and Ziegler (1970) and Lawson (1971) and by the occurrence of Ordovician shelly fossils interbedded with a *persculptus* Zone graptolite assemblage in Kazakhstan (Nikitin, 1971). It is fair to say that most British palaeontologists and stratigraphers have rarely considered the base of the Silurian as much of a problem: graptolite workers have taken the *persculptus* fauna as Silurian, and shelly fossil workers are usually able to identify the lowest Silurian on the basis of certain brachiopod genera and species.

Cocks et al. (op. cit.) in their paper on Llandovery stages elected to "move" the base of the Silurian from the Llandovery district, where exposures and faunas are poor, to the base of the *persculptus* Zone as defined in Dobbs Linn, Southern Uplands (Toghill, 1968), where exposures are good but the faunas largely graptolitic. Lawson (op. cit.) and Koren (1973) rightly point out that the base of the *persculptus* Zone in Dobbs Linn is underlain by 3.1 m of apparently barren mudstone, and that in a condensed sequence such a thickness might represent a considerable period of time. The overlying *persculptus* Zone is only a little over 1 m thick and if the duration of a graptolite zone may be taken as approximately 1M years, and the graptolitic/barren bed association the same as that described by Rickards (1964), then the barren beds may indeed represent a greater duration than one "average" graptolite zone. It should perhaps be added that the microfossil potential of the supposed barren beds has not been assessed, so far as the writer is aware.

Here it should be pointed out that the base of the *persculptus* Zone in Dobbs Linn need not correspond to the base of the *persculptus* Zone in its type area, namely west and southwest of Eisteddfa-Gurig, near Pont Erwyd, Cardiganshire, Wales. In this area, somewhat nearer the Llandovery district than the Southern Uplands, the *persculptus* Zone spans the lower part of the Eisteddfa Group which is underlain by the Bryn-glâs Mudstones and Drosgol Grits (Jones, 1909). The Bryn-glâs Mudstones are described as blue-black unfossiliferous mudstones, thickness with the Drosgol Grits about 2,400 feet, and although the Drosol Grits are underlain by proven Ordovician rocks they and the Bryn-glâs Mudstones are arbitrarily placed in the Ordovician. The *persculptus* fauna appears abruptly not only in its

type area but over much of west and central Wales, and it is quite conceivable that the unfossiliferous beds underlying the *persculptus* Zone are the time equivalents of beds elsewhere yielding a *persculptus* fauna. The same could be true of the barren beds underlying the *persculptus* Zone in Dobbs Linn.

As a corollary it is possible that the Bryn-glâs Mudstones may be the time equivalents of beds yielding shelly fossils which by any reckoning would be considered late Ordovician in age. This may well be the explanation of the Nikitin (op. cit.) records of *persculptus* Zone graptolites (*G. persculptus, D. modestus, C.* ex. gr. *scalaris*) with Ordovician shelly fossils including *Dalmanitina mucronata and D. olini:* that the top of the Tolen Horizon is approximately equivalent to the barren beds seen below the *persculptus* faunas in many of the sections in the British Isles.

The situation in the British Isles is, however, far from difficult. Not only are there many sections straddling the Ordovician-Silurian boundary (whatever its definition), but some of these contain shelly fossils across the boundary such as those now being studied in south-central Wales (again not far away from the type Llandovery district), whilst yet others yield mixed shelly and graptolitic assemblages across the boundary, as in the Lake District (e. g. Rickards and Hutt, 1970). In this last area are distinctive Ordovician limestones and mudstones (Coniston Limestone and Ashgill Shales) yielding trilobites, brachiopods, other shells and rare graptolites, overlain by beds with a *persculptus* Zone fauna of *G. persculptus, C. normalis, C. miserabilis, C ? medius, D. ? modestus parvulus* and *D.* ex gr. *modestus* together with rare trilobites, some common brachiopods (admittedly offshore genera) and other fossils. Only above the *persculptus* Zone do the beds become dominantly graptolitic. At each horizon the potential for future work, (both macro- and microfossil) is considerable, whilst the potential for creating, artificially, further sections across the boundary is very good.

The occurrence of the trilobite genus *Dalmanitina* cannot itself be taken as an indicator of the Ordovician, for *D. brevispina* Temple (1952) has been recorded from the Silurian. Indeed it is possible that *D. brevispina* is actually conspecific with *D. mucronata* (Temple, pers. comm.) whilst the distinction between *D. mucronata* and *D. olini* is considered dubious by some trilobite workers. As things are defined at present, therefore, there is no reason why a mixed *persculptus* fauna and (Ordovician) shelly fauna need not occur. Nor would it be unreasonable to formally redefine the base of the *persculptus* elsewhere than the Pont Erwyd district. Similarly the base of the Silurian itself could be formally redefined, either at the base of the *persculptus* Zone in, say, the Lake District or, in preference perhaps, in a shelly succession straddling the boundary in south-central Wales, somewhat closer to the type Llandovery district.

Finally, the base of the Silurian could be redefined at the base of the almost universally recognized *acuminatus* Zone in the graptolitic facies. This would lose the advantage of mixed shelly and graptolitic assemblages through the *persculptus* Zone in some areas, or of good shelly faunas in others. It should be stated that the occurrence of monograptids in the *persculptus* Zone (Rickards and Hutt, 1970) and more recently in the *acuminatus* Zone (Hutt, pers. comm.), is more or less irrelevant to the arguments surrounding the base of the Silurian: with respect to this kind of thinking the warning of the Siluro-Devonian boundary was sounded loud and clear many years ago.

REFERENCES

Cocks, L. R. M., Toghill, P., Ziegler, A. M. Stage names within the Llandovery Series. — «Geol. Mag.», 1970, vol. 107, p. 79—87.
Jones, O. T. The Hartfell-Valentian succession in the district around Plynlimon and Pont Erwyd (North Cardiganshire). — «Quart. J. geol. Soc. Lond.», 1909, vol. 65.
Lawson, J. D. Some problems and principles in the classification of the Silurian System. Coll. Ord.—sil. Brest, — «Mem. du B. R. G. M.», 1971, No. 73, p. 301—308.
Nikitin, I. F. The Ordovician System in Kazakhstan. Coll. Ord.—sil. Brest. — «Mem. du B. R. G. M.», 1971, No. 73, p. 337—343.
Rickards, R. B. The Graptolitic Mudstone and Associated Facies in the Silurian Strata of the Howgill Fells. — «Geol. Mag.», 1964, vol. 101, p. 435—451.
Rickards, R. B., Hutt, J. E. The earliest monograptid. — «Proc. geol. Soc. Lond.», 1970, No. 1663, p. 115—119.
Toghill, P. The graptolite assemblages and zones of the Birkhill Shales (Lower Silurian) at Dobb's Linn. — «Palaeontology», 1968, vol. 11, p. 654—668.
Temple, J. T. A Revision on the trilobite Dalmanitina mucronata (Brongniart) and related species. — «Lunds Univ. Årsskr.", 1952, vol. 48, p. 1—33

Sedgwick Museum. Cambridge

НИЖНЯЯ ГРАНИЦА СИЛУРА БРИТАНСКИХ ОСТРОВОВ

Р. Б. РИКАРДС

Резюме

Коротко характеризуется зона *G. persculptus* на Британских островах, в частности на стратотипической площади Порт Эрвид. В связи с дискуссией по проведению границы ордовика и силура обсуждаются ее соотношения с другими стратиграфическими подразделениями. Отмечается, что раковинная фауна ордовикского облика может в некоторых регионах встречаться совместно с граптолитами зоны *G. persculptus*.

BRITI SAARTE SILURI ALUMINE PIIR

R. B. RICKARDS

Resümee

Lühidalt käsitletakse *persculptus*'e tsooni Briti saartel, antakse tema iseloomustus tüüpalal Port Erwydis ning seoses diskussiooniga arutletakse tsooni asendit siluri alumise piiri suhtes. Jõutakse järeldusele, et ordoviitsiumiilmeline karbifauna ja *persculptus*'e fauna võivad mõnes regioonis ühes ja samas kihis koos esineda.

CLASSIFICATION OF MONOGRAPTUS: A REDEFINITION OF SOME LLANDOVERY GRAPTOLITE GENERA

R. B. RICKARDS

Elles and Wood (1901—1918) following Lapworth's earlier (1876) work erected a complex key to the identification of monograptid species and yet, curiously in some eyes, did not erect a whole suite of new genera to embrace their species groups. At that time only *Rastrites* Barrande (1850), *Monoclimacis* Frech (1897) and *Pristiograptus* Jaekel (1889), of "modern" genera, were distinguished from *Monograptus* Geinitz (1852). Elles and Wood could, had they been so inclined, have named at least fifteen genera, but their reluctance in this respect carried the implication that much needed to be discovered about the morphology and evolutionary relationships before burdening the literature with new names. The validity of their case has been shown by much recent work on detailed structure wich has exposed quite unexpected phylogenetic relationships: particularly revealing has been the work of Urbanek (e. g. 1960, 1966, 1970). Urbanek (1958) and more recently Bulman and Rickards (1970) in effect followed the Elles and Wood technique by splitting off from *Monograptus* relatively few groups now considered sufficiently well defined in terms of morphology and evolution. The former recognised *Monograptus, Colonograptus* Přibyl, 1943), *Saetograptus* Přibyl (1943), *Lobograptus, Cucullograptus, Pristiograptus, Monoclimacis, Pernerograptus, Demirastrites* and *Rastrites* and the latter authors *Rastrites, Monoclimacis, Pristiograptus, Saetograptus, Cucullograptus* Urbanek (1954) and *Lobograptus* Urbanek (1958). Other species, being recognised in increasing numbers, were left in *Monograptus* sensu lato until such time as their detailed thecal structure (in particular) was known. It can be emphasized at this juncture that the vast majority of graptolites are known only as flattened silhouettes, and it is becoming almost a rule of thumb amongst graptolite workers that when three dimensional pyritised or isolated material is to hand structures are revealed which were quite unsuspected from studies of the silhouette. A parallel might be drawn here between graptolites and a party game enjoyed in the Hollywood movie-making circles in which ageing ladies promenade behind a silhouettecreating screen: the morphology of the individual emerging at the end of the screen bears little or no relationship to the silhouette enjoyed by the audience.

The merits of the above approach to monograptid problems were not upheld by a number of Continental and Chinese workers and since 1940 at

least fifteen "genera" have been erected. These are technically valid genera but usually little has been added to the knowledge of an Elles and Wood species group which is simply adopted and named. The relative values of these "genera" have been discussed in some detail by Bulman and Rickards (op. cit.), and it is not proposed to repeat this here, but rather to redefine several such "genera" in terms of some recent work done by the present author. It is one of the main criticisms of labelling silhouettes that at some later date a clear redefinition is required, and many species need to be shuffled from one "genus" to another or, preferably, reincorporated in *Monograptus* sensu lato.

A good example is that *Streptograptus* Yin (1937). The thecal morphology demonstrated in this paper (Fig. 1) shows the presence of a

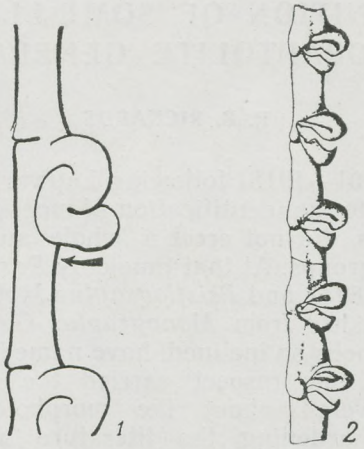


Fig. 1. *Monograptus nodifer* Törnquist sensu stricto, diagrammatic, arrow indicates facing direction of (hidden) thecal aperture; prothecal folds present. ×25.

Fig. 2. *Monograptus* sp. similar silhouette to *M. nodifer* s. s. but aperture facing *outwards*, and excessive growth of ventral thecal wall; approximately ×25.

peculiar bulbous flange in the dorsal wall of the "hooked" or "coiled" thecae making the species unique. Consequently the structural interpretations of Elles and Wood (1901—1918), Yin (1937) and Bouček and Přibyl (1943) are seen as oversimplified and the several species included in the genus by Yin and by Bouček and Přibyl, particularly by the latter authors, must be accommodated elsewhere. Clearly it is pointless to erect another new generic name for them, and they are better held in *Monograptus* sensu lato until the morphology is known. *M. exiquus,* previously regarded as a typical streptograptid, has been shown to be closer to *Oktavites* Levina (1928) in spite of its ventral curvature (Hutt, Rickards, Skevington, 1970; Bulman, Rickards, 1970), whilst the form *Monograptus* sp. depicted herein (Fig. 2) warns of the probable exotic nature of many so-called streptograptid species.

The following genera are redefined below and a discourse is given in the last section on their evolutionary relationships to other groups: *Pribylograptus* Obut and Sobolevskaya (1966); *Coronograptus* Obut and Sobolevskaya (1968); *Lagarograptus* Obut and Sobolevskaya (1968).

Acknowledgements. I am indebted to Professor A. M. Obut of the Novosibirsk Institute of Geology and Geophysics and Dr. R. F. Sobolevskaya of the Arctic Institute, Leningrad for their unstinting help with this work in general and in particular for assisting with the comparison of Russian and British collections during my visit to the Soviet Union in 1971. I also acknowledge the receipt of an award by the Anglo-Soviet Cultural exchange scheme, and the help of the Soviet Academy of Sciences.

SYSTEMATIC SECTION

FAMILY MONOGRAPTIDAE LAPWORTH, 1973

Genus *Pribylograptus* Obut et Sobolevskaya, 1966

Figs 3, 4

Type species. *Monograptus incommodus* Törnquist, 1899; original designation.

Generic diagnosis (emend herein). Rhabdosome usually long and slender with flexuous curvature, but in one species more robust and straight, and in one with stiff dorsal curvature proximally. Sicula known in only one species where it is small reaching to about the aperture of th 1. Thecae are long, slender, usually inclined at less than 20° to the axis of the rhabdosome, and have pronounced introversion of the apertual region which may also be furnished with a pair of lateral horns directed dorsolaterally, and overhung by a geniculum and perhaps with a genicular hood.

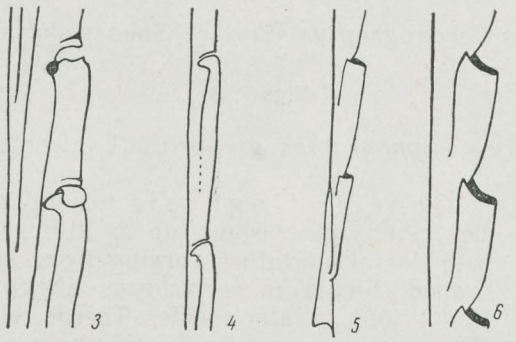


Fig. 3. *Pribylograptus leptotheca* (Lapworth), diagrammatic; ×10.

Fig. 4. *Pribylograptus incommodus* (Törnquist), type specimen of the type species of the genus; ×10.

Fig. 5, 6. *Monograptus atavus* Jones, diagrammatic; ×10.

Discussion. As originally conceived *Pribylograptus* was to apply to Elles and Woods' Group II including *M. atavus, M. sandersoni, M. incommodus, M. argutus* and *M. tenuis*. The thecae were considered to be *atavus*-like (Figs 5, 6 herein), that is, with relatively simple, slightly everted thecae with a flowing geniculum and thecal overlap of about half the ventral wall. Unfortunately an examination of the type specimens and

others of *M. incommodus* showed that the thecae were introverted, had a pronounced geniculum, and possessed a pair of dorso-laterally directed horn-like processes (Rickards Rushton, 1968). Elles and Wood suspected thecal introversion of some kind in the case of *M. argutus,* as did Rickards in *M. argutus sequens,* and this was shown to be so (Rickards, Rushton op. cit.). Subsequently Hutt and Rickards (1970) established the presence of a genicular hood in *M. argutus.* Thus it became necessary to separate *M. incommodus* and *M. argutus* from *M. atavus,* and the definition of the genus changed drastically to include the (then) only known monograptids with introverted apertures.

In describing well-preserved specimens of *M. tenuis* provided by the present writer, Hutt (1968) established the presence of a (then) unique ventral apertural process combined with a thecal excavation, slight apertural evertion, and an overhanging geniculum (see below under *Lagarograptus*). *M. tenuis,* therefore, had to be removed from *Pribylograptus,* whereas *Monograptus leptotheca,* a typical *Pristiograptus* heretofor, had to be included (Rickards, Rushton, 1968). The last species is an unusual pribylograptid in that the distal parts of the rhabdosome are robust and straight and have such long thecae that any transverse section may cut through as many as four thecal tubes. Otherwise the thecae are typical and the proximal regions are very similar to *M. incommodus.* At the present time, therefore, *Pribylograptus* may be taken to include *M. incommodus, M. argutus* and subspp., *M. leptotheca, M.* cf. *incommodus* (Hutt, Rickards, 1970) whilst *M. sandersoni* Lapworth almost certainly belongs here, although all that is apparent in its structure is thecal introvertion.

The evolutionary relationships of the genus with other genera are discussed below.

Genus *Coronograptus* Obut et Sobolevskaya, 1968

Figs 7, 8

Type species. *Monograptus gregarius* Lapworth, 1876; original designation.

Generic diagnosis (emend-herein). Rhabdosomes mostly quite short, up to 40 mm, relatively robust with dorsal curvature varying from stiff to horseshoe-shaped. Sicula in early forms about 2 mm, but up to 12 mm long in later species. Thecae relatively long, usually overlapping at least half the ventral wall, with a rounded geniculum pronounced in some species; thecal apertures even or slightly everted, and rarely isolate growing out over the geniculum and obscuring it.

Discussion. The name *Coronograptus* was originally given to Elles and Woods' Group I (a) which included *M. gregarius* and subspecies, *M. cyphus* and *M. acinaces.* The present writer would add *M. hipposideros* Toghill to this list although it is conceivable that this species is a junior synonym of one of the Obut and

Fig. 7, 8. *Coronograptus gregarius* (Lapworth); full explanation in text; 7, ×10; 8, ×25.

Sobolevskaya subspecies. *Monograptus acinaces* Törnquist (= *M. rheidolensis* Jones) should, however, be excluded from the group since it has been shown (Hutt, Rickards, 1970; Bulman, Rickards, 1970) that the species has a pronounced ventral apertural process as in *M. tenuis,* a closely similar proximal end, and an apertural excavation and geniculum (see below under *Lagarograptus*).

The nature of the geniculum in *M. gregarius* was established by Hutt, Rickards, Skevington (1970) on isolated Swedish specimens, whilst Professor Bulman provided specimens with isolated thecal apertures: this isolation was achieved by continued growth of the thecal tube over the rounded geniculum. Such knowledge adds considerably to a definition of *Coronograptus* and in an understanding of its evolutionary setting (discussed below).

Genus *Lagarograptus* Obut et Sobolevskaya, 1968

Figs 9, 10, 11

Type species. *L. inexpeditus* Obut et Sobolevskaya 1968; original designation.

Generic diagnosis (emend-herein). Rhabdosome with moderate dorsal curvature, relatively slim and parallel-sided. Sicula long but reaching at most to just above the aperture of theca 1. Thecae long, slender, overlap $^1/_2$ to more than $^3/_4$ of ventral wall; thecal apertures slightly everted, with semi-circular excavation and overhanging pronounced geniculum which may have a genicular hood; striking ventral apertural process of triangular shape composed of fusellar tissue.

Discussion. From the original figures the nature of the hook and other possible features was not clear to Bulman and Rickards (1970), but the writers examination of the originals in 1971 established, with Professor Obut's assistance, that *L. inexpeditus* bore a striking resemblance to *M. tenuis* (see Hutt, 1968) and shared with that species a semi-circular thecal excavation, a geniculum, triangular ventral apertural process, subparallel dorsal and ventral rhabdosomal walls, in addition to generally similar dimensions of thecae, sicula and rhabdosome. *L. inexpeditus* is a *triangulatus* zone species from Norilsk, whilst *M. tenuis* is typical of

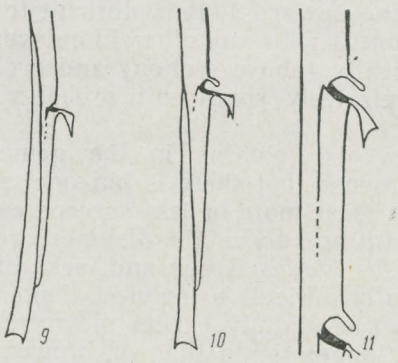


Fig. 9. *Lagarograptus tenuis* (Portlock); diagrammatic; ×10.

Fig. 10. 11. *Lagarograptus inexpeditus* Obut, Sobolevskaya, diagrammatic; ×10.

the *sedgwickii* Zone. It was subsequently shown by Hutt and Rickards (1970) that *M. acinaces,* hitherto grouped with *M. gregarius* and *M. cyphus,* was closely similar to *M. tenuis* in shape size and position of the sicula, rhabdosomal size and shape, and also in possessing a triangular ventral apertural process in well preserved specimens. The writer would add that the triangular process has since been seen in Swedish specimens of *M. acinaces* as well as in the Welsh specimens of the same species (i. e. *M. rheidolensis*).

At this time in the research, therefore, examples of *Lagarograptus* were known from the *acinaces, cyphus, triangulatus* and *sedgwickii* Zones. More recently the writer has obtained further material, indentified as *M.* of. *tenuis,* from the *convolutus* zone of the Tabuk Formation, Saudi Arabia. As well as helping to plug the gap somewhat between the *triangulatus* and *sedgwickii* Zones, these specimens are important in displaying, occasionally, a zig-zag fusellar structure on the ventral apertural process. This observation does not, therefore, support the suggestion of Obut and Sobolevskaya with respect to *L. inexpeditus* that the "hook-like processes" were in some way reproductive structures. The genicular hood is also displayed much more convincingly on the Saudi Arabian material than on any other material that the writer has examined.

EVOLUTIONARY RELATIONSHIPS

It is useful to take as a working model the evolutionary story outlined by Hutt and Rickards (1970). Subsequently Rickards and Hutt (1970) obtained a new *atavus*-like species *M. ceryx* from the *persculptus* Zone of the English Lake District, whilst Hutt (pers. comm.) has since collected the same species from the *acuminatus* Zone. Thus on present knowledge the *atavus* Group (? Gen. nov.) precedes the genera *Pribylograptus* and *Coronograptus,* both of which appear at the base of the *atavus* Zone, and *Lagarograptus* which appears with *M. acinaces* at the base of the *acinaces* Zone.

It is a relatively easy matter to derive *Coronograptus* from the earlier *atavus* Group: whilst the thecal apertures and flowing geniculum remain more or less the same, the sicula, rhabdosomal width and thecal overlap increase through *M. cyphus praematurus* (*atavus* Zone) to *M. c. cyphus* (*acinaces* and *cyphus* Zone) and probably also results in *M. gregarius* and subspecies (*cyphus* Zone upwards). It is difficult to link the six or seven members of *Coronograptus* with any other Llandovery monograptids, and as defined morphologically (above section) and evolutionarily they now form a tinghtly knit, relatively small unit probably lacking polyphyletic relationships.

This last situation also obtains in the genus *Lagarograptus* (as defined above) in the sense that there is but one species recognised at each horizon, and that these more or less succeed each other. The earliest of them, *M. acinaces* still broadly retains the more gentle geniculum of the probable ancestors in the *atavus* Group and lacks the genicular hood of later forms. It is equally difficult to connect *Lagarograptus* with other monograptids except those slightly earlier members of the *atavus* Group which have already a longer sicula than *M. atavus,* thecae with greater overlap, and a slightly sharper geniculum (see Hutt, Rickards, 1970). Thus *Lagarograptus* now represents a closely defined, quite small monograptid group, probably lacking polyphylly, the origins of which can be reasonably identified and which, like *Coronograptus,* had little subsequent evolutionary potential.

Hutt and Rickards (1970) and Hutt, Berry and Rickards (abstract to 1972) thought the early monograptids to be diphyletic in origin. Two discoveries have caused a reappraisal of this idea which had pribylograptids (with introverted thecae) in one lineage and the *atavus* Group in a second. Firstly the finding of *M. ceryx* in the *persculptus* Zone by Rickards (in Rickards, Hutt, 1970). This would allow fully two zones in which introverted thecae could develop from simple *ceryx*-like thecae. But more important perhaps is the recognition of a wholly new group of monograptids by Hutt (pers. comm.) in which the proximal thecae have simple (retroverted) hooks which gradually change to distal thecae which are strongly introverted, *incommodus*-like thecae. This material shows that the morphological change of hooks to introverted thecae is quite possible, and opens up a whole range of problems at present being examined by Miss Hutt.

Other early Llandovery genera are not in such a healthy position in terms of our knowledge of either their morphology or their evolution. Recent work by Hutt and the writer suggests there may be two quite different forms of *M. revolutus,* the one a potential ancestor of horned triangulate monograptids, the other with possibly less evolutionary potential. *M. revolutus* is placed in the genus *Pernerograptus* Přibyl (1941) by some workers, but only a single published detailed observation of structure has been made on *M. revolutus* (see Sudbury, 1958), and one on the type species of the genus *M. argenteus* Nicholson (see Bulman, 1951): the former is known to have paired horns, and the latter a single, simple *priodon*-like hook. The latter observation is supported by unpublished observations of the present writer. Nevertheless there seems little case for the usefulness of a genus *Pernerograptus* based only upon *M. argenteus,* and the evolutionary relationships of which are so scantily known.

The relationship of other early Llandovery genera to those discussed in detail above have been outlined by Hutt and Rickards (1970) and by Bulman and Rickards (1970), and it is not proposed to examine them further here. It is suggested in conclusion that the morphology, stratigraphy and a framework of evolutionary lineages be worked out before any further "genera" are created. The present writer, therefore, refrains at present from placing the *atavus* Group in a gen. nov. until its connections with a number of succeeding groups has been unravelled further than outlined by Hutt and Rickards (1970).

REFERENCES

Barrande, J. Graptolites de Boheme. [Prague], 1850. 74 p.

Bouček, B., Přibyl, A. O českych monograptech z podrodu *Streptograptus* Yin. — «Rozpr. Ceske Akad.», 1943, vol. 52, p. 1—23.

Bulman, O. M. B. Notes on thecal variation in *Monograptus*. — «Geol. Mag.», 1951, vol. 88, p. 316—328.

Bulman, O. M. B., Rickards, R. B. Classification of the Graptolite Family Monograptidae Lapworth, 1873. In: Treatise on invertebrate Paleontology, pt. V, Graptolithina, with sections on Enteropneusta and Pterobranchia (2nd edition). Kansas Univ. Press., 1970, p. 149—157.

Elles, G. L., Wood, E. M. R. Monograph of British Graptolites, pts. I—XI. Palaeontogr. Soc. Mon., 1901—1918. 539 p.

Frech, F. Lethaea geognostica; Lethaea palaeozoica. Graptolithiden. 1897, 1. Bd., S. 544—684.

Geinitz, H. B. Versteinerungen der Grauwacken-Formation. Leipzig, 1852. 58 S.

Hutt, J. E. A redescription of the Llandoverian monograptid "Graptolithus" tenuis, Portlock, 1843. — «Geol. Mag.», 1968, vol. 105, p. 251—255.

Hutt, J. E., Berry, W. B. N., Rickards, R. B. Some major elements in the evolution of Silurian and Devonian graptoloids. Intern. geol. Congr. 24th Sess. Canada, Section 7, Paleont. Montreal, 1972. p. 163—173.
Hutt, J. E., Rickards, R. B. The evolution of the earliest Llandovery monograptides. — «Geol. Mag.», 1970, vol. 107, p. 67—77.
Hutt, J. E., Rickards, R. B., Skevington, D. Isolated Silurian graptolites from the Bollerup and Klubbudden stages of Dalarna, Sweden. — «Geologica et Paleontologica», 1970, vol. 4, p. 1—23.
Jaekel, O. Ueber das Alter des sogen. Graptolithen-gesteins. — «Z. Dtsch. geol. Gesell.», 1889, Bd. 41, S. 653—716.
Lapworth, C. On an improved classification of the Rhabdophora. — «Geol. Mag.», 1873, vol. 10, p. 500—504, 555—560.
Lapworth, C. On Scottish Monograptidae. — «Geol. Mag.», 1976, ser. 2, vol. 3, p. 544—552.
Přibyl, A. *Pernerograptus* nov. gen. und seine Vertreter aus dem bohmischen und ausladnischen Silur. — "Vest. Kral. českе. Spol. nauk, tr. mat.-prir." 1941, s. 1—18.
Přibyl, A. Revision der Pristiograpten aus den Untergattungen *Colonograptus* n. subg. und *Saetograptus* n. subg. — «Bull. Int. Acad. tcheque Sci.», 1943, vol. 43, p. 163—184.
Rickards, R. B. The Llandovery (Silurian) graptolites of the Howgill Fells, Northern England. — «Palaeontogr. Soc. Mon.», 1970, vol. 123. 108 p.
Rickards, R. B., Hutt, J. E. The earliest monograptid. — «Proc. geol. Soc. London», 1970, No. 1663, p. 115—119.
Rickards, R. B., Rushton, A. W. A. The thecal form of some slender Llandovery *Monograptus*. — «Geol. Mag.», 1968, vol. 105, p. 264—274.
Sudbury, M. Triangulate monograptids from the *Monograptus gregarius* zone (Lower Llandovery) of the Rheidol Gorge (Cardiganshire). — «Phil. Trans. R. Soc. (B)», 1958, vol. 241, p. 485—555.
Törnquist, S. L. Monograptidae of the Scanian Rastrites Beds. — «Lunds Univ. Årsskr.", 1899, bd. 35, s. 1—25.
Urbanek, A. Monograptidae from erratic boulders of Poland. — «Palaeont. Polonica», 1958, No. 9. 105 p.
Urbanek, A. An attempt at biological interpretation of evolutionary changes in graptolite colonies. — «Acta Paleont. Polonica», 1966, vol. 11, p. 291—544.
Urbanek, A. Neocucullograptinae n. subfam. (Graptolithina). Their evolutionary and stratigraphic bearing. — "Acta Paleont. Polonica" 1970, 15, p. 163—388.
Yin, T. H. Brief description of the Ordovician and Silurian fossils from Shihtien. — "Geol. Soc. China, Bull.", 1937, vol. 16, p. 281—302.
Левина Е. Ф. Граптолиты из Ак-Теньги в Туркестанском хребте. — «Тр. Средн.-Аз. гос. ун-та. Сер. VIIa, Геология», 1928, вып. 5, с. 1—18.
Обут А. М., Соболевская Р. Ф. Граптолиты раннего силура в Казахстане. М., «Наука», 1966. 56 с.
Обут А. М., Соболевская Р. Ф. — В кн.: Обут А. М., Соболевская Р. Ф., Меркурьева А. П. Граптолиты лландовери в кернах буровых скважин Норильского района. М., «Наука», 1968. 136 с.

Sedgwick Museum. Cambridge

КЛАССИФИКАЦИЯ *MONOGRAPTUS*. НОВЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НЕКОТОРЫХ РОДОВ ЛЛАНДОВЕРИЙСКИХ ГРАПТОЛИТОВ

Р. Б. РИКАРДС

Резюме

Детальное исследование морфологии и эволюции родов *Pribylograptus*, *Coronograptus* и *Lagarograptus* позволило разработать новые диагнозы и рассматривать их в качестве самостоятельных родов, независимых от *Monograptus* Geinitz. Обсуждаются соотношения близких монограптидных «родов», таких, как *Pernerograptus*, и видовых групп, таких, как группа *atavus* и *revolutus*.

MONOGRAPTUS'E KLASSIFIKATSIOON. MÕNE LÄNDOUVERI GRAPTOLIIDI PEREKONNA UUS MÄÄRATLUS

R. B. RICKARDS

Resümee

Perekondade *Přibylograptus, Coronograptus* ja *Lagarograptus* morfoloogia ja evolutsiooni detailuurimine võimaldas anda nende uued diagnoosid ning lugeda nad iseseisvateks perekondadeks väljaspool perekonda *Monograptus* Geinitz. Arutletakse ka lähedaste «perekondade», nagu *Pernerograptus,* või liigigruppide, nagu *atavus*'e ja *revolutus*'e grupp, suhteid monograptiidide hulgas.

ГРАПТОЛИТЫ ПОГРАНИЧНЫХ СЛОЕВ ОРДОВИКА И СИЛУРА НА ГОРНОМ АЛТАЕ

Н. В. СЕННИКОВ

Первые находки граптолитов на Алтае были сделаны в 1928—1930 гг. и описаны Б. Н. Аверьяновым (1932). С тех пор накопился значительный материал по граптолитам, который до сих пор не был систематизирован и описан. В стратиграфическом отношении по этому материалу удавалось в некоторых разрезах установить подъярусы.

В последние годы автором собран новый, разнообразный в видовом и возрастном отношении материал по граптолитам, позволивший уточнить и существенно дополнить стратиграфическую схему силура Горного Алтая. Эти данные приведены в работе Е. А. Елкина, В. А. Желтоноговой, автора и Л. С. Базаровой (1974).

Впервые в стратиграфических построениях по Горному Алтаю использованы граптолитовые зоны, выделенные в соответствии с международной шкалой ордовика. Впервые установлены виды-индексы и соответствующие комплексы зоны *D. ornatus—C. supernus* самых верхов ордовика, а также зоны *A. acuminatus* самых низов силура. Следует отметить, что непосредственно выше алевролитов зоны *D. ornatus—C. supernus* в едином разрезе залегает 40-метровая пачка известняков, в нижней части которой найдены табуляты и трилобиты верхнеордовикского возраста. Эта часть известняковой пачки может быть аналогом слоев 5b Норвегии, а верхняя ее часть может соответствовать уровню зоны *G. persculptus*. Учитывая это, надо полагать, что в данном случае мы имеем непрерывный разрез от ордовика к силуру.

В силуре помимо вышеуказанной зоны *A. acuminatus* выделены еще восемь зон — от зоны *D. extenuatus* до подзоны *S. grandis* (см. схему). Граптолиты на более высоких уровнях силура на Алтае пока не найдены.

Состав видовых комплексов граптолитов выделенных зон следующий:

зона *D. ornatus* и *C. supernus: Dicellograptus ornatus* Elles et Wood, *Climacograptus* supernus Elles et Wood, *C. hastatus* (T. S. Hall); *Glyptograptus* sp;

зона *A. acuminatus: Akidograptus* cf. *acuminatus* (Nicholson), *Dimorphograptus* (s. l.) sp. indet., *Přibylograptus* sp. indet., *Monograptus* sp. indet., *Pseudoclimacograptus hughesi* (Nicholson), *P. orientalis* Obut et Sobolevskaya;

зона *D. extenuatus: Diplograptus modestus sibiricus* Obut, *Dimorphograptus extenuatus* Elles et Wood, *Hedrograptus rectangularis* (McCoy), *H. normalis* (Lapworth), *H. medius* (Törnquist), *Pseudoclimacograptus hughesi* (Nicholson), *P. orientalis* Obut et Sobolevskaya, *Paraclimaco-*

Схема зонального расчленения верхнеордовикских—нижнесилурийских отложений Горного Алтая по граптолитам

Система	Отдел	Ярус	Подъярус	Зона
Силурийская	нижний	венлокск	нижний	*Oktavites spiralis* — подзона *Stomatograptus grandis*; подзона *Monoclimacis griestonensis*
		лландоверийский	верхний	*Spirograptus turriculatus*
				Spirograptus minor
				Monograptus sedgwicki
			средний	*Demirastrites convolutus*, *Cephalograptus cometa*
				Demirastrites triangulatus
			нижний	*Coronograptus cyphus*
				Dimorphograptus extenuatus
				Akidograptus acuminatus
Ордовикская	верхний	ашгиллский	верхний	*Dicellograptus ornatus*, *Climacograptus supernus*

graptus aff. *innotatus* (Nicholson), *Glyptograptus* sp., *Rhaphidograptus* sp., *Monograptus* (s. l.) sp.;

зона *C. cyphus: Coronograptus cyphus* (Lapworth), *Přibylograptus incommodus* (Törnquist), *Rhaphidograptus maslovi* Obut et Sobolevskaya, *Hedrograptus* sp., *Pseudoclimacograptus* sp.;

зона *D. triangulatus: Demirastrites triangulatus triangulatus* (Harkness), *D. pectinatus pectinatus* (Richter), *D. delicatulus* (Elles et Wood), *Hedrograptus janischewskyi janischewskyi* Obut, *H. j. serus* Obut et Sobolevskaya, *H. rectangulars* (McCoy), *H. krivunensis* (Obut), *Glyptograptus tamariscus tamariscus* (Nicholson), *Agetograptus zintchenkoae* Obut et Sobolevskaya, *Rhaphidograptus maslovi* Obut et Sobolevskaya, *Petalograptus ovato-elongatus* (Kurck), *Pseudoclimacograptus hughesi* (Nicholson), *Pernerograptus praecursor* (Elles et Wood),

Pernerograptus ex gr. *revolutus* (Kurck), *Přibylograptus* aff. *tenuis* (Portlock), *Campograptus communis* (Lapworth);

зона *D. convolutus* и *C. cometa: Demirastrites convolutus* (Hisinger), *D. delicatulus* (Elles et Wood), *Hedrograptus rectangularis* (McCoy), *Pseudoclimacograptus hughesi* (Nicholson), *Orthograptus mutabilis* Elles et Wood, *Rectograptus* sp., *Glyptograptus* sp., *Cephalograptus cometa extrema* Boucek et Přibyl, *Přibylograptus* aff. *tenuis* (Portlock), *Pernerograptus* ex gr. *revolutus* (Kurck), *Campograptus communis* (Lapworth), *Koremagraptus onniensis* Bulman, *Koremagraptus* sp., *Dictyonema* sp;

зона *M. sedgwicki: Monograptus sedgwicki* (Portlock), *Campograptus* ex gr. *communis* (Lapworth), *Diversograptus capillaris* (Carruthers), *Rastrites* sp., *Pristiograptus* sp.;

зона *Sp. minor: Spirograptus minor* (Boucek), *Rastrites linnaei* Barrande, *R. geinitzi* (Törnquist), *Streptograptus nodifer* (Törnquist), *Petalograptus ovato-elongatus* (Kurck), *P.* aff. *ovatus* (Barrande), *Pseudoplegmatograptus obesus* (Lapworth), *Retiolites* sp. *Hedrograptus* sp., *Agetograptus* sp., *Glyptograptus* sp., *Oktavites planus* (Barrande), *Diversograptus capillaris* (Carruthers), *D. runcinatus* (Lapworth), *Monograptus halli* (Barrande), *M.* aff. *distans* (Portlock), *Campograptus* sp., *Pseudoclimacograptus extremus* (Lapworth);

зона *S. turriculatus: Spirograptus turriculatus* (Barrande), *Diversograptus runcinatus* (Lapworth), *Glyptograptus* sp., *Oktavites* sp., *Monograptus* (s. l.) sp.;

подзона *M. griestonensis: Oktavites spiralis* (Geinitz), *Monoclimacis* ex gr. *griestonensis* (Nicol), *Monograptus priodon* (Bronn), *Oktavites planus* (Barrande), *Dictyonema* aff. *graptolithorum* Počta, *Polygonograptus* sp., *Stomatograptus* sp. indet., *Campograptus* sp.;

подзона *S. grandis: Stomatograptus grandis* (Suess), *Monoclimacis* aff. *griestonensis kettneri* (Boucek), *M.* ex gr. *griestonensis* (Nicol), *Monograptus priodon* (Bronn), *M. ajagusensis* Obut et Sobolevskaya, *M.* aff. *marri* Perner, *Retiolites angustidens* (Elles et Wood), *R.* aff. *angustissimus* Obut et Sobolevskaya, *Oktavites falx* (Suess), *O. planus* (Barrande), *O.* aff. *flagellaris* (Törnquist).

Положение подзоны *S. grandis* в общей ярусной шкале еще окончательно не определено. В настоящее время некоторые исследователи, особенно зарубежные, помещают названную подзону в основание венлока (Berry, Boucot, 1970; Churkin, Carter, 1970). Учитывая это, а также положение подзоны в конкретных разрезах исследуемого региона, отложения, слагающие подзону *S. grandis*, отнесены к основанию венлока, точнее, их считают переходными между лландовери и венлоком. На это указывает раковинная фауна из терригенно-карбонатных пород, являющихся аналогами граптолитовых сланцев.

Несмотря на разобщенность отдельных разрезов и сложную тектоническую обстановку, удалось составить единую региональную схему граптолитовых зон для лландоверийского яруса Горного Алтая. Выделенные зоны легко увязываются друг с другом в сводном разрезе по другим группам фауны и стратиграфическим данным. Кроме того, практически полный разрез лландоверийских отложений можно наблюдать в двух разрезах. В нижней части первого из них (левый берег р. Ини, выше пос. Чинеты) определены граптолиты зоны *A. acuminatus*, а в его верхах — зоны *D. convolutus* и *C. cometa*. В низах второго разреза (г. Россыпная) определены граптолиты зоны *D. triangulatus*, а в его верхах — зоны *O. spiralis*. Эти разрезы, перекрывающие друг друга, на уровне зоны *D. triangulatus* содержат богатые комплексы граптолитов. Все это свиде-

тельствует о том, что осадконакопление в лландоверийское время на данной территории было непрерывным.

При анализе видового состава комплексов граптолитов и изучении морфологии стадий развития их колоний удалось выделить три типа ассоциаций граптолитов, постепенно сменяющих друг друга от верхнего ашгилла до нижнего венлока, и соответственно три этапа в истории развития Алтайского бассейна. Ассоциации были охарактеризованы по трем признакам: по видовому разнообразию, по количеству экземпляров каждого вида и по возрастной структуре ассоциации (по размерам колоний). То, что видовое разнообразие является одним из главных признаков любой ассоциации, не вызывает сомнения. Численность форм каждого вида также имеет значение, так как по ней можно судить, насколько плотно были заселены биотипы. Критерием для выделения признака возрастной структуры ассоциации послужило нахождение в некоторых местонахождениях большого числа целых сикул (с зачатками тек и без них) и маленьких полных (не обломанных) колоний с сикулой и 2—3 теками. Конечно, такие размеры колоний не позволили дать видовое, а в некоторых случаях и даже родовое определение, но при характеристике ассоциаций они играют важную роль, так как показывают, какие колонии граптолитов заселяли те или иные биотипы — взрослые или юные. Следует учесть также, что при полевых исследованиях обычно отбирались образцы с колониями граптолитов больших размеров, так как сикулы с зачатками тек можно увидеть только под микроскопом. Учитывая это, число маленьких, юных форм в местонахождениях, где они были найдены, должно быть еще больше (в процентном отношении к числу больших колоний). На основании перечисленных признаков выделены три типа ассоциаций граптолитов.

Первый тип ассоциаций характеризуется: а) малым числом видов (в среднем 5 и только в одном местонахождении 10), б) небольшим количеством их экземпляров (в среднем 2—3, редко до 10), в) малыми размерами полных колоний и большим числом юных форм. Например, в одном местонахождении на 400 сикул приходится 18 полных колоний (обломанных нет) размером от 10 до 15 мм; наибольшая длина рабдосом граптолитов для этого местонахождения — 16 мм, хотя наибольшая длина рабдосом видов, определенных в нем (по данным литературы), должна достигать 4,5—5 см.

Второй тип ассоциаций характеризуется: а) большим числом видов (в среднем 10, в одном местонахождении 17), б) большим количеством экземпляров (в среднем более 10, в некоторых более 30), в) большими размерами колоний (взрослые формы), отсутствием юных форм и сикул. Хотя многие колонии обломаны, их размеры достигают наибольших размеров колоний этих видов (по данным литературы), а некоторые колонии по размерам и превышают их. Например, обломок средней и дистальной части рабдосомы *Hedrograptus janischewskyi janischewskyi* Obut достигает в длину 5,2 см, а раньше считали, что длина этого вида не превышает 5 см (Обут, 1949; Обут, Соболевская, Меркурьева, 1968).

Третий тип ассоциаций по этим же трем признакам (а, б, в) занимает среднее, промежуточное положение между двумя первыми ассоциациями. Он характеризуется: а) небольшим числом видом (в среднем 7—8; б) малым количеством экземпляров видов (в среднем 3—5); в) средними размерами колоний, так как здесь встречаются взрослые формы, не достигающие наибольших размеров, известных по данным литературы; г) полным отсутствием, как и во второй ассоциации, отдельных сикул и юных форм.

В возрастном отношении выделенные три типа ассоциаций соответ-

ствуют трем этапам в геологической истории развития Алтайского бассейна в ашгиллский и лландоверийский века. Здесь следует отметить, что все местонахождения с граптолитами найдены в одинаковых, сходных по литологии породах, приуроченных к одной структурно-фациальной зоне, и на расстояниях, исключающих возможность наличия каких-либо узкоспециализированных экологических ниш.

Для первого этапа, соответствующего первому типу ассоциаций граптолитов и охватывающего поздний ашгилл—ранний лландовери, характерно, что на протяжении его на рассматриваемой территории существовали специфические условия, благоприятные для быстрого и массового размножения граптолитов. В это время Алтайский бассейн располагался не на основных путях миграции граптолитов.

Второй этап, соответствующий второму типу ассоциаций, охватывает нижнюю часть среднего лландовери и характеризует условия, неблагоприятные для массового развития граптолитов, но выгодные для их широкой миграции через этот район и другие смежные с ним регионы.

В третий этап, соответствующий третьему типу ассоциаций и охватывающий верхнюю часть среднего и верхнего лландовери, а также низы венлока, возможности широкой миграции граптолитов стали ухудшаться. Вместе с тем условия, благоприятные для их размножения, еще не возникли.

Переход от первого этапа ко второму совпадает с границей нижнего и среднего лландовери и выражается в полном исчезновении отдельных сикул и юных форм на этом рубеже. Переход от второго этапа к третьему произошел на верхней границе зоны *D. triangulatus* и выражен в постепенном изменении признаков ассоциаций. Постепенность перехода объясняется тем, что на этом рубеже изменение условий в раннесилурийском Алтайском море не привело к возникновению каких-либо качественных новых условий для развития граптолитов. Представляет интерес аналогичное исследование граптолитовых ассоциаций по тем же параметрам в соседних регионах, например в Казахстане, Киргизии и на Северо-Востоке СССР, где зональная стратиграфия разработана уже достаточно детально. Затем можно было бы проследить, где существовали условия для массового развития граптолитов и как с течением времени менялись пределы их распространения.

Зональные комплексы видов граптолитов на Горном Алтае составлены большим числом типичных форм, широко распространенных и во многих других регионах. В целом в зональных комплексах определено более 80 видов, относящихся к 34 родам и 9 семействам. Почти все эти виды были известны и раньше. Только несколько видов граптолитов, в основном дендроидей родов *Koremagraptus* и *Dictyonema*, являются новыми. Это объясняется тем, что названные формы могли быть эндемичными, так как они прикреплялись к субстрату или были эпипланктонными. Приведенные выше данные заставляют предполагать, что Алтайский бассейн в ашгиллский и лландоверийский века широко сообщался с морскими бассейнами Тяньшанской и Средиземноморской геосинклиналей и Атлантики (см. Никифорова, Обут, 1965). Несмотря на отсутствие прямых данных о находках пород этого возраста на территории, расположенной к северу от Горного Алтая и к югу от Сибирской платформы, можно предполагать, что Алтайский бассейн сообщался и с бассейном на территории Сибирской платформы. Об этом свидетельствуют находки таких форм, как *Climacograptus hastatus* (T. S. Hall) в ордовике, *Diplograptus modestus sibirica* Obut и представителей рода *Agetograptus* в силуре, особенно характерных для одновозрастных отложений на северо-западе Сибирской платформы и Северо-Востока СССР.

ЛИТЕРАТУРА

Аверьянов Б. Н. Граптолиты с рудного Алтая. — «Изв. Всесоюз. геол.-развед. объединения», 1932, т. LI, вып. 8, с. 147—152.
Ёлкин Е. А., Желтоногова В. А., Сенников Н. В., Базарова Л. С. Схема стратиграфии силура Горного Алтая. — В кн.: Древнейшие дехенеллиды (трилобиты) и стратиграфия силура Горного Алтая. Новосибирск, «Наука», 1974, с. 38—54.
Никифорова О. И., Обут А. М. Палеогеография. — В кн.: Силурийская система. Стратиграфия СССР. М., «Недра», 1965, с. 470—495.
Обут А. М. Полевой атлас руководящих граптолитов силура Киргизской ССР. Фрунзе, 1949. 29 с.
Обут А. М., Соболевская Р. Ф., Меркурьева А. П. Граптолиты лландовери в кернах буровых скважин Норильского района. М., «Недра», 1968, 136 с.
Berry W. B. N., Boucot A. J. Correlation of the North American Silurian Rocks. — "Geol. Soc. Am., Special Paper", 1970, vol. 102. 289 p.
Churkin, M., Carter J. Early Silurian graptolites from South-eastern Alaska and their correlation with graptolitic sequences in North America and Arctic. — "Geol. Surv. Prof. Paper", 1970, vol. 653. 51 p.

Институт геологии и географии СО АН СССР. Новосибирск

UPPERMOST ORDOVICIAN AND LLANDOVERIAN GRAPTOLITE ZONES OF GORNY ALTAI

N. SENNIKOV

Summary

Graptolite zones were established in Ordovician and Silurian of Gorny Altai for the first time. In Uppermost Ordovician the *D. ornatus* and *C. supernus* Zone is recognized. The first Silurian zone recognized in Gorny Altai is the *A. acuminatus* Zone. Higher the following zones were recognized: *C. vesiculosus; C. cyphus; D. triangulatus; D. convolutus; M. sedgwicki; S. minor* and *R. linnaei; S. turriculatus; O. spiralis* s. l. with Subzone *S. grandis*. Graptolites from higher levels of the Silurian have not yet found in Gorny Altai.

The analysis of the graptolite assemblages according to species diversity, age classes and number of specimens allowed to establish three succeeding graptolite association from the Upper Ashgill to Lower Wenlock. These correspond to the main stages of the development of the Altai basin: 1) topmost Ashgill — *C. syphus* Zone, 2) *D. triangulatus* Zone, *D. convolutus* Zone — *S. grandis* Subzone.

The graptolites studied assure a close connection between Altai and the basins of Tien-Shan, Mediterranea, Siberia etc.

MÄGI-ALTAI ORDOVIITSIUMI JA SILURI PIIRIKIHTIDE GRAPTOLIIDID

N. SENNIKOV

Resümee

Esmakordselt tehti Mägi-Altais indeksliikide ja kaasneva koosluse alusel kindlaks järgmised tsoonid: *Diplograptus ornatus—Climacograptus*

supernus'e tsoon ordoviitsiumi ülaosas ning *Akidograptus acuminatus*'e, *Cystograptus vesiculosus*'e, *Coronograptus cyphus*'e, *Demirastrites triangulatus*'e *D. convolutus*'e, *Monograptus sedgwicki, Spirograptus minor—Rastrites linnaei, Spirograptus turriculatus*'e ja *Oktavites spiralis*'e tsoon ning *Stomatograptus grandis*'e alamtsoon. Nimetatuist nooremaid graptoliite Mägi-Altais leitud ei ole.

Graptoliitide fauna analüüs liigilise mitmekesisuse, arvukuse ja vanuselise koosseisu põhjal võimaldas välja eraldada kolm üksteisele järgnevat kooslust, mis vastavad Altai basseini arenguetappidele. Märgitakse selle basseini paleogeograafilisi seoseid teiste basseinidega.

BRITISH ORDOVICIAN GRAPTOLITE ZONES AND INTERREGIONAL CORRELATION

D. SKEVINGTON

"In this precipitant age we may find it an advantage to pause from time to time to see whether the foundations of our beliefs are well and truly laid" (P. G. H. Boswell).

THE BRITISH STANDARD ORDOVICIAN GRAPTOLITE ZONES

Current practice in the British Isles excludes the Tremadoc Series from the Ordovician System. Nevertheless, the lower beds in the type development of the series contain graptolites and this fact prompts me to give some consideration to the Tremadoc zones in this review.

Zonation of graptolite-bearing beds of early Tremadoc age in Britain has been attempted in terms of the sequence of zones established in the *Dictyonema* Shale (2e) of Scandinavia. Elles and Wood (1913, Table B, p. 526) and Elles (1925) equated the Tremadoc Series *in toto* with their two zones of *Dictyonema sociale* (or *D. flabelliforme*) and *Bryograptus*. The former would seem to correspond with the *D. f. sociale* and *D. f. flabelliforme* Zones of Scandinavia and the latter with the *A. hunnebergensis — C. tenellus* Zone and possibly also the *D. f. norveqicum — B. kjerulfi* Zone. In any event, since the upper (and greater) part of the Tremadoc Series in Britain is devoid of graptolites, it is now appreciated that the two zones given in Elles and Wood (loc. cit.) correlate only with the lower part of the series. For the purposes of the present discussion, these two zones may be referred to as the Zone of *D. flabelliforme* s. l. below, and the Zone of Anisograptidae with *D. flabelliforme* s. l. above. The late Tremadoc 3aβ graptolite fauna of Scandinavia is not represented in the British Isles.

The post-Tremadoc graptolite zones up to and including the *Didymograptus murchisoni* Zone were first defined in Wales by Lapworth (1880, p. 197), who recognised, in ascending order, the three zones of *Tetragraptus, Didymograptus bifidus* and *D. murchisoni*. Later, Elles (1904), in order to emphasize the abundance of extensiform species of *Didymograptus* in beds below those yielding a *D. bifidus* Zone fauna, replaced Lapworth's *Tetragraptus* Zone with the two Zones of *Didymograptus extensus* below and *Didymograptus hirundo* above. Elles and Wood (loc. cit.) introduced a *Dichograptus* Zone below the *D. extensus* Zone; this zone was proposed for a part of the Cumberland Skiddaw Slate succession and its supposedly diagnostic graptolites were subsequently listed by Elles (1925). On the basis of the Skiddaw Slate

faunas, Elles (1933) also presented the subzonal division of the *D. extensus* Zone elaborated below:

(*D. hirundo* Zone)

D. extensus Zone
- *Isograptus gibberulus* Subzone
- *Didymograptus nitidus* Subzone
- *Didymograptus deflexus* Subzone
- *Tetragraptus* Subzone

(*Dichograptus* Zone)

Recent investigations by Jackson (1961, 1962) have failed to substantiate the *Dichograptus* Zone and the *Tetragraptus* Subzone and these can now be excluded from the zonal list. Jackson did verify the remaining three sub-zones of the *D. extensus* Zone, however, and it is now common practice to accord these full zonal status. Thus, present knowledge indicates that the *D. deflexus* Zone should be taken as the first post-Tremadoc graptolite zone in the British Ordovician sequence.

In Scandinavia, and elsewhere, a *Tetragraptus approximatus* Zone has been identified beneath correlatives of the *D. deflexus* Zone of the British sequence. Although the name-giving species bas been reported in Britain (Erdtmann, 1965), the presence of the zone has yet to be firmly established. Thus, there exists a non-graptolitic interval in the British zonal scheme, which in Scandinavia, for example, is occupied by the 3aβ fauna followed by the fauna of the *Tetragraptus phyllograptoides* (= *T. approximatus*) Zone.

Next above the *D. murchisoni* Zone in Elles and Wood (loc. cit.) is the Zone of *Glyptograptus teretiusculus*. Lapworth (1880), however, failed to recognise such a zone. In this regard, it is worthy of note that Elles and Wood collected little of the Ordovician material described in their "Monograph of British Graptolites", which was based largely on Lapworth's collection. Thus, the range of each species is better expressed in terms of Lapworth's (1880) zonal scheme than that given by Elles and Wood (loc. cit.).

The difficulties associated with the *G. teretiusculus* Zone derive from the fact that Lapworth established the *D. murchisoni* Zone on the evidence of the Welsh Ordovician succession, whereas he based all the younger Ordovician zones on Scottish sequences. Lapworth recognised the *D. murchisoni* Zone at Llandeilo, Builth, Shelve, Abereiddy and Pont Seiont, while his next-following zone, of "*Coenograptus*" *gracilis,* is stated to be "typically developed in the lower portion of the Glenkiln Shales of the south of Scotland" (op. cit., p. 198). Lapworth was of the opinion that the "*C.*" *gracilis* Zone followed directly upon the *D. murchisoni* Zone; so different are the faunas of the two zones, however, that he was constrained to draw the boundary between the Lower and Upper subdivisions of his Ordovician System at the base of the "*C.*" *gracilis* Zone. Thus, the *D. murchisoni* Zone "is characterized mainly by the exclusive presence of the form which gives it its name, by the total absence of the genus *Phyllograptus,* and by a few distinctive Diplograpta, of which the best-known is *Climacograptus coelatus,* Lapw." (op. cit., p. 197), whereas the "Zone of *Coenograptus gracilis* (or of *Dicellograptus sextans,* H.) ... is the first of the Dicellograptidian Zones, and is well particularized by the peculiar genus *Coenograptus.* Only a single Dichograptid (*D. superstes,* Lapw.) survives. Dicranograptidae are abundant, *Dicranograptus ziczac,* Lapw., *D. formosus,* Hopk., *Dicellograptus*

sextans, Hall, *D. intortus*, Lapw., are peculiar, and several Diplograpta, such as *Hallograptus bimucronatus* Nich., *H. ? mucronatus,* Hall, *Diplograptus Whitfieldi,* H., etc," (op. cit., p. 198).

The *G. teretiusculus* Zone was first introduced into the graptolite zonal sequence by Elles and Wood (loc. cit.), but without comment, and was interposed between Lapworth's *D. murchisoni* and *N. gracilis* Zones. A formal definition of the *G. teretiusculus* Zone was given later by Elles (1925); at the same time Miss Elles clearly accepted, at least on paper, Lapworth's definition of his *N. gracilis* Zone. Thus, she states that the base of the Zone of *Nemagraptus gracilis* is indicated by the "entrance of *Nemagrapti* and *Leptograpti* of simple type" while the zone itself is characterized "not only by the abundance of the zone fossil or other *Nemagrapti* . . . but also by the occurrence of *Dicellogr. sextans, Hallogr. mucranatus* and *Orthogr. whitfieldi,* which are distinctive and distributed throughout" (op. cit., p. 341). In practice, however, Miss Elles defined the base of her *N. gracilis* Zone essentially on the incoming of the name-giving species and her typical *G. teretiusculus* Zone fauna (1940, p. 412) includes species of *Nemagraptus* (other than *N. gracilis*) and *Dicellograptus.*

Thus, two definitions of the base of the *N. gracilis* Zone have come into being. On the one hand, we have Lapworth's original statement to the effect that passage into the zone is marked by the first appearance of *Nemagraptus* and *Dicellograptus,* irrespective of the species concerned, and on the other we have Elles's interpretation, in which the incoming of *Nemagraptus gracilis* itself is the definitive characteristic. The well-documented Swedish succession (Hede, 1951) and recent investigations by Toghill (1970b) in South Wales clearly demonstrate that these two definitions of the base of the *N. gracilis* Zone are not necessarily synonymous. In the borehole core described by Hede (op. cit.), *Nemagraptus subtilis* and *Dicellograptus vaqus* enter some 10 m below the first record of *N. gracilis,* while in South Wales Toghill (op. cit.) reports an occurrence of *Dicellograptus* cf. *vagus* in the basal beds of the Hendre Shales and 150 m below the incoming of *N. gracilis* in the overlying Mydrim Limestone*. In both instances, graptolite faunas occurring between the two possible locations of the base of the *N. gracilis* Zone have been referred to the Zone of *G. teretiusculus.*

The status of the *G. teretiusculus* Zone hinges on a decision as to whether the base of the *N. gracilis* Zone should be taken at the appearance of *Nemagraptus* and/or *Dicellograptus* or at the incoming of *N. gracilis.* I have adverted above to the fact that the British Ordovician graptolite zonal sequence owes more to Lapworth than it does to Elles and Wood and on the strength of this alone we should adhere to Lapworth's definition. Additional to this is the fact that Lapworth's definition has historical priority over the usage favoured by Elles, Wood, and others. Thirdly, while it is true that in Scandinavia and Britain a post. — *D. murchisoni* Zone/pre-*N. gracilis* Zone graptolitic interval can be defined, this situation does not appear to hold true on a world-wide scale. Thus, in Australia (Harris and Thomas 1938; Thomas 1960) and North America (Berry, 1960 a, b) *N. gracilis* is amongst the first species of *Nemagraptus* to appear and it does so directly above correlatives of the upper part of the British *D. murchisoni* Zone, namely the MO4 Zone of the Darriwil Stage ("Middle

* Addison (in Williams et al; 1972, p. 35) has since recovered *N. gracilis* from the Hendre Shales but at an unspecified stratigraphical thickness below the base of the Mydrim Limestone. According to Dr. Toghill (personal communication), who identified Dr. Addison's specimens, the *N. gracilis* material came from a higher horizon than the basal Hendre Shalefauna (Toghill, 1970b).

Ordovician") in Australia, and the *Glyptograptus* cf. *teretiusculus* Zone in North America. Moreover, the definition of the *N. gracilis* Zone adopted in Australia and North America is in accord with that given by Lapworth (see Harris and Thomas, 1938, p. 67; Thomas, 1960, p. 12; Berry, 1960 a, p. 26).

The discrepancy in the time of appearance of *N. gracilis* in different areas (see also Strachan, in Williams et al. 1972) and the fact the base of the zone has been variously defined, have been overlooked, in the main, with unfortunate results. Thus, failure to locate a fauna which is post the *D. murchisoni* Zone and prior to the appearance of *N. gracilis* has been interpreted as evidence of a break in the succession; again, universal definition of the base of the *N. gracilis* Zone on the first appearance of *N. gracilis* itself has frequently led to inaccuracies in correlation. In view of the confusion attending the recognition of a *G. teretiusculus* Zone in the British Ordovician graptolite zonal sequence, the writer (Skevington, 1969 a) has recommended acceptance of Lapworth's definition, in which the *Didymograptus murchisoni* Zone is succeeded by the *Nemagraptus gracilis* Zone, with the base of the latter defined by the entrance of *Nemagraptus* and/or *Dicellograptus* irrespective of the species concerned.

The graptolite zones included by Lapworth (1878, 1880) in his Upper Ordovician were established in the Glenkiln and Hartfell Shales of the Southern Uplands of Scotland. In 1878, he recognised the following zones:

Upper Hartfell Shale	Zone of *Dicellograptus anceps* "Zone" of Barren Mudstone
Lower Hartfell Shale	Zone of *Pleurograptus linearis* Zone of *Dicranograptus clingani* Zone of *Climacograptus wilsoni*
Glenkiln Shale	(No zone(s) defined)

Two years later, Lapworth (1880) proposed a modified scheme applicable beyond the confines of southern Scotland. Thus, a Zone of *"Coenograptus" gracilis* was recognised in the Glenkiln Shale and the zonal scheme for the Hartfell Shales was revised by the exclusion of the *C. wilsoni* Zone (because the transitional characteristics of its fauna would make it difficult of universal recognition) and by the substitution of a Zone of *Dicellograptus complanatus* in place of the "Zone of Barren Mudstones".

Further refinements of the zonal scheme were presented in outline by Elles and Wood (loc. cit.) and later elaborated by Elles (1925). These authors restricted the upward extension of Lapworth's *"C." gracilis* Zone by introducing the Zone of *Climacograptus peltifer;* in so doing, they would seem to have defined the upper limit of the *Nemagraptus gracilis* Zone solely on the range of the name-giving species*. Elles and Wood (loc. cit.) also re-introduced Lapworth's *C. wilsoni* Zone. So modified, the Upper Ordovician graptolite zonal sequence in the British Isles achieved a format which has been preserved through to the present day (Strachan, in Williams et al., 1972; Toghill, 1970b). However, it has proved necessary to adopt local variants in certain areas. Thus, whereas in southern Scotland the two Zones of *C. peltifer* and *C. wilsoni* can be recognised, in Wales and Shropshire a single *Diplograptus multidens* Zone seems more

* Species of *Nemagraptus* other than *N. gracilis*, however, range into the *C. peltifer* Zone (Strachan, 1960, p. 111).

appropriate to cater for faunas between the *N. gracilis* Zone below and the *D. clingani* Zone above.

In summary, the sequence of British Upper Ordovician graptolite zones is as follows:

Dicellograptus anceps Zone
Dicellograptus complanatus Zone
Pleurograptus linearis Zone
Dicranograptus clingani Zone
Climacograptus wilsoni Zone } = *Diplograptus multidens* Zone
Climacograptus peltifer Zone } (Wales and Shropshire)
Nemagraptus gracilis Zone

INTERREGIONAL CORRELATION

The correlation of the Ordovician graptolite zonal sequence of the British Isles with graptolite-bearing sequences elsewhere has provoked considerable discussion in recent years, and the more so in the case of the Lower Ordovician (including the Tremadoc) zones.

The several disparate schemes proposed for the Lower Ordovician have been well documented and exhaustively argued in the literature and need not be re-iterated in detail herein. In particular, the reader is referred to the publications of Berry (1960a, 1960b, 1967, 1968), Bulman (1958), Cooper (1973), Dewey, Rickards and Skevington (1970), Jaanusson (1960), Jackson (1964, 1969), McTavish and Legg (1972), Skevington (1963, 1968, 1969b), Strachan (in Williams et al, 1972), and Thomas (1960). The writer adheres strongly to the views which he first expressed in 1963 and which are summarized in the accompanying correlation chart (Table). In taking this stand, he is primarily impressed by the evolutionary events, tabulated below, which can be expected in all graptolite-bearing Lower Ordovician sequences and which provide, he believes, the only firm basis for correlation. These events, listed from earliest to latest and using the British sequence as a standard of reference, include the appearance of:

(1) Anisograptidae in the early Tremadoc.

(2) *Tetragraptus approximatus* at the base of the Arenig (sensu Strachan, in Williams et al, 1972, p. 11 and Fig. 3).

(3) *Phyllograptus* and pendent forms of *Didymograptus* in the *D. nitidus* Zone.

(4) *Isograptus* in the *I. gibberulus* Zone.

(5) *Tristichograptus ensiformis* and biserial scandent graptoloids in the *D. hirundo* Zone.

(6) *Holmograptus* (= *Tylograptus*) in the early Llanvirn "*D. bifidus*" Zone.

(7) *Pterograptus* in the *D. murchisoni* Zone.

With the exception of the *G. teretiusculus* Zone, higher Ordovician zones have not provoked a comparable gedree of discusison. Strachan (in Williams et al, 1972, pp. 13, 14) has suggested two reasons why this is so: firstly, provincialism is less marked amongst Late Ordovician faunas and secondly, the Upper Ordovician zones are more broadly conceived, and hence more readily compared internationally, than are those of the Lower Ordovician.

In regard to the status of the *G. teretiusculus* Zone, the writer has argued above in favour of the retention of Lapworth's (1880) definition

		ATLANTIC PROVINCE		PACIFIC PROVINCE			
		BRITAIN	SCANDINAVIA	AUSTRALIA			NORTH AMERICA
UPPER ORDOVICIAN	LLANDEILO CARADOC ASHGILL	D. anceps	✳	BOLINDIAN		D. cf. complanatus	D. complanatus
		D. complanatus	D. complanatus			Pleurograptus	Q. quadrimucronatus
		P. linearis	P. linearis	EASTONIAN		D. hians	
		D. clingani	D. clingani			C. baragwanathi	O. truncatus intermedius
		C. wilsoni	D. multidens	GISBORNIAN		C. peltifer	C. bicornis
		C. peltifer				N. gracilis	N. gracilis
		N. gracilis (sensu Lapworth)	N. gracilis				
		(G. teretiusculus)	G. teretiusculus				
LOWER ORDOVICIAN	LLANVIRN	D. murchisoni	D. murchisoni	DARRIWILIAN	Mo 4	G. teretiusculus	G. teretiusculus
		'D. bifidus'	'D. bifidus'		Mo 3	'D.' nodosus	P. etheridgei
					Mo 2	G. intersitus	
					Mo 1	G. austrodentatus	
	ARENIG	D. hirundo	D. hirundo	YAP'N.	Ya 2 Ya 1	Cardiograptus Oncograptus	I. caduceus
		I. gibberulus	P. angustifolius elongatus	CAS'N.	Ca 3 Ca 2 Ca 1	I. c. maxima I. c. victoriae I. c. lunata	
		D. nitidus	P. densus	CHE'N.	Ch 2 Ch 1	D. balticus D. protobifidus	D. bifidus D. protobifidus
		D. deflexus	D. balticus	BEN'N.	Be 3/4 Be 1/2	T. fruticosus (3) T. fruticosus (4)	T. fruticosus (3/4) T. fruticosus (4)
		✳	T. phyllograptoides	LANCEFIELDIAN	La 3	T. approximatus	T. approximatus
	TREMADOC	✳	Kiaerograptus – Clonograptus, etc.		La 2	Bryograptus	Clonograptus
		Anisograptidae & Dictyonema	Adelograptus – Dictyonema, etc.		La 1	Staurograptus & Dictyonema	Anisograptus
		D. flabelliforme	D. flabelliforme				
				✳		✳	✳

A correlation of the Ordovician graptolite-bearing sequences of selected areas in the Atlantic and Pacific provinces.

of the base of the *N. gracilis*, Zone and hence of the Upper Ordovician. This definition attaches primary significance to the entrance of *Nemagraptus* and *Dicellograptus,* irrespective of the species concerned. On this basis, the *G. teretiusculus* Zone as currently used in Britain and Scandinavia is incorporated within the *N. gracilis* Zone sensu Lapworth (1880). On the other hand, the *G. teretiusculus* Zone of the Australian and North American sequences — in which neither *Nemagraptus* nor *Dicellograptus* is represented — is better correlated with the uppermost part of the *D. murchisoni* Zone of the British zonal sequence (see also Jaanusson, 1960, p. 355).

The two Zones of *C. peltifer* and *C. wilsoni,* though identifiable in southern Scotland, Australia, and North America, are not applicable to successions in Wales and Scandinavia, where it is more appropriate to recognise a single, composite Zone of *D. multidens.*

The last representatives of *Dicranograptus* and the first appearance of *Pleurograptus* typify the Zones of *D. clingani* and *P. linearis,* respectively, in the Scottish succession. Similar characteristics enable

these two zones to be recognised in Scandinavia and Australia. In North America, however, *Pleurograptus* is virtually unknown and in Texas (Berry, 1960 a), for example, its absence is emphasized by the recognition of a single Zone of *Orthograptus quadrimucronatus* in place of the two Scottish zones. Bulman (1958, p. 169) and Toghill (1970a, p. 9) have stressed the importance of *Climacograptus styloideus* as an aid to recognizing the *P. linearis* Zone. Riva (1969, p. 536 and Table) has identified *Climacograptus* cf. *C. styloideus in* north-eastern North America and the zone in which it occurs — the *Climacograptus manitoulinensis* Zone — may thus be a correlative of the *P. linearis* Zone; if this is the case, Riva's underlying Zone of *Climacograptus pygmaeus,* with the last representatives of *Dicranograptus*, probably correlates with the *D. clingani* Zone*. As a corollary to this, Riva (op. cit., p. 553) suggests that the Late Ordovician graptolite faunas of north-eastern and south-western North America are at least sub-provincially distinct.

The faunas of the *Dicellograptus complanatus* and *D. anceps* Zones complete the Ordovician graptolite zonal sequence in the british Isles. *D. anceps* is little known outside of southern Scotland (Toghill 1970a, p. 7), though other elements of the zonal fauna are widespread. Outside of the British Isles, the faunas of the two uppermost Ordovician zones are normally combined in a single zone, viz. the *D. complanatus* Zone of North America and the D. cf. *complanatus* Zone of Australia. Riva (op. cit., pp. 550, et seq.) has described an exclusively biserial scandent fauna from Anticosti Island which he claims to be "intermediate between that of the youngest known Ordovician and that of the oldest Silurian" (p. 551) and he concludes that "the standard Upper Ordovician graptolite successions may be incomplete with respect to the succession of Anticosti" (p. 554). Certainly, as Jaanusson (1963, p. 133) has observed, "throughout Europe there exists a non-graptolitic or poorly graptolitiferous sequence between the highest known level with *D. anceps* and the base of the Zone of *Glyptograptus persculptus*". Riva's Anticosti fauna may belong in this interval. On the other hand, the fauna of the *D. anceps* Zone in southern Scotland includes a rich and varied biserial element (Toghill, op. cit., p. 6), and it seems more likely that the Anticosti fauna is referable to the *D. anceps* Zone but is deficient in *Dicellograptus.*

REFERENCES

Bergström, S. M. Correlation of the North Atlantic middle and upper Ordovician conodont zonation with the graptolite succession. — "Mém. Bur. rech. géol. min.", 1971, vol. 73, p. 177—187.

Berry, W. B. N. Graptolite faunas of the Marathon region, west Texas. Texas University Publ., 1960a, 6005, 179p.

Berry, W. B. N. Correlation of Ordovician graptolite-bearing sequences. — In: Proc. Int. Geol. Cong. 21st Sess. Copenhagen, 1960b, pt. 7, p. 97—108.

Berry, W. B. N. Comments on correlation of the North American and British Lower Ordovician. — "Geol. Soc. Am. Bull.", 1967, vol. 78, p. 419—427.

Berry, W. B. N. British and North American Lower Ordovician correlation: Reply. — "Geol. Soc. Am. Bull.", 1968, vol. 79, p. 1265—1272.

Bulman, O. M. B. The sequence of graptolite faunas. — "Palaeontology", 1958, vol. 1, p. 159—173.

Cooper, R. A. Taxonomy and evolution of Isograptus Moberg in Australasia. — "Palaeontology", 1973, vol. 16, p. 45—115.

Dewey, J. F., Rickards, R. B., Skevington, D. New light on the age of Dalradian deformation and metamorphism in western Ireland. — "Norsk Geol. Tidsskr.", 1970, 50, p. 19—44.

* Conodont evidence, however, would appear to favour correlation of Riva's *C. pygmaeus* Zone with the Zone of *P. linearis* (Bergström, 1971, p. 181).

Elles, G. L. Some graptolite zones in the Arenig rocks of Wales. — "Geol. Mag.", 1904, vol. 41, p. 199—211.
Elles, G. L. The characteristic assemblages of the graptolite zones of the British Isles. — "Geol. Mag.", 1925, vol. 62, p. 337—347.
Elles, G. L. The Lower Ordovician graptolite faunas with special reference to the Skiddaw Slates. — In: Summ. Prog. geol. Surv. Gt. Br. (for 1932), 1933, p. 94—111.
Elles, G. L. The stratigraphy and faunal succession in the Ordovician rocks of the Builth-Llandrindod inlier, Radnorshire. — "Quart. J. geol. Soc. London", 1940, vol. 95 (for 1939), p. 383—445.
Elles, G. L., Wood, E. M. R. A monograph of British graptolites. Palaeontogr. Soc. Mon., 1901—1918. 530 p.
Erdtmann, B.-D. Outline stratigraphy of graptolite-bearing 3b (Lower Ordovician) strata in the Oslo region, Norway. — "Norsk Geol. Tidsskr.", 1965, vol. 45, p. 481—547.
Harris, W. J., Thomas, D. E. A revised classification and correlation of the Ordovician graptolite beds of Victoria. — "Min. geol. J.", 1938, 1 (3), p. 62—72.
Hede, J. E. Boring through Middle Ordovician—Upper Cambrian strata in the Fågelsång district, Scania (Sweden). — "Acta Univ. Lund", 1951, n. f., avd. 2, bd 46, nr. 7, s. 5—78.
Jaanusson, V. Graptoloids from the Ontikan and Viruan (Ordov.) Limestones of Estonia and Sweden. — "Bull. Geol. Inst. Uppsala", 1960, vol. 38, p. 289—366.
Jaanusson, V. Classification of the Harjuan (Upper Ordovician) rocks of the mainland of Sweden. — "Geol. Fören. Stockh. Förhändl.", 1963, vol. 85, p. 110—144.
Jackson, D. E. Stratigraphy of the Skiddaw Group between Buttermere and Mungrisdale, Cumberland. — "Geol. Mag.", 1961, vol. 98, p. 515—528.
Jackson, D. E. Graptolite zones in the Skiddaw Group in Cumberland, England. — "J. Paleontol.", 1962, vol. 36, p. 300—313.
Jackson, D. E. Observations on the sequence and correlation of Lower and Middle Ordovician graptolite faunas of North America. — "Geol. Soc. Am. Bull.", 1964, vol. 75, p. 523—534.
Jackson, D. E. Ordovician graptolite faunas in lands bordering North Atlantic and Arctic Oceans. — "Am. Assoc. Petrol. Geologists, Mem.", 1969, No. 12, p. 504—512.
Lapworth, C. The Moffat Series. — "Quart. J. geol. Soc. London", 1878, vol. 34, p. 240—346.
Lapworth, C. On the geological distribution of the Rhabdophora. — "Ann. Mag. Nat. Hist.", 1880, 5, (5), p. 45—62, 273—285, 358—369; 5, (6), p. 16—29, 185—207.
McTavish, R. A., Legg, D. P. Middle Ordovician correlation — conodont and graptolite evidence from Western Australia. — "N. Jb. Geol. Paläont. Mh.", 1972, H. 8, S. 465—474.
Riva, J. Middle and Upper Ordovician graptolite faunas of St. Lawrence Lowlands of Quebec, and of Anticosti Island. — "Am. Assoc. Petrol. Geologists, Mem.", 1969, No. 12, p. 513—556.
Skevington, D. A correlation of Ordovician graptolitebearing sequences. — "Geol. Fören. Stockh. Förhandl.", 1963, vol. 85, p. 298—319.
Skevington, D. British and North American Lower Ordovician correlation: Discussion. — "Geol. Soc. Am. Bull.", 1968, vol. 79, p. 1259—1264.
Skevington, D. The classification of the Ordovician System in Wales. — In: A. Wood (Editor). The Pre-Cambrian and Lower Palaeozoic Rocks of Wales. 1969a.
Skevington, D. Graptolite faunal provinces in Ordovician of Northwest Europe. — "Am. Assoc. Petrol. Geologists. Mem.", 1969b, No. 12, p. 557—562.
Strachan, I. The Ordovician and Silurian graptolite zones in Britain. — In: Proc. Int. Geol. Cong. 21st Sess. Copenhagen, 1960, pt. 7, p. 109—113.
Thomas, D. E. The zonal distribution of Australian graptolites. — "J. Proc. Roy. Soc. N. S. W.", 1960, vol. 94, p. 1—58.
Toghill, P. Highest Ordovician (Hartfell Shales) graptolite faunas from the Moffat area, south Scotland. — "Bull. Brit. Mus. Nat. Hist. Geol.", 1970a, vol. 19 (1), p. 4—26.
Toghill, P. A fauna from the Hendre Shales (Llandeilo) of the Mydrim area, Carmarthenshire. — "Proc. geol. Soc. London", 1970b, No. 1663, p. 121—129.
Williams, A., Strachan, I., Bassett, D. A., Dean, W. T., Ingham, J. K., Wright, A. D. and Whittington, H. B. A correlation of Ordovician rocks in the British Isles. — "Geol. Soc. London, Special Report", 1972, No. 3. 74 p.

University College Galway

ГРАПТОЛИТОВЫЕ ЗОНЫ И МЕЖРЕГИОНАЛЬНАЯ КОРРЕЛЯЦИЯ БРИТАНСКОГО ОРДОВИКА

Д. СКЕВИНГТОН

Резюме

Приводится обзор граптолитовых зон ордовика Британских островов (включая и тремадокские). Отмечается, что зональная схема Великобритании неполная, в ней отсутствуют верхнетрамадокские зоны. Первой после тремадока появляется зона *Didymograptus deflexus*. Зона *Glyptograptus teretiusculus* не выделяется и рассматривается в пределах зоны *Nemagraptus gracilis*. Зоны *Climacograptus peltifer* и *C. wilsoni* объединяются в Уэльсе в зону *Diplograptus multidens*. В таблице представлена корреляция граптолитовых зон Британских островов с таковыми других областей.

BRITI ORDOVIITSIUMI GRAPTOLIIDITSOONID JA REGIOONIDEVAHELINE KORRELATSIOON

D. SKEVINGTON

Resümee

Esitatakse ülevaade Briti saarte ordoviitsiumi (kaasa arvatud tremadok) graptoliiditsoonidest. Märgitakse, et Briti tsonaalne skeem ei ole täielik, sest puuduvad ülemtremadoki ja alamärenigi tsoon. *Didymograptus deflexus*'e tsoon on esimene pärast tremadokki. *Glyptograptus teretiusculus*'e tsooni ei eraldata iseseisvana, vaid see kuulub *Nemagraptus gracilis'e* tsooni. *Climacograptus peltifer*'i ja *C. wilsoni* tsoon ühendatakse Walesis üheks *Diplograptus multidens*'i tsooniks. Esitatakse Briti graptoliiditsoonide korrelatsioon teiste alade läbilõigetega.

A DISCUSSION OF THE FACTORS RESPONSIBLE FOR THE PROVINCIALISM DISPLAYED BY GRAPTOLITE FAUNAS DURING THE EARLY ORDOVICIAN

D. SKEVINGTON

"There is something fascinating about science. One gets such wholesale returns of conjecture out of such a trifling investment of fact" (Mark Twain).

1. The existence of patterns in the spatial and temporal distribution of fossil organisms is an aspect of palaeontology wich has received increasing attention in recent years. In Britain alone, two major symposia have been devoted to this theme in recent years: "Faunal Provinces in Space and Time" (17th Inter-University Geological Congress, 1969) and "Organisms and Continents through Time" (Joint Geological Society — Palaentogical Association-Systematics Association Symposium, 1971). The proceedings of both meetings have been published (in 1971 and 1973, respectively) and, in addition, mention should be made of the "Atlas of Palaeobiogeography" issued by the Elsevier Scientific Publishing Company, in 1973, under the editorship of Dr. A. Hallam.

The sources of inspiration for this interest are numerous and varied and must include, at least, the recent advances in palaeoecological studies and techniques, the rigorous attention paid to taxonomy and international stratigraphical correlation, and, perhaps above all, the wide acceptance of continental drift, sea-floor spreading, and the all-embracing theory of plate tectonics.

This interest in fossil distribution patterns has seen expression in the delineation of palaebiogeographicl (or, less cumbersomely, faunal and floral) provinces (or realms) in the case of most, it not all, organic groups represented in the geological column.

Williams (1969a, b) has recognised three pre-Longvillian Ordovician brachiopod provinces in the British Isles and these he has named American, Baltic, and Anglo-Welsh*. Variation of rock-type within

---

* In a more recent treatment of Ordovician brachiopod provincialism, Williams (1973) re-names the three provinces as follows (former names in parentheses): Scoto-Appalachian (American), Celtic (Baltic), and Anglo-French (Anglo-Welsh). Further to this, he recognises two more broadly-conceived distributional patterns (realms) in the northern hemisphere and these he names American and European. The Scoto-Appalachian province is a component of the American realm and the Celtic and Anglo-French provinces belong in the European realm.

each province rules out any suggestion that the environment played an important, or even subsidiary, role in the establishment and maintenance of the provinces; rather, physical barriers — albeit incomplete because of some evidence of faunal interchange — were, so Williams claims, responsible for the provincialism. He envisages two opposing oceanic currents flowing parallel with, and on opposite sides of, an Early Palaeozoic (or Caledonian) sea-way, together with a system of marginal eddy currents. These currents, according to Williams, effectively controlled the migration of pre-Longvillian Ordovician brachiopods. Objections which have been raised against this explanation focus on the dimensions of the Caledonian sea-way as proposed by Williams. His model assumes a pre-drift configuration of the continents as a basis for the reconstruction of Ordovician palaeogeography, thereby according the Early Palaeozoic Atlantic "Ocean" a width which was but a fraction of its linear extension. It has been questioned whether an "ocean" of this form could have sustained a current system of the kind required by Williams.

An essentially similar pattern of provincialism to that described by Williams also characterizes Early and early Late Ordovician trilobite faunas in the North Atlantic area (Whittington, 1966, 1973; Whittington and Hughes, 1971, 1973). While accepting that ocean currents would have influenced migration routes to some extent, Whittington and Hughes attribute the establishment and maintenance of the trilobite provinces to temperature differences and to the existence of oceanic (deepwater) barriers to migration. In regard to the part played by ocean currents, Whittington (1973, p. 17) considers that "until geography is better understood, the influences of oceanic circulation on migration cannot be assessed".

Of particular interest to graptolite workers is the recent analysis of Ordovician conodont distribution undertaken by Bergström (1973). The majority of conodonts, or rather the unknown host organisms, are believed to have been pelagic, and this fact, together with the lack of any evident correlation between faunas and rock-type, has led Bergström to conclude that the primary factor controlling conodont distribution was water temperature. Midcontinent province Ordovician conodont faunas straddle the Ordovician palaeoequator and hence are considered to be of tropical to warm-temperate character, whereas North Atlantic province faunas give the approximate position of the cold-temperate zone (Bergström op. cit. p. 57 and Fig. 5). Moreover, he reports that available evidence on Ordovician conodont distribution is inconsistent with the ocean current pattern invoked by Williams to explain brachiopod distribution in the North Atlantic area.

2. GRAPTOLITE PROVINCIALISM IN THE EARLY ORDOVICIAN

The oft-quoted claim that all graptolites enjoyed a worldwide distribution is, of course, no longer tenable. In spite of their epipelagic, free-floating mode of life, "many species are quite local, and some genera are at least comparatively restricted" (Bulman, 1955, p. V17).

Almost a century ago, Lapworth, in his classic work "On the geological distribution of the Rhabdophora" (1878—1880), observed: "that the half dozen zones recognizable on the opposite side of the Atlantic were originally continuous with their British prottoypes is not at all probable"

(1880, p. 206). Some fifty years later, Harris & Keble (1932, p. 34), writing on the stratigraphic occurrence of Victorian Ordovician graptolites, concluded that, "while there is a general resemblance to the succession in the Old Wordl, there are significant differences. Through this resemblance, too may be seen minor modifications due to the distance apart of the respective provinces". This theme was expanded by Bulman (1958) in the context of his review of the stratigraphical sequence of graptolite faunas. Owing to the magnitude of the categories used, however, similarities rather than differences were stressed and it is to Berry (1960), perhaps, that we should attribute the clear recognition of provincial patterns in the distribution of Early Ordovician graptolites.

The concensus of present-day opinion supports the view that the Early Ordovician* witnessed the progressive development of two major graptolite faunal provinces, Pacific and Atlantic (or European). Typical Pacific province faunas are to be found in Australia, New Zealand, China, North America, South America (Argentina), Western Ireland, south-west Scotland, and west-central Norway. Atlantic province faunas, on the other hand, are classically developed in Wales and occur also in England, south and east Ireland, continental Europe (from Portugal northwards to the Baltic and from the western seaboard eastwards to Bohemia), North Africa, and South America (Bolivia and Peru). While the dissimilarity of extreme developments of the two provinces is indisputable, co-mingling of faunas is seen, at times, in Taimyr, Kazakhstan, South America, eastern North America, China and western Australia. Further to this, it must be emphasized that the Early Ordovician also included many pandemic forms, the existence of which has enabled at least some measure of agreement to be achieved in regard to inter-provincial zonal correlation. (Table).

In the Late Ordovician, graptolite faunas took on a more cosmopolitan aspect, at least at the generic level, and provincialism is correspondingly less obvious.

Within the major provinces, sub-provincial developments can be delineated at times throughout the Ordovician. Thus, within the Atlantic province, the Baltic region, north-west England and eastern Ireland, on the one hand, and south-east England and Wales, on the other, maintain a degree of distinctiveness in the Early Ordovician. In the Late Ordovician, Riva (1969) has demonstrated differences between co-eval faunas in north-east North America and Texas, and it is noteworthy that parallel differences occur also in the conodont faunas (Bergström, 1973).

The distinctive characteristics of the Pacific and Atlantic graptolite faunal provinces have been documented elsewhere (e. g. Bulman, 1971; Skevington, 1973) and will not be re-iterated in detail herein. The purpose of this communication is to analyse and relatively assess those factors which could have been responsible for the provincialism.

Berry (1960) attributed the distribution patterns portrayed by Ordovician graptolites to a combination of ocean current dispersal and limitations imposed thereon by the presence of land barriers. Later (Berry, 1962), he proposed a depth control hypothesis to explain provincialism. He envisaged a simple inverse relationship between depth and geographical distribution, maintaining that the widely distributed

---

* The subsystemic divisions of the Ordovician System (Lower and Upper) used herein are those proposed by Lapworth (1880): the base of the Upper Ordovician is coincident with that of the *Nemagraptus gracilis* Zone. The corresponding time terms are Early and Late Ordovician.

forms were surface living while those with restricted geographical ranges were confined to considerable depth or may even have been bottom-living. Bulman (1964, p. 470) faults this hypothesis on two counts: firstly, the probable buoyancy mechanism in graptolites — air or gas bubbles contained in vacuolated extra-thecal tissue — implies a surface living existence; and secondly, bottom conditions in at least some of the Ordovician seas were evidently toxic and anathema to life — yet such areas, on Berry's hypothesis, must have supported the more geographically restricted graptolites.

By way of an alternative explanation, Bulman (op. cit., pp. 471—474) explores the possibility of temperature control. Selecting occurrences of *Nemagraptus gracilis* (Hall) for detailed consideration and using Irving's (1964) data for the position of the Ordovician palaeopoles and palaeoequator, Bulman (op. cit., p. 472) finds that "no specially great tolerance seems called for ... and the distribution ... approximates to the tropical belt". Even so, the South American occurrence of *N. gracilis* (op. cit., Fig. 9) is disturbingly close to the Ordovician Antarctic Circle. Unfortunately, the plot of a single species — and particularly of *N. gracilis,* which is known to have been pandemic — does not test the validiy of temperature variation as a factor governing provincialism; rather, plots of co-eval faunas from the two provinces are required for this purpose (see Bergström, 1973). Furthermore, the palaeopole positions acceptable ten years ago have been altered significantly in the light of more recently available palaeomagnetic data (Smith, Briden, Drewry, 1973).

In a more recent appraisal of provincialism, Bulman (1971) draws attention to biological factors which could have had a bearing on graptolite distribution, though these are not pursued in depth because they are at present imperfectly understood. Thus, intra-specific competition "must have played an important role in the evolution and extinction of species and presumably in their restriction to particular regions" (op. cit., p. 48); and again, "differing degrees of tolerance to variable physical or biological environment is one possible factor in the creation of these provinces. Any restriction of the (presumably) algal host would automatically limit the spread of such graptolites as were epiplanktonic" (op. cit., p. 57).

Skevington (1969) noted a change in the composition of Llanvirn graptolite faunas in the British Isles, from the Atlantic province occurrences of Wales and southern England, with a wealth of pendent species of *Didymograptus,* to the co-eval and co-provincial faunas of northern England and eastern Ireland which have a paucity of the pendent element and are dominated by biserial graptolites. It was suggested that the pendent *Didymograptus* rhabdosomal form might have been better suited to a shallower-water, higher energy environment, whereas the scandent rhabdosome of the biserial graptolites proved more successful in the quieter surface waters of the deeper seas.

Recently, McTavish and Legg (1972) have expressed support for the belief that environment exerted a strong influence on the composition of graptolite faunas. These authors advert to the problem of Early Ordovician inter-provincial correlation on the basis of graptolites and to the disparate views thereon expressed by Berry (1960, 1967), on the one hand, and by Jaanusson (1960), Jackson (1964), and Skevington (1963, 1968), on the other. They attempt to reconcile the discrepancies by advocating "two parallel graptolite successions, one distinguished by species of *Didymo-*

graptus, and the other by biserial scandent graptolites, which evolved in markedly different tectono-environmental settings" (op. cit., p. 472).

In summary, the several views expressed on the factors responsible for Early Ordovician graptolite provincialism embrace a perplexing array of possibilities. Biological (functional morphology; mode of life; competition), physical (geographic separation; land barriers; ocean currents) and environmental (tectono-sedimentary; temperature) controls have been invoked, separately or in combination. In the writer's opinion, however, a sufficiently comprehensive body of information is now available to merit a re-appraisal of the situation and in the ensuing section evidence is presented which is considered pertinent to a reasoned elucidation of the causes underlying graptolite provincialism.

3. EVIDENCE RELEVANT TO A DETERMINATION OF THE CAUSE OF GRAPTOLITE PROVINCIALISM

3.1. Wilson (1966), on the basis of faunal distributions and especially the present close juxta-position of Early Palaeozoic American and European faunas in the North Atlantic area, resurrected interest in the concept of a Palaeozoic Atlantic Ocean: "In Lower Palaeozoic time, a proto-Atlantic Ocean* existed so as to form the boundary between the two realms [provinces], and ... during Middle and Upper Palaeozoic time the ocean closed by stages, so bringing dissimilar facies together" (op. cit., p. 676).

Dewey (1969, 1971), Dewey, Rickards, Skevington (1970), Bird and Dewey (1970), have extended and elaborated Wilson's suggestion within the context of plate tectonic theory. They have postulated proto-Atlantic expansion until Early Ordovician time, followed by contraction, culminating in re-suturing in Silurian or Devonian times.

The relevance of this plate tectonic model in regard to past and present graptolite faunal distributions is well illustrated within the confines of the British Isles. The Caledonian orogenic belt in the British Isles includes three tectonic zones (Dewey, 1969), a northern Zone A, a central Zone B, and a southern Zone C (Fig. 1). Zone A includes a thick late pre-Cambrian and Lower Palaeozoic sedimentary sequence which accummulated on the continental rise and shelf of a Laurentian plate and in grabens, such as the South Mayo Trough in western Ireland, which developed on that plate. Pacific province Ordovician graptolite faunas in the British Isles are restricted to Zone A and are seen to best advantage in the deposits of the South Mayo Trough and are represented also at Ballantrae in Scotland.

Zone B is concluded to represent the closed up, or driven out, proto-Atlantic Ocean, a process achieved by lithosphere loss in a deep oceanic trench complex on the southern margin of Zone A. Vulcanism was important in Zone B, leading to the development of island arcs (the Borrowdale and Waterford volcanics). The southern limit of this zone is defined by the fault-bounded Irish Sea Horst.

Zones B and C represent, respectively, the ocean floor and foreland platform of an Afro-European plate. During Early Palaeozoic time, thin widespread deposition occurred within Zone C. There were, however, a

* Harland, Gayer (1972) have proposed the name Iapetus for this ocean, since the appellation "proto-Atlantic" invites confusion with the opening stages of the present Atlantic Ocean. However, at least one name pre-dates both "Iapetus" and "proto-Atlantic", viz. Poseidon of Schuchert (1935).

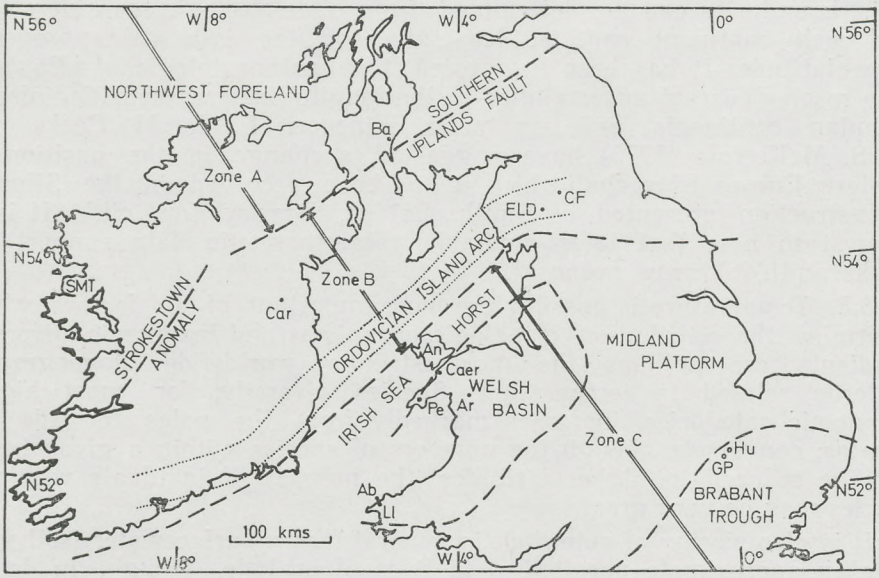


Fig. 1. Principal Caledonian tectonic features of the British Isles, together with Llanvirn age graptolite localities mentioned in the text.

Ab: Abereiddy Bay; An: Anglesey; Ar: Arenig; Ba: Ballantrae; Caer: Caernarvon (Afon Seiont); Car: Cardrath, Co. Meath; CF: Cross Fell; ELD: Eastern Lake District; GP: Great Paxton borehole; Hu: Huntingdon borehole; Ll: Llanvirn-y-fran; Pe: Penarfynydd; SMT: South Mayo Trough.

number of regions of greater subsidence and vulcanism, such as the Welsh Basin and the Brabant Trough. Ordovician Atlantic province graptolite faunas are restricted to Zones B and C.

The extent of crustal shortening involved in the contraction of the proto-Atlantic Ocean is particularly relevant to the present thesis. Williams (1969a), as noted above, envisaged an "ocean" whose width was but a fraction of its linear extension (an intra-continental ensialic "ocean"). Dunning (1972, p. 189), on the basis of palaeomagnetic evidence, suggests a maximum allowable displacement of 2000 km between the presently exposed forelands. In terms of the Dewey (1969) model, the proto-Atlantic, at the time of its maximum development in the Early Ordovician, could well have achieved a size and form comparable with that of the present-day Atlantic, and this supposition is adopted herein.

3.2. Recent palaeomagnetic data (Smith, Briden, Drewry, 1973), supported by evidence of a Late Ordovician glacial episode, (Beuf et al 1971; Harland, 1972; Sheehan, 1973) establishes the position of the Ordovician South Pole in what is now north-west Africa. This location differs significantly from that proposed by Irving (1964), who, in terms of present-day geography, positioned the Ordovician South Pole in the South Atlantic. A revised (north-west African) palaeopole position requires a concomitant shift in the location of the Ordovician palaeoequator, and, on current evidence, this is interpreted to run from southern California to the west of Hudson's Bay, thence north of Greenland and across north-eastern Asia towards western Australia (Smith, Briden, Drewry, 1973, Figs 13, 21A, 21B).

The relative longitudinal differences among pre-Permian continents cannot yet be accurately assessed by palaeomagnetic methods. However,

their boundaries can be determined from plate tectonic considerations and each continent can, at least, be oriented into its appropriate palaeolatitude. It has been suggested that palaeontological data may help resolve current uncertainties in the longitudinal reassemblies of pre-Permian continents and, on such evidence, L. R. M. Cocks and W. S. McKerrow (1973) have suggested a change in the position of western Europe from that which it has been accorded in the Silurian reconstruction presented by Smith, Briden, Drewry (op. cit.). It is of interest to note that latest-available palaeomagnetic data support the Cocks and McKerrow proposal.

3.3. Temperature is possibly the most important of all factors which determine the distribution of pelagic organisms and taxonomic diversity gradients are perhaps the most striking worldwide biogeographic patterns related to temperature. Species diversity, for most higher taxonomic categories, increases markedly from the poles towards the equator; conversely, though the numbers of species within a given taxon may be reduced in higher latitudes, the number of inviduals within a species may be very great.

It is also worthy of note that, in general terms, surfacewater isotherms bear an approximate parallelism to lines of latitude, though, in detail, ocean-water circulation patterns disrupt this simple relationship. It is a reasonable assumption, however, that stenothermal species — those restiricted to a narrow range of temperature — will adopt an essentially latitudinal distribution.

Furthermore, the presence of polar ice-caps can be correlated with a steepening of latitudinal surface water temperature gradients between equatorial and polar regions and a concomitant increased definition of climatic zonas (Ewing, Donn, 1956). Conversely, the absence of polar ice-caps would result in a weak and uniform latitudinal temperature gradient.

3.4. Ashas been noted already (section 3.1, above), Early Ordovician graptolite faunas referable to both the Atlantic and the Pacific provinces occur within the confines of the British Isles, and faunas of Llanvirn age are particularly well represented. This latter fact is significant for two reasons: firstly, because plate tectonic theory predicts that the proto-Atlantic Ocean would have attained its maximum development in or about Llanvirn time and thereafter closed by stages until final suturing occurred in Silurian or Devonian times, and, secondly, because the biprovincial concept is based largely on the prevalence of pendent species of *Didymograptus* in Llanvirn faunas of the Atlantic province, contrasted with their insignificant representation in, or absence from, co-eval faunas of the Pacific province.

The Llanvirn Series is classically developed in South Wales (Fig. 1) and the equivalence of the Series with the Zones of *Didymograptus bifidus* and *Didymograptus murchisoni* is implicit in the original definition (Hicks, 1881). In the typical development of the series, at Llanvirn-y-fran Farm and Abereiddy Bay, the qualitative dominance of *Didymograptus bifidus, D. nanus, D. artus,* and *D. stabilis* in the *bifidus* Zone, and of *D. murchisoni* s. l. and *D. amplus* in the *murchisoni* Zone, is apparent from the descriptions given by Hicks (1875), Hopkinson and Lapworth (1875), Elles (1904) and Cox (1915). It should be noted, however, that pendent species of *Didymograptus* do not totally exclude all other forms. Thus, at Llanvirn and Abereiddy, strata of the Llanvirn Series have yielded extensiform and declined species of *Didymograptus*,

and species of *Isograptus, Amplexograptus, Climacograptus, Cryptograptus, Diplograptus,* and *Pseudoclimacograptus.*

Further north and west in the British Isles, Atlantic province Llanvirn graptolite faunas are well represented in the eastern Lake District and Cross Fell areas of England and in Co. Meath in Ireland (Fig. 1). In these occurrences, however, the Llanvirn faunas differ in two respects from those of South Wales. Firstly, while pendent species of *Didymograptus* are normally present, they are markedly subordinate to other elements of the Llanvirn graptolite faunas, especially the biserial graptoloids; and secondly, a greater taxonomic diversity is evident in the composition of these more northerly faunas, which include a number of forms — such as *Phyllograptus, Nicholsonograptus fasciculatus,* and *Aulograptus cucullus* — either rare or absent in South Wales.

Graptolite-bearing strata of Llanvirn age are also present in North Wales (Fig. 1), mid-way geographically between the English Lake District and South Wales. This intermediate location is reflected in the composition of the Llanvirn faunas, which show a good representation of both the pendent *Didymograptus* and the biserial elements. This demonstrates that the changing composition of Llanvirn graptolite faunas, from south to north within the Atlantic province of the British Isles, is gradually, and not abruptly, achieved.

In the west of Ireland, still further changes are found in the content of Llanvirn graptolite faunas, the most important being the total disappearance of pendent *Didymograptus* species and the presence of genera (and species) not seen elsewhere in the British Isles. These western Irish faunas are typically Pacific in aspect and can be compared with those of the Darriwil Series ("Middle Ordovician") of Victoria, Australia, the *Amplexograptus confertus* Zone of China, and the *Paraglossograptus etheridgei* Zone of North America.

Richer developments of Pacific province faunas of Llanvirn age than those seen in the west of Ireland are to be found in Australia, China and North America. Their compositional characteristics in these latter areas clearly demonstrate a further development of the two trends which are evidenced from south to north within the confines of the Atlantic province as represented in the British Isles. Thus, pendent species of *Didymograptus* are absent (with rare exceptions) from Pacific Llanvirn faunas. At the same time, however, generic diversity is greater in the Pacific province and genera restiricted thereto in the Llanvirn include *Brachiograptus, Cardiograptus, Paraglossograptus, Pseudobryograptus, Tristichograptus,* and some of the more advanced Sinograptidae such as *Allograptus, Sinograptus,* and *Holmograptus spinosus.* Not a single genus of Llanvirn age is endemic to the Atlantic province, and it is only the distribution of pendent species of *Didymograptus* which gives any semblance of distinctiveness to Atlantic faunas at this time.

3.5. On a world-wide scale, it is apparent that no hard and fast line separates the two Early Ordovician graptolite faunal provinces. This fact is implicit in the frequent reference to "marginal areas", in which faunal elements considered diagnostic of one province occur in association with those distinctive for the other. In overall view, varying degrees of comingling can be identified. Thus, as noted in section 3.4. above, Atlantic Llanvirn faunas are characterised essentially by the distribution of pendent species of *Didymograptus;* these forms are occasionally encountered, however, in Llanvirn faunas of Pacific type, as, for example, in north-west Argentina (Turner, 1960; Harrington and Leanza, 1957),

western Australia (Skwarko, 1967; D. Legg, personal communication), Kazakhstan (Nikitin, 1971), and China (Hsü, 1934).

In regard to these pendent forms, it should be borne in mind that pre-Llanvirn representatives were co-provincial. They first appeared in mid Arenig time, in the *Didymograptus nitidus* Zone of the Atlantic province and in the *D. protobifidus* Zone of the Pacific province. In the former province they proliferated and diversified and persisted through to the end of the Llanwirn, whereas in the Pacific province the species-group was short-lived and had effectively disappeared by the late Arenig. The occasional representatives in Pacific Llanvirn faunas are best interpreted as migrants from the Atlantic province.

The converse appears to be true in the case of *Isograptus* and the Sinograptidae, which may be regarded as essentially Pacific province graptolites. The appearance of *Isograptus,* in mid Arenig time, was synchronous in the two provinces, but it was only in the Pacific province that the genus assumed numerical importance and underwent extreme diversification, as exemplified by *Oncograptus* and *Cardiograptus*. In the Atlantic province, the genus is scantily represented and *Oncograptus* and *Cardiograptus* are unknown; moreover, the rare representatives of *Isograptus* in Llanvirn Atlantic faunas would appear to be Pacific migrants rather than direct descendants from the original Atlantic stock. Again, early sinograptids, such as *Holmograptus lentus,* were co-provincial, but later (Llanvirn) diversification within this family — as evidenced by *Holmograptus spinosus, Allograptus,* and *Sinograptus* — is a feature only of the Pacific province and such forms are not present in Atlantic Llanvirn faunas.

The biserial graptolites appeared simultaneously in the late Arenig in the two provinces (Skevington, 1968). They did so gradually, however, during an interval spanning a number of graptolite zones. In both provinces, *Glyptograptus* is the earliest representative, though the relative appearance of other genera shows some variation. The degree of diversification, as evidenced by the several biserial form-genera, is comparable in the two provinces. Relative abundance, measured in terms of numbers of individuals, has not been assessed, however, and the only pointer on this score is a dearth of biserials in southern-most Atlantic province Llanvirn faunas in the British Isles (see section 3.4. above).

3.6. Ekman (1953, p. 371) stresses "that as a characeristic of a zoogeographical region an endemic family is more important than an endemic genus, an endemic genus more important than an endemic species».

If this principle is applied to Early Ordovician graptolite faunas, the status of the Atlantic and Pacific provinces is seen to be slight indeed. Not a single family of graptolites as curruently defined (Bulman, 1970) is endemic to one province or the other*. At the generic level the picture is complicated by the certainty that many graptolite genera are polyphyletic form-genera, a fact which also precludes meaningful application of "coefficients of association" and other such statistical tests of provincialism. However, in the Arenig, *Goniograptus, Sigmagraptus*, and *Mimograptus*, for example, were confined to the Pacific province, whereas, on present evidence, *Maeandrograptus*, *Kinnegraptus*, and *Oslograptus* were endemic to the Atlantic province. In the Llanvirn, not a single genus was restricted to the Atlantic province and it is only the distribution of pendent species of *Didymograptus* which gives the province a semblance of separate identity.

---

* For present purposes, the Dicaulograptidae, so far reported only from Sweden, can be grouped with the pandemic Lasiograptidae.

The Pacific province, on the other hand, did include some endemic genera during the Llanvirn, though these are few in number — *Paraglossograptus*, *Cardiograptus*, *Brachiograptus*, *Allograptus*, and *Sinograptus* — while *Tristichograptus* and *Pseudobryograptus,* though confined to the Pacific province in the Llanvirn, were represented also in the Atlantic province in the Arenig.

As the investigation of co-eval faunas from the two provinces proceeds, the number of species common to both provinces is being progressively increased. Thus, the opening of the Arenig is witnessed by the presence of the ubiquitous *Tetragraptus approximatus.* In the late Arenig (*hirundo* Zone of the Atlantic province; Ya 1, Ya 2, and MO 1 Zones of Australia), distinctive pandemic spcies include *Tristichograptus ensiformis* and *Glyptograptus austrodentatus,* while species of *Glyptograptus, Cryptograptus, Hallograptus,* and *Glossograptus* are common to the two provinces in the Llanvirn. *Holmograptus ? orientalis* Mu from the Llanvirn *confertus* Zone of China appears to be a junior synonym of *Aulograptus cucullus* (Bulman), first described from Sweden and now known to be widely distributed in the Atlantic province; likewise, *Didymograptus compressus* Harris and Thomas and *Tylograptus geniculiformis* Mu, from the Llanvirn of Australia and China, respectively, are synonyms of the Swedish species *Holmograptus lentus* (Törnquist). *Didymograptus dubitatus* and *Nicholsonograptus fasiculatus* are also present in both provinces in the Llanvirn. The resemblance of *Diplograptus ellesi* from the *bifidus* Zone of northern England to *Diplograptus decoratus* from the MO 3 Zone in Australia was stressed by Bulman (1963); similarly, the probable conspecificity of *Glyptograptus intersitus* (MO 2 Zone) and *Glyptograptus dentatus (bifidus* Zone), and of *Amplexograptus modicellus* (MO 3 Zone) and *Pseudoclimacograptus angulatus* (Llanvirn of Sweden), are other links between the two provinces.

Thus, it is clear that the cause, or causes, invoked to explain provincialism in the Early Ordovician must be of a kind wich will permit the existence of many pandemic forms.

4. CONCLUSIONS

In Figs 2 and 3, the distribution of Early Ordovician (essentially Llanvirn) Atlantic and Pacific province graptolite faunas is superimposed upon the Cambrian/Lower Ordovician continental reconstruction maps prepared by Smith, Briden, Drewry (1973, Figs 13, 21A). Immediately apparent is the fact that, whereas Pacific faunas straddle the palaeoequator, Atlantic faunas in general characterize latitudes higher than 30° S (land areas positioned higher than 30° N on the reconstruction maps have not yielded Early Ordovician graptolites). This, in turn, suggests the possibility that latitudinal variation in surface-water temperature exerted a controlling influence on the areal extent on the Atlantic and Pacific faunas. The Pacific province corresponds with the tropical zone (approximately 30° N to 30° S of the palaeoequator) and the Atlantic province with the southern temperate zone.

In common with the characteristics portrayed by present-day epipelagic faunas, greater taxonomic diversity characterizes the Llanvirn tropical zone (Pacific province), while the temperate zone (Atlantic province) Llanvirn faunas are less diverse, though certain species-group taxa — the pendent species of *Didymograptus* — are represented by an abundance of individuals. Moreover, as expected, the taxonomic diversity gradient

increases gradually towards the Ordovician palaeoequator and this feature is particularly well illustrated by the changing composition of Llanvirn faunas from south to north in the British Isles (see section 3.4 above).

It seems reasonable to assume that the Late Ordovician glacial episode would have been foreshadowed during the Early Ordovician by a progressive steepening of thermal gradients from the palaeoequator towards the palaeopoles and that this would have been accompanied by the establishment of increasingly well-marked latitudinal climatic zones. At the opening of the Ordovician period, the difference in average surface-water temperatures between low and mid-high latitudes is likely to have been relatively slihgt. The accumulation of polar ice, culminating in the Late Ordovician glaciation, would have been reflected in a general lowering of surface-water temperatures, the effect being greater in higher than in lower latitudes. Thus, the Early Ordovician would have witnessed a progressively increasing disparity in average surface-water temperatures between low (tropical) latitudes, on the one hand, and mid-high (temperate) latitudes on the other.

On the basis of the climatic model outlined above, and assuming that surface-water temperatures influenced the distribution of epipelagic graptolites, it is possible to offer an explanation for the compositional characteristics of Atlantic and Pacific faunas at various times during the Early Ordovician.

The opening of the Arenig is distinguished by the ubiquitous development of the *Tetragraptus approximatus* fauna. In the early and middle Arenig, *Phyllograptus* in association with pendent *Didymograptus*, and then *Isograptus,* enjoyed a similarly extensive (co-provincial) distribution; at the same time, multiramous Dichograptidae inhabited both provinces, as also did a variety of pauciramous forms other than those listed above, viz. *Azygograptus*, *Didymograptus* (extensiform and declined), and *Tetragraptus*. Recognition of Atlantic and Pacific provinces in the early and middle Arenig rests essentially on the restriction of certain multiramous genera to one province or the other. Most, if not all, such genera are not strict biological entities, however; rather, they are form-genera and their existence demonstrates only too well the long-held belief that many graptolite "genera" are polyphyletic, and, as such, have little if any value in the delimitation of faunal provinces. In addition, three possibly valid genera — *Maeandrograptus*, *Kinnegraptus*, and *Oslograptus* — appear to be endemic to the Atlantic province in the early of middle Arenig. However, Bulman (1970) has questioned the validity of *Oslograptus*, while the geographical distribution of *Maeandrograptus* is dependent upon the interpretation of its generic characteristics — thus, Bulman (1970) regards the genus as monotypic and so limits its distribution to that of the type species (southern Scandinavia), whereas Harris (1933) refers certain Australian species to the genus, thereby according it a co-provincial ditsribution. Indeed, only the diminutive *Kinnegraptus* has so far escaped without question, though Jackson (1969) records a rare occurrence of this genus in the Yukon (Pacific province).

The evidence for clearly defined provincialism in the early and middle Arenig is thus slight indeed; rather, uniformity was the rule, and this is to be expected in view of the low thermal gradients postulated for that period of time.

This impression of uniformity persists into the late Arenig and, at the species level, is perhaps best illustrated by the ubiquitous *Tristichograptus*

ensiformis; it is also expressed by the universal appearance of biserial scandent graptolites, particularly *Glyptograptus*, and the first Sinograptidae. On the other hand, there is clear evidence of incipient true provincialism. Thus, late Arenig descendants of the pendent *Didymograptus* stock are confined to areas which, in the succeeding Llanvirn, are referable to a more clearly defined Atlantic province. Conversely, *Isograptus* flourishes and diversifies (leading to such extereme forms as *Oncograptus* and *Cardiograptus*) only within the confines of a developing Pacific province.

In the late Arenig, therefore, formerly widespread stocks suffer a restricted distribution, and this can be attributed to steepening thermal gradients and a consequent clearer demarcation of tropical and temperate zones. Stenothermal tendencies are portrayed by *Isograptus* and its derivatives and by the pendent forms of *Didymograptus*, with the former expressing a preference for the warmer waters of the tropical zone and the latter for the cooler waters of the temperate zone. At the same time, newly-emergent stocks — such as the biserial graptolites (both dipleural and mono-pleural) and the sinograptids — were eurythermal and hence able to tolerate the range of temperatures experienced throughout the late Arenig tropical and temperate zones. Nevertheless, at least one dipleural biserial species, *Glyptograptus austrodentatus*, includes a number of readily detectable local populations or geographical races (Bulman, 1963), and while genetic isolation may have been the principal factor involved in their development, it seems reasonable to assume that temperature variation played at least a contributary role.

In the Llanvirn, the further steepening of latitudinal thermal gradients between the palaeoquator and the palaeopoles, and the correspondingly more marked disparity between tropical and temperate zones, is reflected in the composition of Llanvirn faunas. Thus, the continued preference of *Isograptus* and its derivatives for the tropical zone and of pendent *Didymograptus* species for the temperate zone is clearly evidenced; indeed, as noted above, it is the restricted geographical distribution of Llanvirn pendent *Didymograptus* which gave origin to the provincial concept. At the same time, *Phyllograptus*, *Tristichograptus*, and descendants of the late Arenig sinograptid stock may be interpreted as stenothermal tropical, for they are essential constituents of Pacific province faunas during the Llanvirn. The biserial scandent graptolites, on the other hand, remain eurythermal and hence are co-provincial in the Llanvirn, though their reduced representation in late Llanvirn faunas in southern Britain suggests that they were unable to tolerate the lower range of temperatures experienced in the temperate zone as the Early Ordovician drew to a close.

In light of (i) the fact that present day surface-water isotherms show an approximate parallelism to lines of latitude, and (ii) the readily demonstrable relationship between the composition of Early Ordovician graptolite faunas and the postulated palaeolatitudes, it appears reasonable to conclude that temperature variation was primarily responsible for the establishment and maintenance of the Atlantic and Pacific provinces. Moreover, the progressive development of the two provinces can be correlated with the gradual steepening of thermal gradients and the emergence of climatic belts which foreshadowed the onset of the late Ordovician glacial episode.

While the latitudinal temperature control hypothesis serves as an acceptable explanation of the general characteristics of Early Ordovician provincialism, it is appreciated that local patterns of distribution may

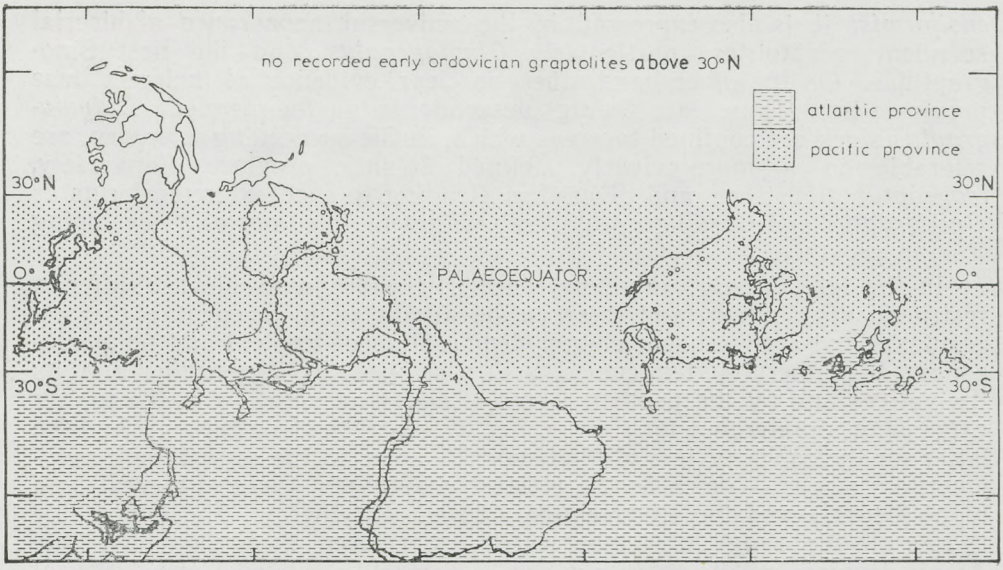


Fig. 2. Distribution of Early Ordovician (essentially late Arenig and Llanvirn) graptolite faunal provinces, together with recorded occurrences of *Nemagraptus gracilis* (small circles). (Continental reconstruction based on Fig. 13, Map 8 — "Cambrian/ Lower Ordovician" — of Smith, Briden and Drewry (1973); Mercator projection).

reflect the operation of other factors — biological, geographical and environmental. Thus, it can be assumed that the Ordovician oceans supported circulation systems comparable, in broad outlines, with those in existence in oceans of the present, and this is all the more likely to have been the case as the temperature differential between the palaeoequator and the palaeopoles increased with the passage of time during the Ordovician period. In modern oceans, the precise paths followed by ocean currents are influenced by the distribution and coastal configurations of the land masses. The outlines and relative disposition of Ordovician land areas are unknown, however, and, at best, one can assume that, locally, warmer tropical waters were carried into higher latitudes and cooler, temperate waters found their way into lower latitudes. This is possibly sufficient to explain the occurrence of the occasional Llanvirn pendent *Didymograptus* in faunas which otherwise are distinctively Pacific in composition; conversely, the rare presence of *Isograptus* in Atlantic Llanvirn faunas may be attributable to the flowage of warm currents into the temperate zone.

It may be necessary to seek an alternative explanation, however, to account for the Early Ordovician Atlantic faunas of southern Scandinavia and the Baltic States. On the Smith, Briden and Drewry (1973) reconstruction maps these areas are positioned on/or about the 20°S palaeolatitude line and well within the tropical zone, though the Early Ordovician faunas therefrom are temperate in character (Figs 2, 3). It is possible that this tropical lobe of the Atlantic province was established and maintained by a cool current flowing from the temperate zone towards the palaeoequater; such a current, however, would have to

have flowed unchanged and unchecked throughout the Early Ordovician*. A more likely explanation, achieving the same effect, would be to assume that in the Early Ordovician the European continental mass was at least 10° further south than the position accorded to it on the Smith, Briden and Drewry (1973) maps, thereby placing southern Scandinavia and the

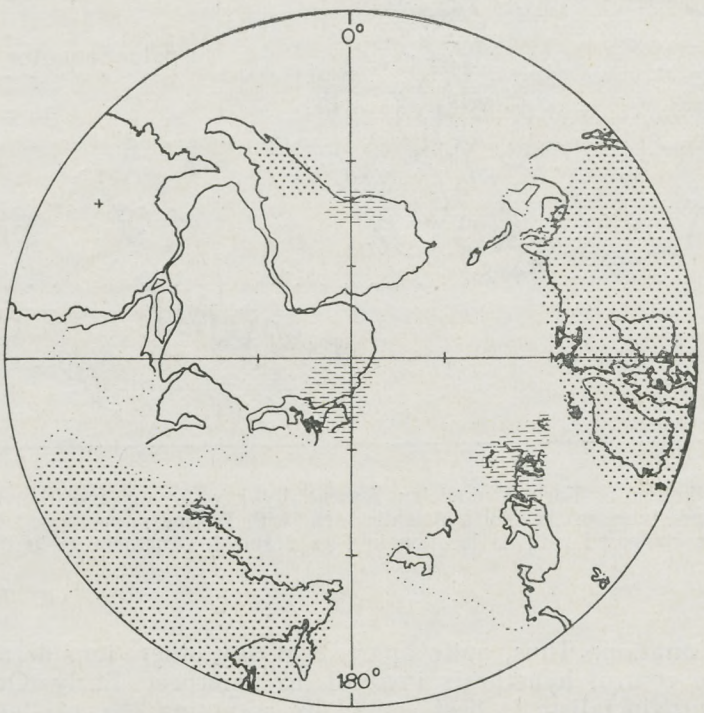


Fig. 3. Distribution of Early Ordovician (essentially late Arenig and Llanvirn) graptolite faunal provinces; ornament as in Fig. 2. (Continental reconstruction based on Fig. 21A, Map 8 — "Cambrian/Lower Ordovician" — of Smith, Briden and Drewry (1973); South pole stereographic projection).

Baltic States within the southern temperate zone (Fig. 4). Acceptance of a proto-Atlantic Ocean (see section 3.1 above) imposes no constraints on the extent of the separation of North America and Europe in the Early Ordovician. A southward shift of Europe through 10° of latitude relative to North America would result in a greater separation of the two continents, and the areal extent of the proto-Atlantic Ocean would be enlarged accordingly, though not to an unacceptable degree when it is borne in mind that the Early Ordovician witnessed the maximum development of the proto-Atlantic. Williams (1969 a) used the Bullard et al (1965) Pangaea fit of the continents as a basis for his interpretation of Ordovician palaeogeography; in terms of this model, a southward displacement of Europe would involve a comparable shift in the position of North America and the consequent location of tropical (Pacific province) faunas in the temperate zone, which, in turn, would require

* As a corollary, it is worthy of note that this current would have flowed in the opposite direction to the "South Equatorial Current" invoked by Williams (1969a) to explain aspects of Ordovician brachiopod provincialism in north-west Europe.

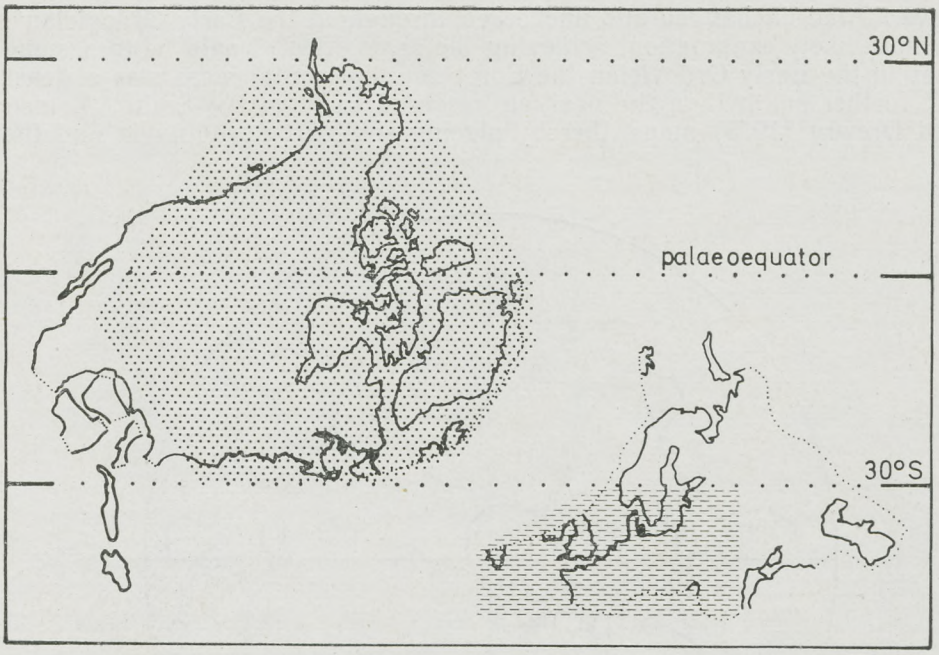


Fig. 4. Distribution of Early Ordovician (essentially late Arenig and Ilanvirn) graptolite faunal provinces in the North Atlantic area, with Europe re-positioned 10° further south as compared with its location in Figs 2 and 3. Ornament as in Fig. 2.

further explanation. Thus, quite apart from any other consideration, the temperature control hypothesis invoked to interpret Early Ordovician graptolite provincialism is best served by assuming the existence of a proto-Atlantic ocean of the same order of magnitude as the present North Atlantic.

McTavish and Legg (1972) have suggested that the tectonosedimentary environment may well have influenced the composition of graptolite faunas in the Early Ordovician and, further, they develop this belief in an attempt to reconcile the disparate views expressed in regard to inter-provincial graptolite zonal correlation. The correspondence which exists in the British Isles between the tectonic zones of the Coledonian orogen and the composition of Llanvirn graptolite faunas has been noted above (see section 3.1 and Fig. 1). Thus, Pacific province faunas are confined to Zone A and Atlantic province faunas to Zones B and C; moreover, in the Atlantic province, faunas characterized by a dominance of the pendent *Didymograptus* element are found in Zone C, whereas faunas richer in biserial graptolites occur within Zone B. This led Skevington (1969) to suggest that the pendent forms of *Didymograptus* were better suited to the shallow water, higher energy environment of the platform seas (Zone C), while the biserials flourished in the quieter surface waters of the proto-Atlantic Ocean (Zone B). A more rigorous quantitative assessment of Atlantic Llanvirn faunas from south to north in the British Isles reveals, however, that the compositional changes are gradually achieved and an abrupt changeover from a dominance of pendent *Didymograptus* to a dominance of biserials does not take place at the Zone C/Zone B interface. These observations are more in accord

with the belief that surface-water temperatures exerted a controlling influence on faunal composition and that any apparent correlation between composition and tectonic environment is nothing more than coincidental. This view is strengthened by the slight, but very significant, increase in taxonomic diversity evident in the northern compared to the southern Atlantic Llanvirn faunas, which can be attributed to closer proximity to the palaeoequator.

The abrupt change in the composition of Llanvirn faunas across the Zone A/Zone B interface is readily explained in terms of the plate tectonic interpretation of the Caledonian orogen proposed by Dewey (1969). In the Early Ordovician, the Pacific province faunas of Zone A were separated from those of Zone B by the major expanse of the proto-Atlantic Ocean. The present close juxta-position of Pacific and Atlantic faunas in the northern parts of the British Isles reflects the subsequent contraction, or squeezing out, of the proto-Atlantic by lithosphere loss in a subduction zone located along the southern margin of Zone A. The tectono-sedimentary peculiarities of Zone A had no influence on the composition of Early Ordovician graptolite faunas of that zone — these faunas derive their Pacific characteristics from the fact that, in the Early Ordovician, they were located well within the tropical zone, in close proximity to the Ordovician palaeoequator.

In summary, it is believed that available evidence convincingly demonstrates that latitudinal variation in surfacewater temperature was the factor primarily responsible for the compositional characteristics and broad distributional patterns portrayed by Early Ordovician epipelagic graptolite faunas. A progressive steepening of thermal gradients between the palaeoequator and the palaeopoles, foreshadowing the Late Ordovician glacial episode, was accompanied by an increased definition of two faunal provinces, the one (Pacific province) characterised by stenothermal tropical forms, the other (Atlantic province) distinguished by graptolites showing a preference for the cooler waters of the temperate zone. Faunal elements common to the two provinces — particularly the late Arenig and Llanvirn biserial graptolites — are presumed to have been eurythermal to the extent that they were able to tolerate a temperature range encompassing the extremes of the tropical and temperate zones.

While a given fauna, particularly one of Llanvirn age, can be accorded to one province or the other with reasonable certainty, the boundaries of the provinces are not amenable to precise definition. Rather, the faunas of one province appear to grade into those of the other. This is to be expected, however, for the latitudinal thermal gradients, whether steep or shallow, would have approximated to a smooth curve and, accordingly, the boundaries between the tropical and temperate zones would have been diffuse. In those areas, such as the northern part of the British Isles, where the faunas of one province give way abruptly to those of the other, post-Early Ordovician tectonic events provide an acceptable explanation for the present close juxta-position of dissimilar faunas.

5. THE CHARACTERISTICS OF LATE ORDOVICIAN GRAPTOLITE FAUNAS

Local compositional characteristics and distribution patterns may reflect the operation of secondary controls such as ocean currents, geographical and genetic isolation, and physical (land) barriers. Such factors are operative and influential at present and it would seem

reasonable to assume that they were so in the past. Their effects, however, were localised and, at beds, they were responsible for detailed modifications superimposed upon the basic patterns defined by latitudinal variation in surface-water temperature.

An assessment of the factors responsible for graptolite provincialism in the Early Ordovician would not be complete unless an attempt was made to explain the more cosmopolitan aspect presented by Late Ordovician faunas.

The sudden and virtually complete demise of the dichograptids and sinograptids at the end of the Llanvirn confers a uniformity on immediately post-Llanvirn graptolite faunas the world over, and this impression of standardization is enhanced by the universal appearance of the genera *Dicellograptus* and *Nemagraptus* at the beginning of the Late Ordovician, shortly followed by species of *Leptograptus* and *Dicranograptus*. Indeed, the four genera already listed, together with *Corynoides* and the biserial scandent genera *Amplexograptus*, *Climacograptus*, *Cryptograptus*, *Diplograptus*, *Glossograptus*, *Glyptograptus*, *Lasiograptus*, *Orthograptus*, and *Pseudoclimacograptus*, dominate Late Ordovician faunas throughout the world. This uniform generic composition of Late Ordovician faunas is widely interpreted as indicative of an end to the provincialism which characterized the distribution of Early Ordovician graptolites. In fact, however, there is evidence of provincial developments at times during the Late Ordovician, though the differences exist at the lowest taxonomic level — that of the species — and the provinces are correspondingly much less obvious. Indeed, in the light of Ekman's statement that endemic species have least value in provincial definition (see section 3.6 above), the status of the Late Ordovician provinces is seen to be exceedingly slight. Be that as it may, the continued existence of some degree of provincialism is apparent if an attempt is made to apply the standard British Upper Ordovician graptolite zones, which were defined in southern Scotland, to graptolite-bearing sequences in Wales. Whereas the faunas of the *Nemagraptus gracilis* and *Dicranograptus clingani* Zones are readily recognizable in both regions, those of the intervening Zones of *Climacograptus peltifer* and *Climacograptus wilsoni* cannot be identified in the Welsh area. Similar problems attend the identification of the Zones of *Plerograptus linearis*, *Dicellograptus complanatus*, and *Dicellograptus anceps* in Wales. Further afield, in North America, Riva (1969) has drawn attention to differences in the composition of Late Ordovician faunas between Texas and north-eastern North America and it is of interest that parallel differences occur also in the conodont faunas (Bergström, 1973).

In part, at least, the resticted diversification in rhabdosomal form, in comparison with the Early Ordovician, is one factor contributing to the reduced expression of Late Ordovician provincialism.

Secondly, within the North Atlantic area, Late Ordovician proto-Atlantic contraction, achieved by the relative movement of Europe towards North America, might have involved some co-mingling of faunas between areas which, in the Early Ordovician, had been separated by a vast expanse of ocean.

Thirdly, the lowering of surface water temperatures in mid and high latitudes, consequent upon the Late Ordovician glacial phase, appears to have imposed a restriction on the overall distribution of graptolite faunas in comparison with the Early Ordovician. Thus, Late Ordovician graptolites do not occur in North Africa (Destombes, 1971), though Early Ordovician Atlantic province faunas have been reported therefrom, and

are rare in north-west South America, an area which also supported rich Atlantic faunas in the Early Ordovician. Maps prepared by Tamain (1971, Figs II—V), depicting the distribution of graptolites at various times during the Ordovician period in south-western Europe and north-western Africa, demonstrate the progressive withdrawal of faunas from the Ordovician south polar region. Thus, Llanvirn graptolites occur in the Anti-Atlas, throughout the Iberian Peninsula, and in Brittany and Normandy (Fig. II); *G. teretiusculus* Zone ("Llandeilo") forms are restricted to northern Spain and Brittany, while early Caradoc species are found only in Normandy (Fig. III); and thereafter graptolites dissappear from south-western Europe (Figs IV, V)*. The distribution of *Nemagraptus gracilis* — certainly the most distinctive and possibly the most widely distributed Late Ordovician graptolite species — adds weight to the preceding observations. When occurrences of this species are plotted on the Smith, Briden and Drewry (1973) Cambrian/Lower Ordovician reconstruction maps (which accord Europe a position it probably occupied in the Late Ordovician) they are seen to fall within a zone bounded by the 30° N and 30° S palaeolotitude lines (Fig. 2). In other words, the distributional limits of this species are the same as those which defined the extent of the Pacific province in the Early Ordovician.

The foregoing evidence strongly suggests that in the Late Ordovician all graptolite faunas, with rare exceptions, were confined to the tropical zone, where the general environmental uniformity (measured in terms of surface-water temperatures) was impressed upon the composition of the graptolite faunas. It is envisaged that the progressively steepening thermal gradients imparted a concomitant restriction upon the areal distribution of graptolites, such that, by the Late Ordovician, the limits of temperature tolerance were located within a few tens of degrees on either side of the palaeoequator. This reduced geographical spread of graptolite faunas increased the possibility of interchange and hence favoured the establishment of more uniform compositional characteristics. With this progressive geographical limitation there occurred also a marked reduction in taxonomic diversity, such that latest Ordovician graptolite faunas include but a handful of species attributable only to some five or six genera, which can be regarded as a further expression of glacial iifluence (see also Berry and Boucot, 1973).

Sub-provincial developments which arose at times during the Late Ordovician are best attributed, perhaps, to physical barriers which imposed some degree of geographical (and genetic) isolation on a local scale, as, for example, between southern Scotland and Wales. In this case, the plate tectonic model proposed by Dewey (1969, 1971) for the evolution of the Caledonian orogen includes adequate provision for the emergence of physical barriers during the contraction phase of the proto-Atlantic Ocean — a phase which encompassed the Late Ordovician. Thus, the establishment of tectonic features such as the Welsh Basin, the Irish Sea Horst, and, more particularly, volcanic island arcs, would have provided at least partial, if not complete, barriers between Wales and southern Scotland. At the same time it is worthy of note that the island arcs, while imposing a restriction on the free range of epipelagic graptolites, would have contributed to the uniformity of the Late Ordovician benthos by providing an increased development of the shallow-water environment occupied by such organisms (see Williams, 1969a).

* Tamain's late Caradoc map (Fig. IV) indicates the presence of graptolites in the Anti-Atlas at that time. This is contrary to information given by Destombes (1971) and hence should be regarded with some suspicion.

6. ACKNOWLEDGEMENTS

The writer gratefully acknowledges information supplied by Dr. M. Romano (University of Sheffield), Dr. A. W. A. Rushton (Institute of Geological Sciences), and Mr. M. Walters (University College, Galway). Professor A. Williams, F. R. S., and Dr. A. D. Wright (Queen's University, Belfast) kindly read and commented upon an early version of the manuscript.

REFERENCES

Bergström, S. M. Ordovician conodonts. — In: Atlas of Palaeobiogeography. Elsevier Scientific Publishing Company. Amsterdam, 1973, p. 47—58.

Berry, W. B. N. Correlation of Ordovician graptolite-bearing sequences. — Proc. Int. Geol. Cong. 21st Sess. Copenhagen, 1960, pt. 7, p. 97—108.

Berry, W. B. N. Graptolite occurrence and ecology. — "J. Paleontol.", 1962, vol. 36, p. 185—193.

Berry, W. B. N. Comments on correlation of the North American and British Lower Ordovician. — "Geol. Soc. Am. Bull.", 1967, vol. 78, p. 419—428.

Berry, W. B. N., Boucot, A. J. Glacio-Eustatic control of Late Ordovician—Early Silurian platform sedimentation and faunal changes. — "Geol. Soc. Am. Bull.", 1973, vol. 84, p. 275—284.

Beuf, S., Biju-Duval, B., Charpal, O. de., Rognon, P., Gabriel, O., Bennacef, A. Les Grés du Paléozoique Inférieur au Sahara. — "Publications de l'Institut Francais du Pétrole Collection Science et Technique Pétrole", Paris, 1971. No. 18, 464 p.

Bird, J. M., Dewey, J. F. Lithosphere plate-continental margin tectonics and the evolution of the Appalachian orogen. — "Geol. Soc. Am. Bull.", 1970, vol. 81, p. 1031—1060.

Bullard, E. C., Everett, J. E., Smith, A. G. The fit of the Continents around the Atlantic. — "Phil. Trans. R. Soc. London", 1965, vol. 258A, p. 41—51.

Bulman, O. M. B. Graptolithina with sections on Enteropneusta and Pterobranchia. — In: Treatise on Invertebrate Palaeontology, V. Lawrence, Kansas, 1955. 101 p.

Bulman, O. M. B. The sequence of graptolite faunas. — "Palaeontology", 1958, vol. 1, p. 159—173.

Bulman, O. M. B. Lower Palaeozoic plankton. — "Quart. J. geol. Soc. London", 1964, vol. 120, p. 455—476.

Bulman, O. M. B. Graptolithina with sections on Enteropneusta and Pterobranchia. In: Treatise on Invertebrate Palaeontology, V (2nd edition), Geol. Soc. Am., Univ. Kansas, 1970, 163 p.

Bulman, O. M. B. Graptolite faunal distribution. — In: Faunal Provinces in Space and Time. — "Geol. J.", Special Issue", 1971, No. 4, p. 47—60.

Cocks, L. R. M., McKerrow, W. S. Brachiopod distributions and faunal provinces in the Silurian and Lower Devonian. In: Organisms and Continents through Time. — "Special Papers in Palaeontology". 1973, No. 12, p. 291—304.

Cox, A. H. The geology of the district between Abereiddy and Abercastle, Pembrokeshire. — "Quart. J. geol. Soc. London", 1915, vol. 71, p. 273—342.

Destombes, J. L'Ordovicien au Maroc; essai de synthése stratigraphique. — "Mém. Bur. rech. géol. min.", 1971, vol. 73, p. 237—263.

Dewey, J. F. Evolution of the Appalachian/Caledonian orogen. — "Nature, London", 1969, No. 222, p. 124—129.

Dewey, J. F. A model for the Lower Palaeozoic evolution of the southern margin of the Early Caledonides of Scotland and Ireland. — "Scot. J. Geol.", 1971, vol. 7, p. 219—240.

Dewey, J. F., Rickards, R. B., Skevington, D. New light on the age of Dalradian deformation andn metamorphism in western Ireland. — "Norsk Geol. Tidsskr.", 1970, vol. 50, p. 19—44.

Dunning, F. W. Dating events in the metamorphic Caldeonides: impressions of the symposium held in Edinburgh, 1971. — "Scott. J. Geol.", 1972, vol. 8, p. 179—192.

Ekman, S. Zoogeography of the Sea. Sidgwick and Jackson. London, 1953. 418 p.

Elles, G. L. Some graptolite zones in the Arenig rocks of Wales. — "Geol. Mag.", 1904, vol. 41, p. 199—211.

Ewing, M., Donn, W. L. A theory of ice ages. — "Science", 1956, vol. 123, p. 1061—1066.

Hallam, A. (Editor) Atlas of Palaeobiogeography. Elsevier Scientific Publishing Company. Amsterdam, 1973. 531 p.
Harland, W. B. The Ordovician Ice Age. — "Geol. Mag.", 1972, vol. 109, p. 451—456.
Harland, W. B., Gayer, R. A. The Arctic Caledonides and earlier Oceans. — "Geol. Mag.", 1972, vol. 109, p. 289—314.
Harrington, H. J., Leanza, A. F. Ordovician Trilobites of Argentina. — Univ. Kansas Press, Spec. Publ., 1957, No. 1.
Harris, W. J. , *Isograptus caduceus* and its allies in Victoria. — "Proc. Roy. Soc. Vict.", 1933, vol. 46, p. 79—114.
Harris, W. J., Keble, R. A. Victorian graptolite zones with correlation and description of species. — "Proc. Roy. Soc. Vict.", 1932, vol. 44, p. 25—48.
Hicks, H. On the succession of the ancient rocks in the vicinity of St. David's, Pembrokeshire, with special reference to those of the Arenig and Llandeilo Groups, and their fossil contents. — "Quart. J. geol. Soc. London", 1875, vol. 31, p. 167—195.
Hicks, H. The classification of the Eozoic and Lower Palaeozoic rocks of the British Isles. — "Pop. Sci. Rev.". 1881, vol. 5, p. 289—308.
Hopkinson, J., Lapworth, C. Descriptions of the graptolites of the Arenig and Llandeilo rocks of St. David's. — "Quart. J. geol. Soc. London", 1875, vol. 31, p. 631—672.
Hsü, S. C. The graptolites of the Lower Yangtze Valley. — "Monogr. Nat. Res. Inst. Geol. (Acad. Sinica)", 1934, A4. 106 p.
Hughes, N. F. (Editor) Organisms and Continents through Time. — "Special Papers in Palaeontology", 1973, No. 12.
Irving, E. Palaeomagnetism. John Wiley and Sons. New York, 1964.
Jaanusson, V. Graptoloids from the Ontikan and Viruan (Ordov.) limestones of Estonia and Sweden. — "Bull. Geol. Inst. Univ. Uppsala", 1960, vol. 38, p. 289—366.
Jackson, D. E. Ordovician graptolite faunas in lands bordering North Atlantic and Arctic Oceans. — "Am. Assoc. Petrol. Geologists, Mem.", 1969, No. 12, p. 504—512.
Lapworth, C. On the geological distribution of the Rhabdophora — "Ann. Mag. Nat. Hist.", 1879—1880. Ser. 5. vol. 3: 245—257, 449—455: vol. 4: 333—341, 423—431; vol. 5: 45—62, 273—285, 358—369: vol. 6: 16—29, 185—207.
McTavish, R. A., Legg, D. P. Middle Ordovician correlation — conodont and graptolite evidence from Western Australia. — "N. Jb. Geol. Paläont. Mh.", 1972, Nr. 8, S. 465—474.
Middlemiss, F. A., Rawson, P. F., Newall, G. (Editors). Faunal Provinces in Space and Time. — "Geol. J. Special Issue", 1971, No. 4.
Nikitin, I. F. The Ordovician System in Kazakhstan. — "Mém. Bur. rech. géol. min.", 1971, vol. 73, p. 337—343.
Riva, J. Middle and Upper Ordovician graptolite faunas of St. Lawrence Lowlands of Quebec, Anticosti Island. — "Am. Assoc. Petrol. Geologists. Mem.", 1969, No. 12, p. 513—556.
Schuchert, C. Palaeozoic plankton of North America. — "Am. J. Sci.", 1935, vol. 29, p. 462—464.
Sheehan, P. M. The relation of Late Ordovician glaciation to the Ordovician—Silurian changeover in North American brachiopod faunas. — "Lethaia", 1973, vol. 6, p. 147—154.
Skevington, D. A correlation of Ordovician graptolite-bearing sequences. — "Geol. Fören. Stockh. Förhandl", 1963, vol. 85, p. 298—319.
Skevington, D. British and North American Lower Ordovician correlation: discussion. — "Geol. Soc. Am. Bull.", 1968, vol. 79, p. 1259—1264.
Skevington, D. Graptolite faunal provinces in Ordovician of Northwest Europe. — "Am. Assoc. Petrol. Geologists, Mem.", 1969, vol. 12, p. 557—562.
Skevington, D. Ordovician graptolites. — In: Atlas of Palaeobiogeography. Elsevier Scientific Publishing Company. Amsterdam, 1973, p. 27—35.
Skwarko, S. K. Some Ordovician graptolites from the Canning Basin. Western Australia. 1. On the structure of Didymograptus artus Elles and Wood. — "Bur. Min. Resour. Aust. Bull.", 1967, vol. 92, p. 171—189.
Smith, A. G., Briden, J. C., Drewry, G. E. Phanerozoic world maps. — In: Organisms and Continents through Time. — "Special Papers in Palaeontology", 1973. No. 12, p. 1—42.
Tamain, G. L'Ordovicien est-marianique (Espagne). Sa place dans la province mediterranéenne. — "Mém. Bur. rech. géol. min.", 1971, No. 73, p. 403—416.
Turner, J. P. M. Faunas graptoliticas de America del Sud. — "Rev. Assoc. Geol. Argent.", 1960, vol. 14. 178 p.

Whittington, H. B. The phylogeny and distribution of Ordovician trilobites. — "J. Paleontol.", 1966, vol. 40, p. 696—737.
Whittington, H. B. Ordovician trilobites. — In: Atlas of Palaeobiogeography. Elsevier Scientific Publishing Company. Amsterdam, 1973, p. 13—18.
Whittington, H. B., Hughes, C. P. Ordovician geography and faunal provinces deduced from trilobite distribution. — "Phil. Trans. Roy. Soc. London", 1971, vol. 263B, p. 235—278.
Whittigton, H. B., Hughes, C. P. Ordovician trilobite distribution and geography. In: Organisms and Continents through Time. — "Special Papers in Palaeontology", 1973, No. 12, p. 235—240.
Williams, A. Ordovician faunal provinces with reference to brachiopod distribution. — In: The Pre-Cambrian and Lower Palaeozoic Rocks of Wales. University of Wales Press. Cardiff, 1969a, p. 117—154.
Williams, A. Ordovician of British Isles. — "Am. Assoc. Petrol. Geologists. Mem.", 1969b, No. 12, p. 236—264.
Williams, A. Distribution of brachiopod assemblages in relation to Ordovician palaeogeography. In: Organisms and Continents through Time. — "Special Papers in Palaeontology", 1973, No. 12, p. 241—269.
Wilson, J. T. Did the Atlantic close and then re-open? — "Nature, Lond.", 1966, 211, p. 676—681.

University College Galway

ОБСУЖДЕНИЕ ФАКТОРОВ, ОБУСЛОВИВШИХ ПРОВИНЦИАЛИЗМ РАННЕОРДОВИКСКИХ ГРАПТОЛИТОВЫХ ФАУН

Д. СКЕВИНГТОН

Резюме

Рассматривается значение тектонических, палеомагнитных, биологических и других признаков при выявлении причин провинциализма раннеордовикских граптолитовых фаун. Показано, что главным фактором, определяющим расселение граптолитов, была температура морской воды. Постепенное охлаждение воды от палеоэкватора к палеополюсам обусловило возникновение двух основных биогеографических провинций. Пацифическая (тихоокеанская) характеризуется стенотермическими тропическими формами, атлантическая — более прохладнолюбивыми формами умеренного пояса. Виды, распространенные в обеих провинциях, рассматриваются как эвритермические.

Местные различия в составе фаун и своеобразие их распространения — следствие влияния второстепенных факторов. К последним относятся течения, географическая и генетическая изоляция, барьеры.

Большая космополитичность позднеордовикской фауны, вероятно, обусловлена меньшими различиями в форме рабдосом граптолитов, проявлением провинциализма только на уровне вида. В том же направлении влияли позднеордовикское оледенение и постепенное уменьшение прото-Атлантического океана.

VARAORDOVIITSIUMI GRAPTOLIIDIFAUNADE PROVINTSIALISMI PÕHJUSTANUD FAKTORITE ARUTLUS

D. SKEVINGTON

Resümee

Käsitletakse tektoonika, paleomagnetismi, keskkonna ja bioloogiliste tunnuste osa varaordoviitsiumi graptoliidifaunade provintsialismi põhjuste selgitamisel. Näidatakse, et peamine graptoliitide levikut mõjusta-

nud tegur oli merevee temperatuur. Järkjärguline vee jahenemine paleoekvaatorilt paleopooluste suunas tingis kahe põhilise faunaprovintsi kujunemise: patsiifilist iseloomustavad stenotermsed troopilised vormid, atlantilist aga jahedamalembesed parasvöötmevormid. Mõlemas provintsis esinevaid vorme vaadeldakse eurütermsetena.

Kohalikud fauna koosseisu iseärasused ja leviku seaduspärasused on teisejärguliste tegurite mõju tulemus. Need tegurid on hoovused, geograafiline ja geneetiline isolatsioon, barjäärid.

Hilisordoviitsiumi fauna suuremat kosmopoliitsust on põhjustanud nähtavasti rabdosoomi kuju väiksem erinevus, nii et provintsialism avaldub ainult liigi tasemel; samas suunas mõjusid ka hilisordoviitsiumi jäätumine ja Proto-Atlandi ookeani järkjärguline sulgumine.

О ГРАПТОЛИТАХ ОРДОВИКА И СИЛУРА НА НОВОСИБИРСКИХ ОСТРОВАХ

Р. Ф. СОБОЛЕВСКАЯ

В настоящее время на Новосибирских островах граптолиты ордовика известны только на о. Беннета, а силура — на о. Котельном (рис. 1).

Впервые граптолиты на о. Беннета были собраны Э. В. Толлем. В 1902 г. Г. Троедссон, изучавший эти граптолиты, определил среди них такие ордовикские роды, как *Didymograptus*, *Tetragraptus*, *Phyllograptus*.

Первое систематическое изучение ордовикских отложений на этом острове проведено в 1956 г. геологами Научно-исследовательского института геологии Арктики (НИИГА) Д. А. Вольновым и Д. С. Сороковым, которые и разработали существующую сейчас схему стратиграфии этих отложений.

По данным упомянутых исследователей, ордовикские отложения на о. Беннета, мощностью около 1000 м, состоят главным образом из аргиллитов и алевролитов, равномерно переслаивающихся между собой. В

Рис. 1. Схема распространения силурийских отложений юго-западной зоны на о. Котельном.

Жирным шрифтом показаны силурийские отложения.

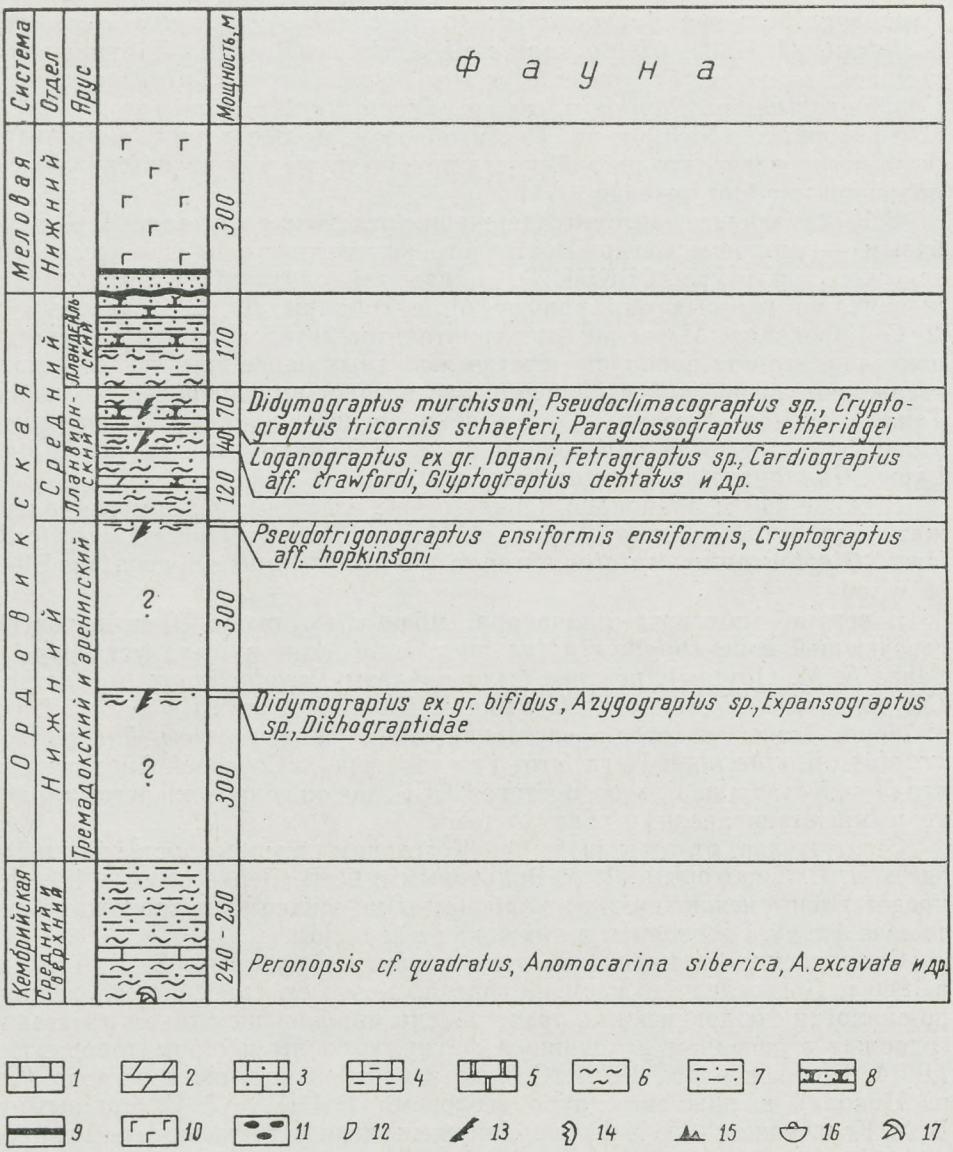


Рис. 2. Стратиграфический разрез ордовикских отложений на о. Беннета.
По данным Д. А. Вольнова, Д. С. Сорокова, 1956 г. и Б. А. Клубова, 1972 г.

виде прослоев встречаются песчаники. Они, по-видимому, согласно залегают на нерасчлененных средне-верхнекембрийских породах и с размывом перекрыты нижнемеловыми угленосными отложениями и базальтами (рис. 2).

Граптолиты, собранные на о. Беннета Д. А. Вольновым и Д. С. Сороковым, а также М. М. Ермолаевым (в 1937 г.), определялись А. М. Обутом, который выделил среди них позднеаренигский и лландоверийский комплексы. Граптолиты верхнего аренига, обнаруженные в 600 м от предполагаемого основания ордовика, представлены такими формами, как

Expansograptus sp., *Azygograptus* sp., *Pseudotrigonograptus ensiformis ensiformis* (J. Hall), *Glyptograptus* aff. *dentatus* (Brongn.) Лланвирнский комплекс включает *Didymograptus murchisoni* (Beck), *Tetragraptus* sp., *Gymnograptus* sp., *Phyllograptus* sp., *Cryptograptus atenarius* (J. Hall), *C.* aff. *hopkinsi* (Nich.) и др. Таким образом, на основании граптолитов было установлено, что на о. Беннета присутствуют как аренигские, так и лланвирнские * отложения.

В 1972 г. эти же граптолитсодержащие отложения изучались Б. А. Клубовым — геологом Северо-Восточного комплексного научно-исследовательского института (СВКНИИ), собравшим граптолиты в тех же обнажениях, из которых они раньше были собраны Д. А. Вольновым и Д. С. Сороковым. Изучение этих граптолитов автором настоящей статьи показало, что они дополняют состав известных ранее комплексов и подтверждают аренигский и лланвирнский возраст вмещающих отложений. Так, в породах, относимых к верхнему аренигу, наряду с указанными выше формами были определены также *Didymograptus* ex gr. *bifidus* Lapw., *Glyptograptus dentatus* (Brongn.).

Нижние 140 м лланвирна наряду с уже известными формами содержат *Loganograptus* ex gr. *logani* (J. Hall), *Cardiograptus* aff. *crawfordi* Harr., *Glyptograptus dentatus* (Brongn.), *Glossograptus* aff. *acanthus* Elles et Wood.

В верхней половине лланвирна, мощностью около 70 м, вероятно отвечающей зоне *Didymograptus murchisoni* (как и было установлено ранее А. М. Обутом), позднее были найдены *Pseudoclimacograptus* sp., *Cryptograptus tricornis schaeferi* Lapw., *Glossograptus* aff. *acanthus* Elles et Wood. Особый интерес представляет обнаруженный здесь *Paraglossograptus* aff. *etheridgei* Harr. Этот вид известен в Северной Америке, Австралии, Китае и на Северо-Востоке СССР, где он сопровождается характерными лланвирнскими граптолитами.

Ордовикские отложения на о. Котельном, впервые установленные здесь Д. С. Сороковым, Д. А. Вольновым и О. В. Черкесовым в 1955 г., представлены исключительно карбонатными осадками и содержат бентосную фауну. Граптолиты в них пока не найдены.

Силурийские отложения на этом острове установлены Э. В. Толлем в 1886 г. До последнего времени считалось, что силурийские отложения, по аналогии с ордовикскими, представлены карбонатным типом разреза и содержат в основном раковинную фауну, кораллы и строматопороидеи (Д. А. Вольнов и др., 1970). Однако в центральной части острова (на р. Никола) в нижнем силуре геологами НИИГА Д. С. Яшиным и В. М. Козаченко в 1956 г. были обнаружены черные тонкослоистые, тонкозернистые известняки с граптолитами, среди которых А. М. Обут определил позднелландоверийские формы — *Monograptus* sp., *Monoclimacis* ex gr. *linnarssoni* Tullb., *Oktavites spiralis* (Gein.).

Изучение силурийских отложений на о. Котельном продолжается в настоящее время геологами Восточно-Сибирской комплексной партии НИИГА — М. К. Косько, Р. Ф. Соболевской, В. Ф. Непомилуевым, С. В. Черкасовой. Этими авторами в течение полевых работ 1972 и 1973 гг. были получены новые данные по силурийским отложениям и распространению граптолитов на о. Котельном. Было установлено, что силурийские отложения в пределах острова разнофациальны. Так, на северо-востоке, в бассейнах рек Санникова, Дьяхсайар, Диринг-Айаан нижний силур представлен в основном известняками и доломитами с богатым комплек-

---

* Верхняя часть разреза, мощностью 170 м, фауной не охарактеризована и условно отнесена Д. А. Вольновым и Д. С. Сороковым к лландейло.

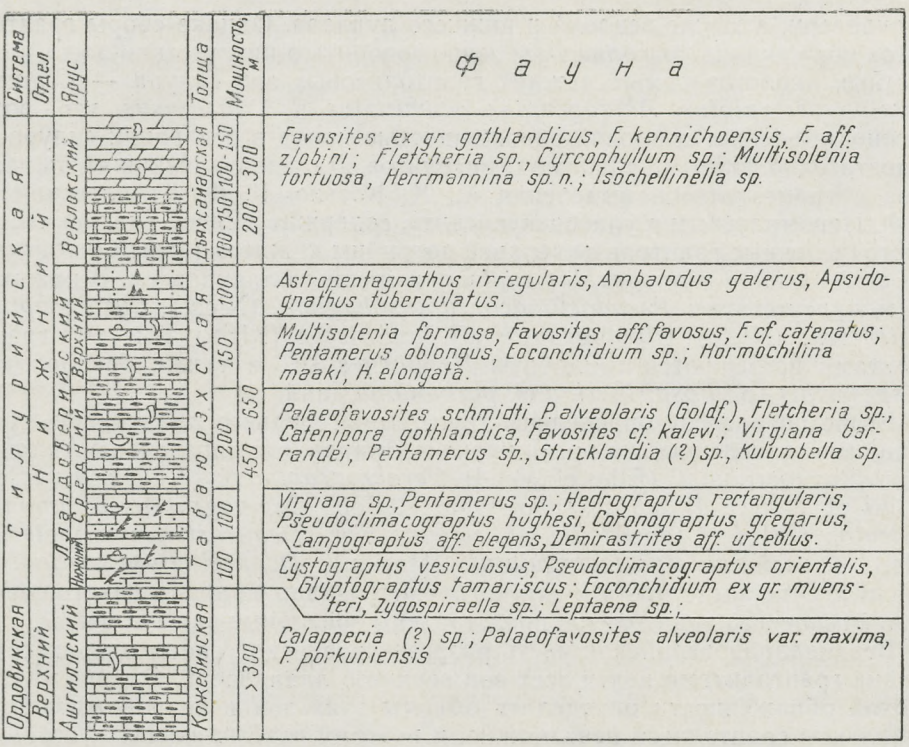


Рис. 3. Стратиграфический разрез нижнесилурийских отложений в северной части о. Котельного.

По данным М. К. Косько, Р. Ф. Соболевской и В. Ф. Непомилуева, 1972 г. Условные обозначения приведены на рис. 2.

сом брахиопод и кораллов. К западу от этого района — в нижнем течении р. Решетникова и к югу — в бассейнах рр. Тихая и Таба-Юрэх нижне-среднелландоверийская часть разреза представлена терригенно-карбонатными отложениями и содержит, главным образом, граптолиты, реже брахиоподы, а более высокие горизонты — карбонатные (см. стратиграфическую колонку о. Котельного на рис. 3).

В центре и на юге острова (в бассейне рек Киенг-Ураса, Чокурка, Хос-Терюттях, Крестовая, Никола) нижнесилурийские и частично верхнесилурийские отложения представлены разрезом терригенно-карбонатного типа и охарактеризованы в основном граптолитами, вместе с которыми иногда встречаются пелециподы, брахиоподы, трилобиты, остракоды, хиолиты. Таким образом, в силуре выделяются две литофациальные зоны северо-западного простирания: северо-восточная с разрезом карбонатного типа и юго-западная с терригенно-карбонатным. Эти зоны связаны постепенными переходами — промежуточным типом разреза (внизу терригенно-карбонатным, а вверху карбонатным).

Граптолиты, собранные в терригенно-карбонатных отложениях силура на о. Котельном, изучались автором. Здесь было установлено присутствие комплексов граптолитов большинства зон нижнего, среднего и верхнего

---

* До 1961 г. граница между лландовери и венлоком проводилась ниже, чем в настоящее время, и эти граптолиты считались венлоксими.

лландовери, а также венлока и нижнего лудлова. Однако сборы граптолитов пока еще не позволяют уверенно говорить о присутствии здесь возрастных аналогов самых нижних граптолитовых зон силура — *Glyptograptus persculptus*, *Akidograptus acuminatus* и *A. ascensus*, что, возможно, объясняется плохой обнаженностью пород в основании силура и недостаточно полными сборами граптолитов. Лландоверийская часть разреза с граптолитами, выделеная М. К. Косько, Р. Ф. Соболевской и В. Ф. Непомилуевым в урасинскую свиту, содержит в своей нижней части многочисленные граптолиты верхней половины нижнего (зоны *Cystograptus vesiculosus*, *Coronograptus cyphus*) и среднего лландовери. В нижних 10 м присутствуют *Pseudoclimacograptus hughesi* (Nich.), *Cystograptus vesiculosus* (Nich.), *Glyptograptus* aff. *tamariscus* (Nich.). Вместе с граптолитами встречаются трилобиты *Hemiarges* sp., а также брахиоподы *Hesperorthis* sp., *Eospirigerina* cf. *porkuniana* Jaan.

Выше по разрезу определены граптолиты среднего лландовери, особенно многочисленные на рр. Чокурка и Никола, где определены *Rhaphidograptus toernquisti* (Elles et Wood), *Pernerograptus revolutus praecursor* (Elles et Wood), *P. sidjachenkoi* Obut et Sob., *Campograptus communis rostratus* (Elles et Wood), *C.* aff. *elegans* Kor., *Demirastrites convolutus* (Hs.), *D. triangulatus triangulatus* (Harkn.), *D. pecinatus pectinatus* (Richt.), *Diversograptus* aff. *capillaris* Carr. видно из приведенного списка, в комплексах граптолитов представлены зональные виды-индексы.

Верхнелландоверийская часть разреза урасинской свиты охарактеризована граптолитами почти всех зон верхнего лландовери. Однако ввиду плохой обнаженности определить объемы этих зон и сопровождающие комплексы граптолитов невозможно, и поэтому пока приходится ограничиться общим списком граптолитов верхнего лландовери. На реках Чокурка и Никола кроме зональных видов *Spirograptus minor Bouc., S. turriculatus* (Barr.), *Oktavites spiralis* (Gein.), *Stomatograptus grandis* (Suess) присутствуют: *Petalograptus* sp., *Retiolites angustissimus* Obut et Sob., *Monograptus nodifer* (Tqt), *M. priodon* (Bronn), *M.* ex gr. *priodon* (Bronn), *Monoclimacis linnarssoni orientalis* Obut, *Streptograptus exiguus exiguss* (Nich.), *Globosograptus sartorius* (Tqt), *Rastrites perfectus* Přibyl, *Rastrites* sp., *Diversograptus* aff. *želkovicensis* Bouč.

Суммарная мощность урасинской свиты составляет 40—50 м.

В разрезе промежуточного типа граптолитами охарактеризована только нижне-среднелландоверийская часть мурунтасской свиты, мощностью 40—60 м. Она сложена темноокрашенными известняками, глинистыми известняками и аргиллитами, содержащими граптолиты верхней части нижнего лландовери (зона *Cystograptus vesiculosus*) и среднелландоверийские виды. Из нижнего лландовери определены *Hedrograptus* ex gr. *miserabilis* (Lapw.), *Cystograptus vesiculosus* (Nich.), *Pseudoclimacograptus orientalis* Obut et Sob., *Glyptograptus tamariscus nikolayevi* Obut, *Rhaphidograptus toernquisti* (Elles et Wood). В приустьевой части р. Решетникова, на ее левом берегу, в сходных по составу породах определены раннелландоверийские брахиоподы *Eoconchidium* ex gr. *muensteri* Kiaer, *Zygospiraella* sp. Вместе с брахиоподами присутствуют криноидеи *Particrinus* sp., *Tantalocrinus* cf. *proximus* Yelt. et Stuk. и трилобиты *Leonaspis* (?) sp., *Encrinurus creberi* Z. Max., *Panarchaegonus* (?) sp. По мнению Р. С. Елтышевой, криноидеи указывают на позднеордовикский—раннелландоверийский возраст пород. Возрастный диапазон распространения трилобитов более широкий — силур—девон.

Верхняя половина пачки содержит граптолиты среднего лландовери — *Hedrograptus rectangularis* (McCoy), *Pseudoclimacograptus hughesi* (Nich.), *Pernerograptus* ex gr. *revolutus* (Kurck), *Coronograptus gregarius*

gregarius (Lapw.), *Campograptus* aff. *elegans* Kor., *Demirastrites* aff. *urceolus* (Richt.), а также брахиоподы — *Kulumbella* sp., *Virgiana* sp., *Eoconchidium* (?) sp.

Стратиграфически выше пачки с граптолитами в разрезе переходного типа залегают известняки с прослоями алевритистых и глинистых известняков, общей мощностью 360—420 м, содержащие кораллы, брахиоподы и остракоды среднего и верхнего лландовери. На стратиграфической колонке показана основная фауна из этой части разреза (рис. 3). В верхней части разреза лландовери, на правой составляющей р. Таба-Юрэх среди алевритистых известняков собраны брахиоподы *Hyathidina* (?) sp., указывающие на силурийский возраст пород. Вероятно из этой же пачки на междуречье Кожевина и левого притока р. Тихой Т. В. Машковой выделены конодонты позднего лландовери: *Asteropentagnathus irregularis* Mostler, *Ambalodus galerus* Walliser, *Spathognathodus* cf. *polinclinatus* Nicol et Rexroad, *Aspidagnathus tuberculatus* Walliser, *Acodus curvatus* Branson, *Distomodus* (?) *egregius* (Walliser), известные из подразделения C_5 стратотипического разреза верхнего лландовери Уэлш Бордерленда в Англии, относящиеся к концу позднего лландовери (нижняя часть зоны *Oktavites spiralis* и *Stomatograptus grandis* в СССР).

Венлокская и нижнелудловская части разреза в юго-западной зоне выделены М. К. Косько, Р. Ф. Соболевской и В. Ф. Непомилуевым в никольскую свиту, охарактеризованную граптолитами этих ярусов. Суммарная мощность свиты 300—400 м. О присутствии пород, относящихся к венлокскому ярусу, свидетельствуют граптолиты *Monograptus* ex gr, *riccartonensis* Lapw., *M.* aff. *flemingii* Salt., распространенные в нижней половине свиты, а также *Cyrtograptus* sp., встреченный на водоразделе Туор-Юрэх и Никола. Из верхнего венлока граптолитами хорошо охарактеризована только зона *Monograptus testis — Cyrtograptus lundgreni*. Она содержит такие граптолиты, как *Monograptus* aff. *testis* (Barr.), *M. nganasanicus* Obut et Sob., *M.* ex gr. *mutuliferus* Mngh. *Pristiograptus deubeli* Jaeger, *Plectograptus* sp. Зональный вид *Monograptus testis* известен во многих регионах мира. Вид *M. nganasanicus* Obut et Sob. был установлен впервые в зоне *M. testis* на Таймыре, а позднее на этом же уровне на Северо-Востоке СССР. *Pristiograptus deubeli* Jaeger был установлен впервые в Германии в кровле венлока. На о. Котельном он также приурочен к верхам венлока. *Monograptus* ex gr. *mutuliferus* Mngh. относится к гигантским монограптам, известным из самых верхних слоев венлока на о. Сардиния, в Пиринеях, в Англии, на Северо-Востоке СССР.

Верхнесилурийская часть никольской свиты содержит богатый комплекс граптолитов зоны *Lobograptus scanicus* и *Neodiversograptus nilssoni*. Кроме вида-индекса *Neodiversograptus nilssoni* (Lapw.) здесь встречены *Pristiograptus dubius* (Suess), *Bohemograptus bohemicus bohemicus* (Barr.), *B. bohemicus tenuis* (Bouč.), *Pristiograptus* ex gr. *dubius* (Suess), *Colonograptus* sp.

О существовании на о. Котельном пород, принадлежащих верхам нижнего лудлова (зона *Saetograptus leintwardinensis*), свидетельствуют пока только находки *Saetograptus* ex gr. *leintwardinensis* (Lapw.) вместе с *Bohemograptus bohemicus tenuis* (Bouč.), *Pristiograptus* ex gr. *dubius* (Suess), *Colonograptus* sp. Более высокие слои лудлова на о. Котельном представлены карбонатными осадками и почти лишены фауны.

Интересно отметить совместное нахождение граптолитов лудлова и пелециpод *Cardiola fortis* Barr., *C. signata* Barr. и *C. interrupta* Sow. Два первых вида известны в Западной Европе (Польша, Чехословакия, Франция) и в Прибалтике из лудловских отложений, где они встречаются вместе с лудловскими граптолитами. *Cardiola interrupta* Sow. распрост-

ранена кроме того и в верхнем венлоке — в зоне *Monograptus testis*. Находки этих пелеципод вместе с граптолитами лудлова на о. Котельном расширяют возможности межрегиональной корреляции.

В заключение следует сказать, что поскольку граптолиты силура на о. Котельном были собраны преимущественно из элювиально-делювиальных высыпок, то в настоящее время объемы отдельных зон не могут быть определены. Однако их находки подтверждают наличие на этом острове почти полного разнофациального разреза силура. Эти данные уже сейчас могут быть использованы при палеографических реконструкциях.

ЛИТЕРАТУРА

Обут А. М., Соболевская Р. Ф., Бондарев В. И. Граптолиты силура Таймыра М., «Наука», 1965. 120 с.

Обут А. М., Соболевская Р. Ф., Николаев А. А. Граптолиты и стратиграфия нижнего силура окраинных поднятий Колымского массива. М., «Наука», 1967. 162 с.

Вольнов Д. А., Войцеховский В. Н., Иванов О. А., Сороков Д. С. Яшин Д. С. Новосибирские острова. Геология СССР. Т. XXVI. М., «Недра», 1970, с. 332—333.

Научно-исследовательский институт геологии Арктики. Ленинград

ON ORDOVICIAN AND SILURIAN GRAPTOLITES IN NEW SIBERIAN ISLANDS

R. SOBOLEVSKAYA

Summary

At present Ordovician graptolites are known in New Siberian Islands from Bennett Island while those of Silurian from Kotelny Island. The Ordovician of Bennett Island is about 1000 m thick and consists of regularly alternating siltstones and mudstones. They appear to rest conformably on Cambrian rocks and are overlain by the erosion surface of the Lower Cretaceons coal-bearing strata. It was shown on graptolites that both Arenig and Llanvirn series occured there. In rocks referred to as Arenig in age *Glyptograptus dentatus*, *Didymograptus* ex gr. *bifidus*, *Trigonograptus ensiformis, Expansograptus* sp. were found. The Lower Llanvirn strata yield tetragraptids and loganograptids as well as *Cardiograptus* aff. *crawfordi* and *Glossograptus* aff. *acanthus* E. et W. The Upper Llanvirn (*D. murchisoni* zone) is characterized by *Didymograptus murchisoni*, *Phyllograptus* sp., *Cryptograptus atenarius*, *Glossograptus* sp. and *Paraglossograptus etheridgei*. The Ordovician deposits on Kotelny Island consist of carbonate rocks yielding shelly fauna, especially bryozoans and corals. Within the Silurian carbonate deposits of the northern part of the island there is a unit of silty limestones and shales, 200 m thick yielding Llandoverian graptolites of the *C. vesiculosus*, *D. triangulatus, D. convolutus, S. minor, O. spiralis* and *S. grandis* zones. Graptolites occur together with brachiopods, otsracods and conodonts. In the central part of Kotelny Island the silurian terrigenous-carbonate deposits with graptolites, brachiopods, otsracods and trilobites were discovered for the first time in 1973. This silurian succession is almost complete embracing Llandovery, Wenlock and Lower Ludlow as have been shown on graptolites. These new data are of great importance for the knowledge of the Arctic Silurian.

UUS-SIBERI SAARTE ORDOVIITSIUMI JA SILURI GRAPTOLIITIDEST

R. SOBOLEVSKAJA

Resümee

Uus-Siberi saartest on ordoviitsiumi graptoliite leitud ainult Bennetti saarelt ja siluri graptoliite Kotelnõi saarelt.

Bennetti saare ordoviitsiumis (ca 1000 m paks), mis koosneb vahelduvatest argilliitidest ja aleuroliitidest, on kindlaks tehtud ülemärenigi ja länvirni graptoliite.

Kotelnõi saarel leiduvad siluri kivimid pärinevad eri faatsiestest: kirdevööndis on karbonaatsed läbilõiked rohkete brahhiopoodide ja korallidega, kuna edelavöönd koosneb terrigeen-karbonaatsetest kivimitest graptoliitidega ja väheste brahhiopoodide, karpide ning trilobiitidega. Nimetatud kahe vööndi vahel esinevad üleminekulised läbilõiked. Terrigeen-karbonaatsetes kivimites on kindlaks tehtud enamuse alam-, kesk- ja ülemländouveri, uenloki ja alamladlou graptoliiditsoonide iseloomulikud liigid. Seni on kindlaks tegemata siluri alguse tsoonid enne *Cystograptus vesiculosus*'e tsooni.

RELATIONSHIPS WITHIN THE ARCHIRETIOLITINAE

I. STRACHAN

The present consideration of the genera grouped as the subfamily Archiretiolitinae Bulman 1955 arose from the difficulty in placing some specimens isolated from the Ordovician rocks of Girvan, south Scotland. These comparatively well-preserved specimens combine the characters of both Lasiograptidae and Retiolitidae, and prompted the closer study of the genera in both families.

The Retiolitidae have been arbitrarily divided into three subfamilies as a matter of practical convenience, but one which seems to have some stratigraphical value. The main characters used are the type of meshwork present and the extent of sclerotisation of the sicula. The late Silurian Plectograptinae have well-developed clathria and reticulum (in some) but the sicula is generally represented only by a series of threads and the whole rhabdosome is comparatively small. The Retiolitinae occur in the Lower and early Middle Silurian and are much larger forms with a good reticulum in most cases. The details of the sicula are not known for most of the genera but in *Retiolites* itself only the prosicula has sclerotised walls. The Archiretiolitinae occur in the Ordovician, generally have a poorly defined reticulum and show traces of sclerotisation of the whole sicula plus at least parts of the first one or two thecae.

The subfamilies then represent progressive stages in reduction of the sclerotisation of the sicula with time. The development of the clathria and reticulum is so varied in each subfamily as to suggest that the subfamilies are polyphyletic. Against this is the stratigraphical record which at present shows some gaps between the occurrences of the subfamilies. The lack of obvious intermediates between the groups combined with the stages of sclerotisation of the sicula would suggest independent origins for each subfamily but keep each as a single phyletic unit. An attempt is made here to check on relationships within the Ordovician forms and to look for possible ancestors among the other Diplograptina.

The main difficulty is that some forms are known from material isolated from the rock but others are known only as carbonaceous films on dark shales. Comparisons between these preservations are difficult and different authors can treat the problem differently. Skoglund (1963) identified some flattened specimens from Västergötland as *Archiretiolites* cf. *regimontanus* Eisenack, noting that comparison with *Plegmatograptus nebula* Elles et Wood was hardly possible. In the unpublished part of my thesis* I described

* Strachan, I. On some graptolites from the Chasmops Beds of Sweden. Ph. D. thesis. 1950. University of Cambridge.

very similar specimens from Dalarne which I attributed to *P.* cf. *nebula* (Figs 1, 2) while noting the similarity of the proximal end to that of *Archiretiolites*. It is most probable that all these Swedish specimens belong to the same genus, if not the same species, but which genus? The one fairly complete specimen figured by Eisenack shows a comparatively narrow rhabdosome for a diplograptid with an unusually asymmetric proximal end. *Plegmatograptus* is really very poorly known since the

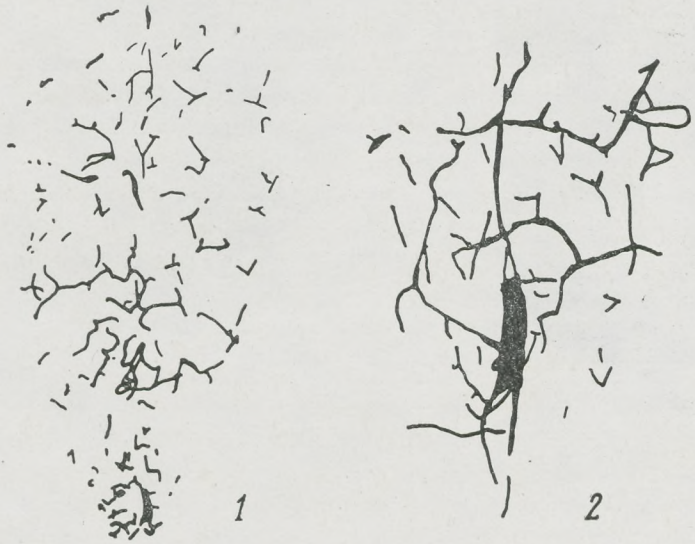


Fig. 1. *Plegmatograptus* cf. *nebula* Tretaspis Shale; Dalarne. LO 3443t. ×9.

Fig. 2. *P.* cf. *nebula.* Same locality. Proximal end showing sicula and initial bud. ×21.

preservation of the type material from Scotland in black shale does not allow fine details to be seen. Close examination of specimens attributed to *P. nebula* showed, however, that there were also similarities between that species and the widespread *Neurograptus* which Lapworth had originally associated with *Lasiograptus* in the family Lasiograptidae. Another problem which had appeared within *Neurograptus* was the association of specimens with similar breadth as determined by the ventral lacinia but different breadth as shown by the thecae (Fig. 3). On the shale, the specimens with the broader thecae appear to have had a thiker periderm. It is possible that *Plegmatograptus* then represents less sclerotised rhabdosomes and the "reticulum" is really the surrounding lacinia such as has been described by Whittington (1955) in *Pipiograptus* and *Phormograptus*. This structure is extra-thecal and quite unlike the reticulum in *Retiolites* or *Gothograptus* which seems to represent localised thickening of the thecal walls themselves.

A further clue to relationships is seen in the shape of the first thecal aperture. Whittington described the loops on the side of the aperture of this theca in *Pipiograptus* which gives it a "bird's head" appearance. A very similar thecal shape is seen in *Dicaulograptus hystrix* (Bulman) which conveniently occurs at a lower horizon and shows abundant spines

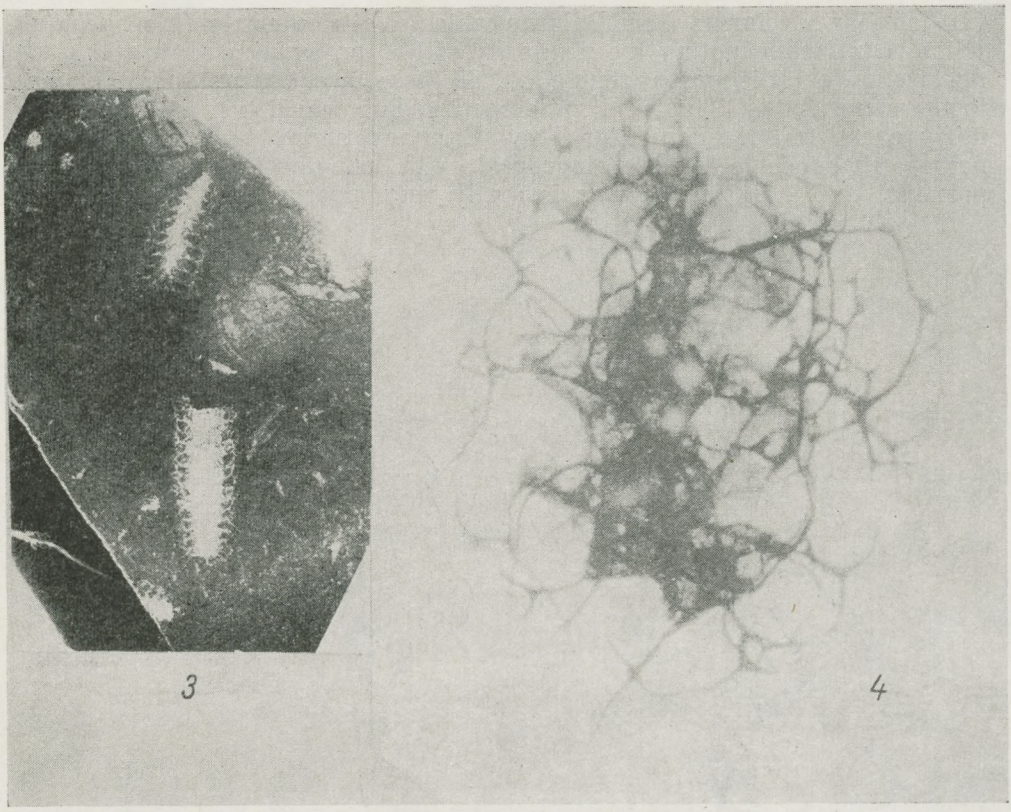


Fig. 3. *Neurograptus margaritatus* (Lapworth). Slab with two specimens showing variation in sclerotisation of thecal walls. Öran, Jemtland. ×2.5.

Fig. 4. cf. *Neurograptus* sp. Isolated specimen showing traces of thecal walls and well developed lacinia. Girvan. ×50.

but no real lacinia. The same shape is seen in the Girvan specimens (Fig. 4). When compressed on shale, it would be very difficult to see this shape, particularly in more heavily sclerotised specimens, but it suggests that the Lasiograptidae could be enlarged again to include the Dicaulograptidae (which Bulman recently separated off) and some at least of the Archiretiolitidae. Also, *Arachniograptus* Ross and Berry 1963, which Bulman has put in the Retiolitinae, is clearly related to *Plegmatograptus* of the Ordovician and has nothing to do with *Pseudoplegmatograptus* of the late Lower Silurian in which the reticulum is well-defined although very coarse.

Orthoretiolites and *Reteograptus* appear to be forms distinct from the others in not having a lacinia to give the appearance of a reticulum. The standard reconstruction of *Reteograptus* suggests the presence of some peridermal covering to the thecae at the proximal end. Skevington (1960) has shown similar tissue in *Orthoretiolites* and noted that it is structureless, presumably consisting only of cortical tissue. This reduction of the periderm matches that shown by a variety of genera such as *Orthograptus* where it appears to be a purely preservational effect. It is

well known from isolated specimens that the proximal parts of mature rhabdosomes do not bleach easily while the distal parts are often transparent when first extracted. Wiman (1895, Pl. XI) showed similar variation in the development of the reticulum at the proximal and distal parts of *Gothograptus*.

The Ordovician retiolitids therefore include two different kinds of strengthening of the rhabdosome following reduction of the thecal periderm. On the one hand, there are the forms like *Reteograptus* in which the thecae are outlined by a stout clathria and the walls thinly covered if at all. *Orthoretiolites* also belongs here and the origin of the group may be in the Diplograptidae. On the other hand, there are forms in which the thecal walls are similarly reduced but there is the development of a surrounding meshwork of threads which extends well beyond the thecae both ventrally and laterally. When well-developed as in *Plegmatograptus*, the threads form a network simulating the reticulum of the later Silurian retiolitids but having a quite different origin. These forms grade into lasiograptids such as *Neurograptus* and can possibly be traced back to simpler lasiograptids. There seems to be considerable variation in the development of the meshwork within a species as at present defined although in most cases only comparatively few specimens of each are known. This is particularly the case with those species described from etched material, where the characters used at generic level could easily be simply specific ones. Unfortunately for the subfamily name, the genus *Archiretiolites* does not fit easily into either of the groups as it has no well-defined clathria but appears to be far too narrow to represent development of the lacinia.

REFERENCES

Skevington, D. A new variety of Orthoretiolites hami Whittington. — "Palaeontology", 1960, vol. 2, p. 226—235.

Skoglund, R. Uppermost Viruan and Lower Harjuan (Ordovician) Stratigraphy of Västergötland and Lower Harjuan graptolite faunas of Central Sweden. — "Bull. Geol. Inst. Uppsala", 1963, vol. 42, p. 1—55.

Whittington, H. B. Additional new Ordovician graptolites and a chitinozoan from Oklahoma. — "J. Paleontol.", 1955, vol. 29, p. 837—851.

Wiman, C. Über die Graptolithen. — "Bull. Geol. Inst. Uppsala", 1895, vol. 2, p. 239—316.

University of Birmingham

РОДСТВЕННЫЕ СВЯЗИ ARCHIRETIOLITINAE

И. СТРАХАН

Резюме

Рассматривается строение сетчатого скелета ордовикских ретиолитид. Автор приходит к выводу, что ретикулум у них образовался на базе лациния лазиограптид.

SUGULUSSUHETEST ARCHIRETIOLITINAE'S

I. STRACHAN

Resümee

Vaadeldakse ordoviitsiumi retiolitiidide võrkskeletti ja leitakse, et nende «retiikulum» on välja arenenud lasiograptiidide latsiinist.

СТРАТИГРАФИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ПОЗДНЕТРЕМАДОКСКИХ И АРЕНИГСКИХ ГРАПТОЛИТОВ СРЕДНЕЙ ПРИБАЛТИКИ

Р. Ж. УЛЬСТ

Граптолиты в верхнем тремадоке и арениге Средней Прибалтики обнаружены в начале 60-х годов в керне глубоких буровых скважин, расположенных в пределах прибалтийской части Шведско-Латвийской фациальной зоны, выделенной Р. Мяннилем (1966) на территории Южной Эстонии, большей части Латвии и северо-западных районов Литвы. Шведско-Латвийская фациальная зона, особенно ее основная часть — Елгавский прогиб, характеризуется наиболее полным, непрерывным разрезом нижнеордовикских отложений в Прибалтике. Верхний тремадок и ареніг представлены здесь толщей (до 90 м) красновато-коричневых и зеленовато-серых карбонатных глин, слоистых и комковатых мергелей и известняков аналогичной окраски. Преобладают красновато-коричневые и пестроокрашенные породы. По литологическим признакам рассматриваемая толща разделяется на две свиты: зебрескую (глинистую) и циецерскую (мергелевую), в составе которых прослеживается ряд пачек. Глины и мергели содержат в отдельных интервалах многочисленные остатки трилобитов, остракод и конодонтов, которые позволили Р. Мяннилю (1963, 1966) подразделить описываемую толщу Елгавского прогиба на «цератопигевый» горизонт верхнего тремадока, латорпский и волховский горизонты аренига и в ряде случаев более дробно — на подгоризонты.

Граптолиты в рассматриваемых отложениях содержатся в зеленовато-серых и темно-серых глинах и мергелях, составляющих самостоятельные пачки или залегающих в виде отдельных прослоев в толще красноцветных пород, и приурочены к отдельным стратиграфическим уровням. Остатки граптолитов располагаются на плоскостях напластования пород, находятся в уплощенном состоянии и имеют в целом удовлетворительную сохранность.

Первый анализ стратиграфического значения раннеордовикских граптолитов Прибалтики был сделан Д. Кальо на коллоквиуме граптолитологов в Новосибирске, в 1969 г. Им установлено присутствие в разрезах нижнего ордовика Латвии (скважины Стури и Адзе) зон *Clonograptus* cf. *tenellus*, *Didymograptus balticus* и *Phyllograptus densus*. Зона *Tetragraptus approximatus—T. phyllograptoides*, установленная в разрезах Любим 1 и 2 в Прибалтике, прослежена не была (Кальо, 1974). Изучение позднеаренигских граптолитов из разрезов скважин Северной Литвы позволило И. Пашкевичюсу (1973) выделить зону *Glyptograptus austrodentatus*, вид-

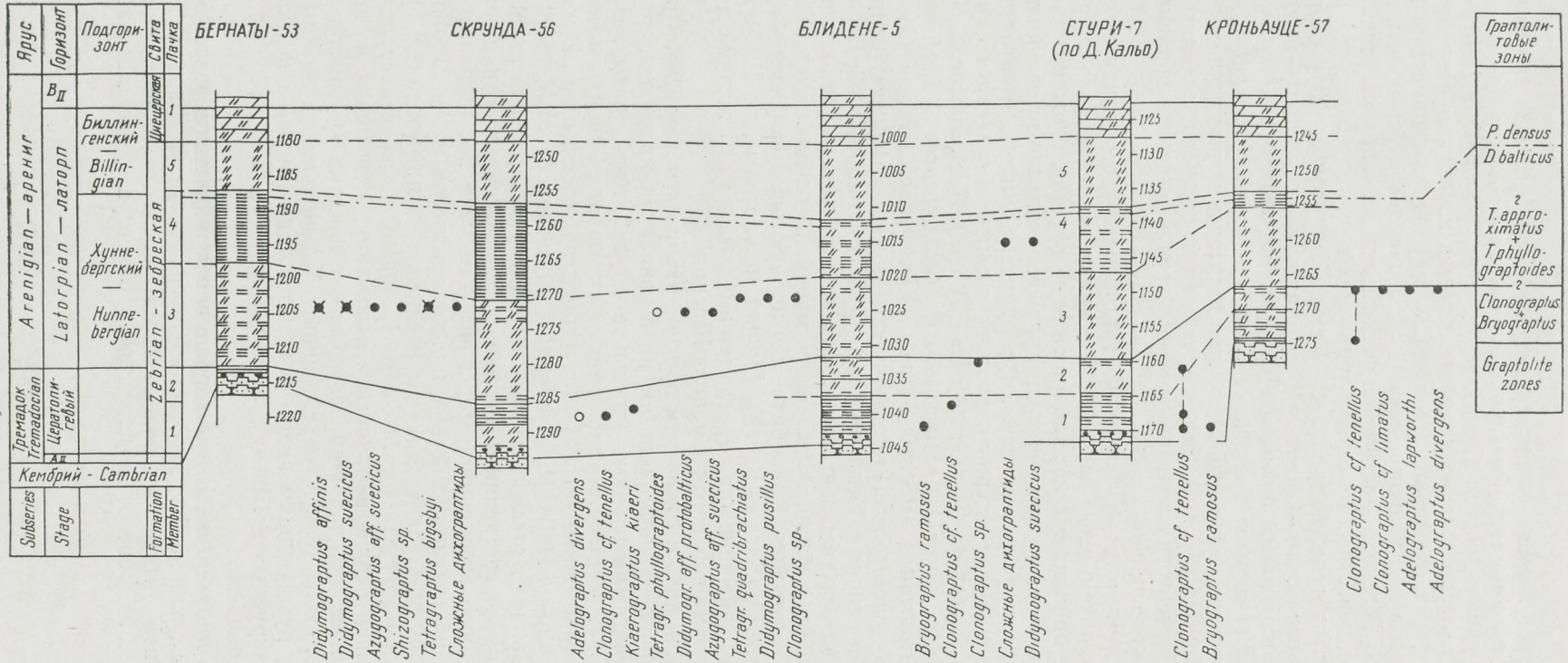


Рис. 1. Распространение граптолитов в тремадокских и нижнеаренигских отложениях Елгавского прогиба.

Условные обозначения приведены на рис. 2.

индекс которой широко распространен как в Европейской, так и в Тихоокеанской палеозоогеографических провинциях.

За прошедшее десятилетие на территории Западной и Центральной Латвии собрана достаточно представительная коллекция раннеордовикских граптолитов, относящихся к 51 виду 19 родов. Имеющийся материал дает возможность с разной степенью обоснованности установить в нижнем ордовике Шведско-Латвийской фациальной зоны присутствие граптолитовых зон, известных в верхнем тремадоке и арениге Швеции и Норвегии: в «цератопигевом» горизонте — зону *Clonograptus—Bryograptus*; в латорпском горизонте — зоны *Tetragraptus phyllograptoides—T. approximatus, Didymograptus balticus*, *Phyllograptus densus* и *Phyllograptus angustifolius elongatus*; в низах кундаского — зону *Didymograptus bifidus*. Прерывистое распространение граптолитов в вертикальном разрезе ордовика Прибалтики во многих случаях не позволяет проследить непосредственно смену граптолитовых комплексов и выяснить границы биостратиграфических зон.

Зона *Clonograptus—Bryograptus* установлена в основании зебреской свиты в наиболее полных разрезах скважин Елгавского прогиба (рис. 1). К этой зоне принадлежат две пачки глин — нижняя, сложенная зеленовато-серыми и темно-серыми глинами, и верхняя, представленная преимущественно красно-коричневыми глинами. Комплекс граптолитов из этих отложений характеризуется присутствием *Bryograptus ramosus* Brögger, *Adelograptus divergens* (Elles et Wood), *A.* cf. *lapworthi* (Ruedemann), *A.* ex gr. *hunnebergensis* (Moberg), *Clonograptus* cf. *tenellus* (Linnarsson), *Triograptus esloensis* Monsen, *Kiaerograptus kiaeri* (Monsen). Родовой и видовой состав этого комплекса близок к таковому из цератопигевых глин района г. Осло (Monsen, 1925; Spjeldnaes, 1963; Erdtmann, 1965) и позволяет уверенно датировать возраст вмещающих отложений как позднетремадокский. Высказанное мнение подтверждается нахождением в этих отложениях трилобитов *Ceratopyge forficula* (Sars), *Symphusurus angustatus* (Sars et Boeck), *Euloma* sp,. которые, по Р. Мяннилю (1963), дают основание для корреляции вмещающих отложений с цератопигевыми слоями верхнего тремадока Швеции.

Аренигский ярус в Елгавском прогибе начинается зоной *Tetragraptus phyllograptoides—T. approximatus*, представленной красновато-коричневыми карбонатными глинами (третья пачка зебреской свиты). Из прослоев зеленовато-серых глин этой пачки в скважинах Скрунды и Бернаты определены граптолиты *Tetragraptus phyllograptoides* Linnar., *Tetragraptus* sp. (aff. *bigsbyi* Hall), *Didymograptus* aff. *protobalticus* Monsen, *Didymograptus* sp. (aff. *suecicus* Tullb.), *Azygograptus* aff. *suecicus* Moberg, *Schizograptus* sp., составляющие сравнительно малочисленную и недостаточно изученную ассоциацию этой зоны. Тем не менее вышеназванные граптолиты и стратиграфическая полнота разрезов нижнего ордовика Елгавского прогиба дают основание предполагать присутствие в аренигском ярусе зоны *T. phyllograptoides—T. approximatus*, непосредственно перекрывающей верхнетремадокские отложения. Некоторым косвенным подтверждением наличия этой зоны служат находки трилобитов *Borogothus stenorhachis* (Ang.), определенные Р. Мяннилем из этой пачки и являющиеся руководящим видом для низов зоны *Megistaspis planilimbata*, коррелируемых в Швеции Т. Чернвиком (Tjernvik, 1965) с зоной *T. phyllograptoides*.

Зона *Didymograptus balticus* хорошо прослеживается в разрезах многочисленных скважин Кулдигской и других структур Западной Латвии и Северной Литвы, расположенных в Шведско-Латвийской фациальной зоне (рис. 2). Зона *D. balticus* сложена преимущественно зеленовато-

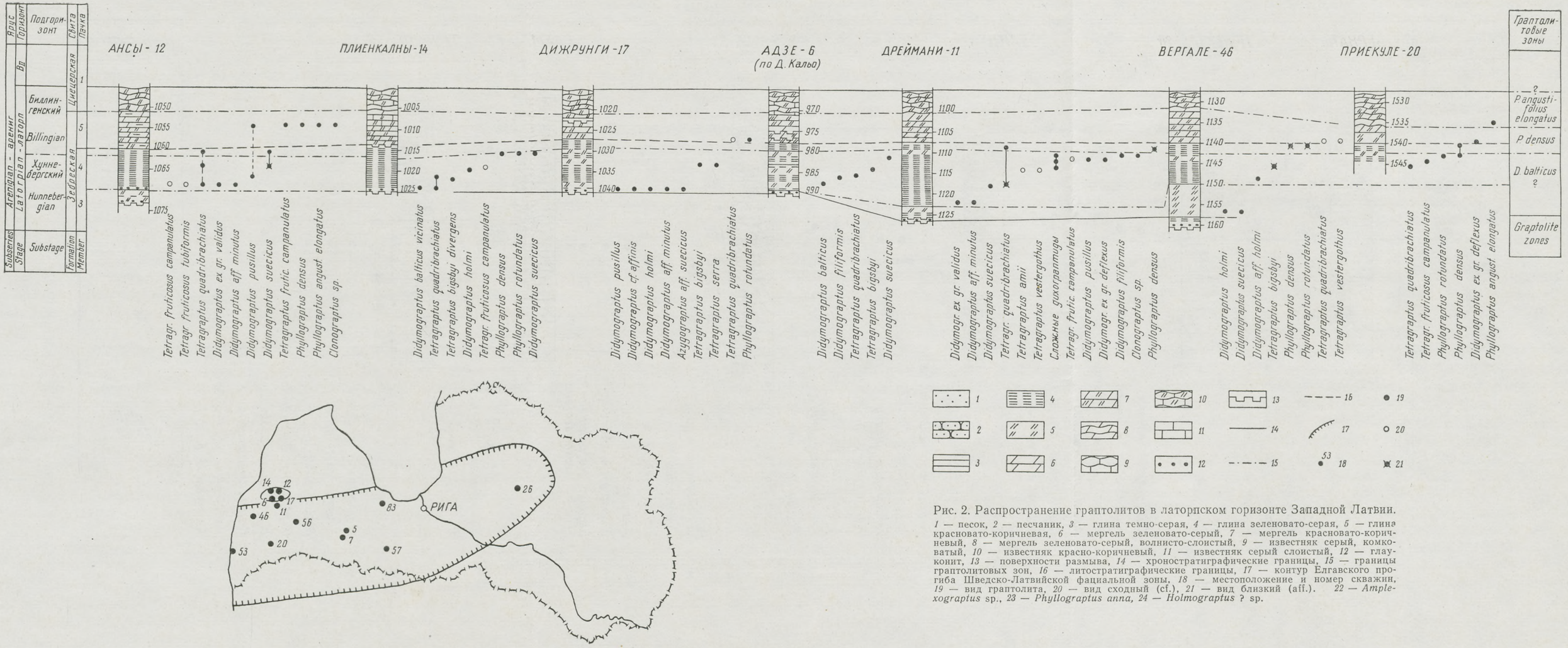


Рис. 2. Распространение граптолитов в латорпском горизонте Западной Латвии.

1 — песок, *2* — песчаник, *3* — глина темно-серая, *4* — глина зеленовато-серая, *5* — глина красновато-коричневая, *6* — мергель зеленовато-серый, *7* — мергель красновато-коричневый, *8* — мергель зеленовато-серый, волнисто-слоистый, *9* — известняк серый, комковатый, *10* — известняк красно-коричневый, *11* — известняк серый слоистый, *12* — глауконит, *13* — поверхности размыва, *14* — хроностратиграфические границы, *15* — границы граптолитовых зон, *16* — литостратиграфические границы, *17* — контур Елгавского прогиба Шведско-Латвийской фациальной зоны, *18* — местоположение и номер скважин, *19* — вид граптолита, *20* — вид сходный (cf.), *21* — вид близкий (aff.). *22* — *Amplexograptus* sp., *23* — *Phyllograptus anna*, *24* — *Holmograptus* ? sp.

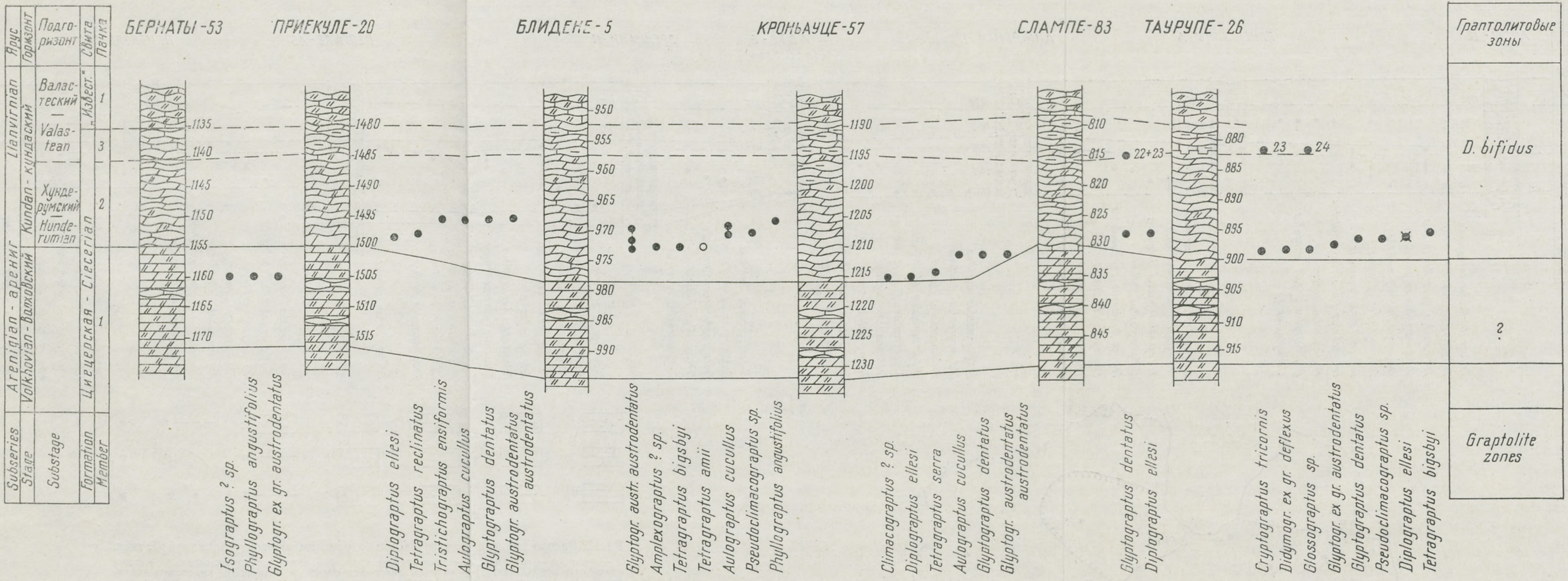


Рис. 3. Распространение граптолитов в волховском и низах кундаского горизонта Елгаваского прогиба.

Условные обозначения приведены на рис. 2.

серыми глинами (четвертая пачка зебреской свиты), из которых определены разнообразные остатки граптолитов. Весьма многочисленны в ассоциации этой зоны дидимограпты. Горизонтальные формы представлены видами: *Didymograptus* ex gr. *validus* Törnq., *D. suecicus* Tullb. и *D. holmi* Törnq.; наклонные — *D. pusillus* Tullb. и *D.* cf. *affinis* Elles et Wood; наклонно-изогнутые — *D. balticus* Tullb., *D. balticus vicinatus* Monsen и *D. V-fractus* Salter. Очень характерны для этого комплекса мелкие дидимограпты с висящими ветвями — *D.* aff. *minutus* Törnq. и *D. filiformis* Tullb. Среди тетраграптов наиболее распространены часто встречающиеся виды *T. quadribrachiatus* (Hall), *T. bigsbyi* (Hall), *T.* ex gr. *fructicosus* (Hall). В меньшем количестве присутствуют *T. serra* (Brongniart) и *T. amii* Elles et Wood. Кроме того, в комплекс этой зоны входят сложные дихограптиды, такие, как *Dichograptus* sp., *Trichograptus* sp. и колонограпты.

Состав дидимограптовой фауны вышеприведенного комплекса близок к ее составу в зоне *D. balticus* нижних дидимограптовых слоев скв. Флагабро в юго-восточной части Сконе в Швеции, охарактеризованной Т. Чернвиком (Tjernvik, 1960). Однако в граптолитовом комплексе зоны из разреза Флагабро тетраграпты содержатся в значительно меньшем количестве.

Описанный комплекс граптолитов зоны *D. balticus* Латвии более близок к ассоциации граптолитов из зон *D. validus* и *D. balticus* дидимограптовых сланцев Норвегии, подробно охарактеризованных А. Монсен (Monsen, 1937).

Нижняя граница зоны *D. balticus* в латвийских разрезах не определена и условно проводится в основании четвертой пачки зебреской свиты, тогда как верхняя граница четко фиксируется появлением новых зональных видов граптолитов вышележащей зоны *Phyllograptus densus*.

В двух-трех метрах ниже кровли четвертой пачки в ряде скважин установлен четкий уровень массового появления филлограптид, который, по данным Т. Чернвика (Tjernvik, 1956), грубо соответствует границе хуннебергской и биллингенской групп (подгоризонтов) латорпского горизонта. Несмотря на то, что граница зон *D. balticus* и *P. densus* не совпадает с литологической сменой пород (она находится на 2—3 м ниже кровли четвертой пачки зебреской свиты), частые находки граптолитов и относительно простая диагностика их позволяют считать эту границу, совпадающую с границей хуннебергского и биллингенского подгоризонтов, хорошим корреляционным уровнем для региона Балтоскандии.

К зоне *P. densus* в Елгавском прогибе помимо зеленовато-серых глин, образующих основание зоны, принадлежит пачка красновато-коричневых глин. Эти отложения составляют здесь пятую пачку зебреской свиты (см. рис. 2). На Кулдигской структуре одновозрастные отложения сложены красновато-коричневыми мергелями. Помимо зонального вида в комплексе граптолитов присутствуют *Phyllograptus rotundatus* Monsen и в небольшом количестве *P. angustifolius* Hall. Из дидимограптов определены *D.* aff. *minutus* Törnq. и *D. pusillus* Tullb. Тетраграпты, кроме *T. quadribrachiatus* (Hall) и *T. fructicosus campanulatus* Ruedemann, известных из нижележащих отложений, представлены видом *T. gracilis* Monsen. Верхняя граница зоны определяется появлением граптолитов, относящихся к подвиду *Phyllograptus angustifolius elongatus* Bulman, в основании пачки красно-коричневых мергелей в разрезе латорпского горизонта скв. Приекуле 20.

Зона *Phyllograptus angustifolius elongatus* охарактеризована единственной находкой двух экземпляров одноименного зонального вида-индекса (см. рис. 2). Возможно, что к этой зоне на Кулдигской структуре

относятся низы пачки красновато-коричневых мергелей с неясной волнисто-комковатой текстурой и с прослоями известняков, завершающими разрез латорпского горизонта. В Елгавском прогибе им соответствуют глинистые горизонтально-слоистые красновато-коричневые мергели нижней пачки цицерской свиты. Верхняя граница зоны, совпадающая, по данным Т. Чернвика (Tjernvik, 1956), с верхней границей биллингенской группы (подгоризонта), определяется положением верхней границы латорпского горизонта, которая в Шведско-Латвийской зоне проводится по появлению трилобитов *Megistaspis limbata* (Boeck) — вида, часто встречающегося в керне скважин и маркирующего границу латорпского и волховского горизонтов.

Вышележащий волховский горизонт слагается красновато-коричневыми мергелями, относящимися к красноцветной пачке цицерской свиты. Граптолиты из этой части разреза аренигского яруса найдены только на одном уровне, в верхней половине пачки скв. Бернаты (рис. 3), откуда определены *Phyllograptus angustifolius* Hall, *Isograptus* ? sp. и *Glyptograptus* ex gr. *austrodentatus* Harris et Keble. По стратиграфическому положению эта часть разреза отвечает зоне *Didymograptus hirundo* в схеме ордовика Балтоскандии. Обнаруженные здесь граптолиты не противоречат сделанному предположению.

Залегающая выше в Елгавском прогибе пачка зеленовато-серых мергелей цицерской свиты кундаского горизонта включает относительно многочисленную ассоциацию граптолитов, приуроченных в основном к нижней половине пачки. Отсюда известны *Tetragraptus bigsbyi* (Hall), *T. serra* (Brongniart), *Didymograptus* sp., *Phyllograptus angustifolius* Hall, *Aulograptus cucullus* (Bulman), *Glyptograptus* ex gr. *austrodentatus* Harris et Keble, *Glyptograptus dentatus* (Brongniart), *Tristichograptus ensiformis* (Hall), *Diplograptus ellesae* Bul. и ряд форм неопределенной видовой принадлежности, относящихся к родам *Pseudoclimacograptus*, *Glossograptus*, *Cryptograptus*. Этот комплекс имеет много общих форм с описанной Д. Скевингтоном (Skevington, 1965) ассоциацией граптолитов из средней части хундерумского подгоризонта разреза Халлюден на о-ве Эланд, в Швеции. В верхней части зеленоцветной пачки цицерской свиты, в разрезах скв. Слампе и Таурупе найдено несколько граптолитов, определенных как *Phyllograptus anna* Hall и *Amplexograptus* sp. Особенно интересной находкой является обрывок рабдосомы дидимограптового облика с наклонной ветвью и теками климатограптового типа, предположительно отнесенный к роду *Holmograptus*?. Граптолиты этого рода являются характерными представителями валастеского подгоризонта и зоны *D. bifidus* в Сконе Швеции (Jaanusson, 1960). Присутствие среди названных граптолитов таких видов, как *Aulograptus cucullus*, *Glyptograptus dentatus*, *Diplograptus ellesae* и других, позволяет рассматривать пачку зеленовато-серых мергелей цицерской свиты как одновозрастную с зоной *D. bifidus* Балтоскандии.

Отсутствие граптолитов в ниже- и вышележащих отложениях не позволяет, к сожалению, определить положение в разрезе границ этой зоны и верхней границы аренигского яруса в Латвии.

Итак, изучение коллекции раннеордовикских граптолитов прибалтийской части Шведско-Латвийской фациальной зоны позволяет сделать вывод о их близком сходстве с граптолитами из одновозрастных отложений Швеции и Норвегии.

ЛИТЕРАТУРА

Кальо Д. Л. О граптолитовых зонах тремадока и аренига Прибалтийской и Московской синеклиз. — В кн.: Граптолиты СССР. Новосибирск, «Наука», 1974, с. 31—36.

Мянниль Р. М. Биостратиграфическое обоснование расчленения ордовикских отложений Западной Латвии. — «Тр. Ин-та геол. АН ЭССР», 1963, XIII, с. 41—74.

Мянниль Р. М. История развития Балтийского бассейна в ордовике. Таллин, «Валгус», 1966. 200 с.

Пашкевичюс И. Ю. Биостратиграфия, корреляция и граптолиты ордовикских и силурийских отложений южной Прибалтики. Автореферат докторской диссертации. 1973. 68 с.

Erdtmann, B. D. Eine Spät-Tremadocishe Graptolithenfauna von Töyen in Oslo. — "Norsk Geol. Tidsskr.", 1965, vol. 45, No. 1, p. 9—112.

Jaanusson, V. Graptoloids from the Ontikan and Viruan (Ordov.) Limestones of Estonia and Sweden. — "Bull. Geol. Inst. Univ. Uppsala", 1960, vol. 38, p. 289—366.

Monsen, A. Über eine neue Ordovicishe Graptolithenfauna. — "Norsk Geol. Tidsskr.", 1925, vol. 8, No. 4, p. 147—188.

Monsen, A. Die Graptolithenfauna im unteren *Didymograptus* shiefer (*Phyllograptus* schiefer) Norwegens. — "Norsk. Geol. Tidsskr.", 1937, vol. 16, No. 2—4, p. 57—266.

Skevington, D. Graptolites from the Ontikan Limestones (Ordovician) of Öland Sweden. — "Bull. Geol. Inst. Univ. Uppsala", 1965, vol. 43, p. 1—74.

Spjeldnaes, N. Some Upper Tremadocian graptolites from Norway. — "Palaeontology", 1963, vol. 6, part I., p. 121—131.

Tjernvik, T. On the Early Ordovician of Sweden Stratigraphy and Fauna. — "Bull. Geol. Inst. Univ. Uppsala", 1956, vol. 36, p. 107—284.

Tjernvik, T. The Lower Didymograptus shales of the Flagabro drilling core. — "Geol. Fören. Stockh. Förhandl.", 1960, vol. 82, p. 203—217.

Всесоюзный научно-исследовательский институт морской геологии и геофизики. Рига

STRATIGRAPHICAL SIGNIFICANCE OF THE LATE TREMADOCIAN AND THE ARENIGIAN GRAPTOLITES OF THE MIDDLE EAST BALTIC AREA

R. ULST

Summary

Graptolites of Upper Tremadocian and the Arenigian were found in the early sixties in the cores of borings situated within the East-Baltic area of the Swedish-Latvian facial zone, established by R. Männil (1966) on the territory of South Estonia, most part of Latvia and South-Western Lithuania.

The section of the Lower Ordovician deposits of the Swedish-Latvian facial zone, particularly its axial part — Yelgavian trough is the completest one in the East Baltic area. The Upper Tremadocian and the Arenigian deposits (thickness 90 m) are presented by reddish-brown and greenish-grey carbonate clays, laminated and lumpy marls and limestones of similar colour. According to lithological features they can easily be divided into two formations: Zebrian (clay) and Ciecerian (marl), and a number of members. R. Männil (1963, 1966) divided the described series of the Yelgavian trough into Upper Tremadocian Ceratopyge and Arenigian Latorpian and Volkhovian Stages.

The first analysis of the stratigraphical significance of the Early Ordovician graptolites on the territory of the East Baltic Area was made by D. Kaljo (1974) and I. Paškevičius (1973).

During the last decade on the territory of West and Central Latvia quite a representative collection of Early-Ordovician graptolites was amassed pertaining to 51 species of 19 genera. The available material of validity makes it possible to establish in Lower Ordovician of Swedish-Latvian facial zone the following graptolitic zones.

The *Clonograptus—Bryograptus* Zone is established at the base of the Zebrian formation in more complete sections of Yelgavian trough. Graptolites determined for those deposits see Fig. 1. Besides those, *A.* ex gr. *hunnebergensis* (Moberg) and *Triograptus osloensis* Monsen, were found. The Late Tremadocian age of the beds is quite sure.

It is likely that the Arenigian subseries in Yelgavian trough begins with the *Tetragraptus phyllograptoides—T. approximatus* Zone, containing reddish-brown carbonaceous clays of the third member of the Zebrian formation. The graptolites, constituting relatively scanty association of this zone (Fig. 1, Bernata and Scrunda borings) suggest the presence of *T. phyllograptoides—T. approximatus* Zone, just overlaying Upper Tremadocian deposits at the base of Arenigian series.

The *Didymograptus balticus* Zone is well traced in numerous borings of Kuldigan and other structures of West Latvia and North Lithuania, located within the Swedish-Latvian facial zone. *D. balticus* Zone mainly consists of greenish-grey clays of the fourth member of the Zebrian formation from which various graptolite remains are defined (Fig. 2). Didymograptids are relatively numerous in the association of this zone. Besides, this zone assemblage contains multiramous dichograptids, such as *Dichograptus* sp. and *Trichograptus* sp. and clonograptids. It might be well to point out some uncertainty of the lower boundary of *D. balticus* Zone, while the upper boundary is distinctly defined by the appearance of the overlying zonal graptolite species e. g. *Phyllograptus densus* Törnq.

A definite level of phyllograptides appearance, which according to T. Tjernvik (1956) roughly conforms to the boundary of Hunnebergian and Billingenian Groups is established in a number of borings in two-three metres below the top of fourth member. Even though the boundary of *D. balticus* and *P. densus* Zones differs from that of lithological in change of rocks (it is 2—3 m below the top of the fourth member in the Zebrian Formation), frequent findings of graptolites and rather simple diagnostics of them suggest this boundary, coinciding with the boundary of the Hunnebergian and the Billingian substages, to be a good correlative level for the whole Baltoscandia region.

The *Phyllograptus densus* Zone consists of greenish-grey clays and reddish-brown carbonate clays and clayey marls of similar colour in the Yelgavian trough. These rocks constitute the fifth member of the Zebrian Formation (Fig. 2). The upper zone boundary is defined by the appearance of *Phyllograptus angustifolius elongatus* Bulman at the base of the next member containing reddish-brown marls (Priekule 20 boring).

In the *Phyllograptus angustifolius elongatus* Zone only two specimens of the zonal index-species were found. It is probable that in the Kuldigan elevation this zone consists of reddish-brown marls of vague undulatory-lump structure att he top of fection of the Latorpian Stage. In Yelgavian trough the corresponding beds belong to lower member of Ciecerian Formation (clayey flat-layed reddish-brown marls).

The upper zonal boundary, coinciding according to T. Tjernvik (1956) with the upper boundary of the Billingenian Group is defined by the

upper boundary of the Latorpian Stage, which in the Swedish-Latvian facial zone is defined by the appearance of *Megistaspis limbata* (Boeck).

The overlying Volkhovian Stage contains reddish-brown marls, forming the lower red-coloured member of Ciecerian Formation in the Yelgavian trough. The graptolites from this interval are found only at one level in the upper half of the member (Bernata boring; Fig. 3).

The overlying member of greenish-grey marls of Ciecerian Formation belongs to the Kundan Stage. In the lower part of this a rich graptolite association is established (Fig. 3). This graptolite assemblage is very close to that of the middle part of the Hunderumian Substage, Halluden section, Öland, described by D. Skevington (1965). In the member 3 of lumpy greenish-grey limestone and marl in the section of Taurupe and Slampe only some graptolites are established (Fig. 3). The finding of a fragmentary rhabdosome similar to that of didymograptids with a declined stipe and thecae of climacograptus type is of great interest; this is presumably identified as *Holmograptus* ? sp. The graptolites of this genus are typical representatives of *Didymograptus bifidus* Zone of the Valastean Substage in the Scane. Occurrence of these species directly above of *Aulograptus cucullus*, *Glyptograptus dentatus*, *Diplograptus ellesi* and others shows that the members 2 and 3 belong to the *D. bifidus* Zone.

In summary we stress the similarity of Baltic and Scandinavian Early Ordovician graptolite faunas.

KESK-BALTIKUMI HILISTREMADOKI JA ÄRENIGI GRAPTOLIITIDE STRATIGRAAFILINE TÄHTSUS

R. ULST

Resümee

Pealkirjas nimetatud kihtidest on määratud 51 liiki ja 19 perekonda graptoliite. Nende stratigraafilise tähtsuse analüüs võimaldas kindlaks teha järgmised graptoliiditsoonid: *Clonograptus—Bryograptus*, *Tetragraptus approximatus—T. phyllograptoides*, *Didymograptus balticus*, *Phyllograptus densus*, *Ph. angustifolius elongatus*, *Didymograptus bifidus*.

РАННЕОРДОВИКСКИЕ ГРАПТОЛИТЫ МОНГОЛИИ

Д. Т. ЦАЙ

Раннеордовикские граптолиты были найдены в юго-восточной части Монгольского Алтая в результате работ Советско-Монгольской геологической экспедиции летом 1969 и 1970 гг. Здесь, в сомоне Тонхил, в 15 км к юго-востоку от оз. Хулму-Нур, Н. Г. Марковй впервые были собраны остатки аренигских граптолитов. В целом ареиг-лланвирнские отложения в этом районе представлены зеленовато-серыми песчаниками, а также серыми и темно-серыми кремнистыми, глинисто-кремнистыми алевролитами. Породы обычно смяты в узкие изоклинальные складки. Один из разрезов был изучен южнее г. Шире-ула и представлен, по Н. Г. Марковой, в следующем виде:

1. Серо-зеленые полимиктовые песчаники с подчиненными прослоями алевролитов. Мощность 165 м.
2. Серо-зеленые грубозернистые гравелиты. Мощность 100 м.
3. Пачка слоистых зеленоватых песчаников. Мощность 255 м.
4. Зеленоватые глинисто-кремнистые алевролиты с подчиненными прослоями песчаников. В алевролитах (обн. 13) встречены *Tetragraptus bigsbyi* (Hall), *Trigonograptus esiformis* (Hall), *Expansograptus* s*uecic*us (Tullb), *Corymbograptus* sp., *Isograptus forcipiformis latus* (Rued.), *I. imitata* (Harris), *I. manubriatus* (Hall). Мощность 125 м.

Общая мощность разреза равна 885 м.

Несколько иной по вещественному составу и небольшой по мощности разрез изучен севернее, в районе высоты с отметкой 2430:

1. Темно-серые алевролиты. Мощность 10 м.
2. Переслаивание темно-серых и зеленых алевролитов, иногда кремнистых. В темно-серых разностях (обн. 23) собраны: *Tetragraptus* sp., *Phyllograptus anna* Hall, *Phyllograptus densus* Törnq., *P. typus* Hall, *Trigonograptus ensiformis* (Hall), *Expansograptus* sp., *Corymbograptus* sp., *Isograptus markovae* sp. nov., *I. maximo-divergens* (Harris), *I. paraboloides* Tzaj, *I.* sp., *Glyptograptus* sp. и беззамковые брахиоподы. Мощность 105 м. Эта пачка сопоставляется со слоем 3 вышеприведенного разреза.
3. Темно-серые алевролиты с подчиненными прослоями серо-зеленых песчаников, мощностью 0,5—1 м. Мощность 100 м.
4. Темно-серые кремнистые алевролиты с остатками граптолитов (обн. 6, 11) *Phyllograptus typus* Hall, *Phyllograptus mongoliensis* sp. nov., *Trigonograptus ensiformis minor* Mu et Lee, *Expansograptus* sp., *Isograptus* sp., *Glyptograptus* sp. Мощность 35 м.
5. Те же алевролиты, но с прослоями песчаников мощностью 2—3 м. Мощность 80 м.

Общая мощность разреза составляет 330 м.

Из двух приведенных выше разрезов описаны 12 видов, 2 подвида и 2 формы граптолитов, определенных до рода. Комплексы гарптолитов из

обнажений 2, 3 и 13 одновозрастны и относятся к аренигу. Основанием для этого заключения служит присутствие таких типичных аренигских форм, как *Phyllograptus anna*, *P. densus*, *P. typus*, *Isograptus imitata*, *I. maximo-divergens*, *I. manubriatus*, *I. paraboloides*, которые, как правило, неизвестны в более молодых отложениях. Остальные виды из этих обнажений распространены в арениге и лланвирне.

Несколько иной комплекс граптолитов обнаружен в обнажениях 6 и 11. Здесь отмечается бедность видового состава, отсутствие многих видов, известных ниже по разрезу, и присутствие наряду с аренигскими формами представителей двурядных граптолитов *Glyptograptus*, которые в массовом количестве и в разнообразии известны только в лланвирне. Возраст этого комплекса условно может быть датирован как лланвирнский.

Таблица

Распространение граптолитов в Монголии, Казахстане и Австралии

Вид, подвид	Монголия	Казахстан	Австралия
Tetragraptus bigsby (Hall)	+	+	—
Phyllograptus anna Hall	+	+	—
P. densus Törnq.	+	—	+
P. mongoliensis sp. n.	+	—	—
P. typus Hall	+	+	+
Trigonograptus ensiformis (Hall)	+	+	+
T. ensiformis minor Mu et Lee	+	—	—
Expansograptus suecicus (Tullb.)	+	+	+
Isograptus forcipiformis latus (Rued.)	+	+	—
I. imitata (Harris)	+	+	+
I. manubriatus (Hall)	+	+	+
I. markovae sp. nov.	+	—	—
I. maximo-divergens (Harris)	+	+	+
I. paraboloides Tzaj	+	+	—

При сравнении состава монгольских граптолитов, особенно изограптов, с их комплексами в других регионах (см. таблицу) выявляется поразительное сходство их с казахстанскими аренигскими формами из когашикского горизонта и с австралийскими из серий Кастлемейн и Япин (Цай, 1966; Thomas, 1960). Все приведенные данные позволяют говорить о тесных палеобиогеографических связях, существовавших между этими регионами в аренигское и лланвирнское время.

Коллекция хранится в геологическом музее АН Каз. ССР под № 1974. Каз. ССР под № 1974.

Автор признателен Н. Г. Марковой (Геологический институт АН СССР) за переданные в его распоряжение коллекцию граптолитов и описание разрезов ордовика Монгольского Алтая.

ОТРЯД DICHOGRAPTIDA

СЕМЕЙСТВО TETRAGRAPTIDAE MU, 1950

Род ***Tetragraptus*** Salter, 1863

Tetragraptus bigsbyi (Hall, 1865)

Табл. I, фиг. 1—2.

Graptolithus bigsbyi sp. nov.: Hall (pars), 1865, с. 86—87, табл. XVI, фиг. 22—30.
Tetragraptus bigsbyi Hall: Monsen, 1937, с. 169—170, табл. IV, фиг. 1, 2, 6, 10, 24; табл. XIII, фиг. 7, 8, 10, 11; Lee, 1961, с. 69, табл. II; Ross and Berry, 1963, с. 76; Geh,

1964, с. 397—398; табл. II, фиг. 7; табл. III, фиг. 16—18; Skevington, 1965, с. 4—8, фиг. 1, 3, 5, 6 (см. синонимику); Абдулаев, Халецкая, 1971, с. 59, табл. VII, фиг. 10.

Tetragraptus similis: Ruedemann, 1947 (pars), с. 310—311, табл. 51, фиг. 4, 5, 11, но не фиг. 6—10, 12, 13; Келлер, Лисогор, 1954, с. 61, табл. V, фиг. 1, 5, рис. 7 и 8.

Лектотип. *Graptolithus bigsbyi* (Hall), 1865, табл. 41, фиг. 30. Квебек, Левис, зона C_3 (Skevington, 1960).

Описание. Рабдосомы небольшие, с короткими и широкими изогнутыми ветвями второго порядка, длиной 8—10 мм. Фуникул короткий, 1—1,5 мм, при ширине 0,7 мм. Главные ветви дихотомируют от фуникула под углом 90—120°. Наибольшая ширина, равная 2,4—3 мм, приходится на середину ветвей.

Теки слегка изгибаются к концу устья; длина их 2,4—3 мм, ширина у края устья 0,8 мм. Длина теки в 3—3,5 раза превышает ширину; теки полностью налегают друг на друга. Край устья вогнутый, с оттянутым вниз концом. Угол наклона тек в средней части ветви 45—50°. В 10 мм помещается 10—12 тек.

Сравнение. От близкого к нему *T.* (*Tetragraptus*) *lui* (Geh) описанный вид отличается коротким и тонким фуникулом и шириной главных ветвей в дистальной части; от *T.* (*Tetragraptus*) *hsüi* (Geh) — большей длиной главных ветвей (10—19 мм вместо 5,7 мм), их большей шириной и большим числом тек в 10 мм (10—12 против 8); от *T.* (*Tetragraptus*) *woodae* Rued. — несколько большей шириной ветвей (2,6 мм вместо 2 мм) и меньшим числом тек в 10 мм (10—12 вместо 16).

Распространение. Арениг: Англия — зона *D. extensus* и *D. hirundo*; Норвегия — нижние дидимограптовые сланцы; Китай — сланцы Нинго; Северная Америка — зона *D. protobifidus*; Казахстан — арениг — лланвирн, когашикский и копалинский горизонты; Киргизия — арениг.

СЕМЕЙСТВО PHYLLOGRAPTIDAE LAPWORTH, 1873

Род *Phyllograptus* Hall, 1858

Phyllograptus anna Hall, 1865

Табл. I, фиг. 3

Phyllograptus anna Hall: Hsü, 1934, с. 48—49, табл. III, фиг. 8 a—m; Monsen, 1937, с. 216—217, табл. XVIII, фиг. 2; Mu and Lee, 1958, с. 414, рис. 1; Rigby, 1958; с. 912—913, табл. 118, фиг. 18; Berry, 1960, с. 57, табл. VIII, фиг. 14; табл. X, фиг. 4 (см. синонимику); Lee, 1961, с. 70, табл. I, фиг. 10 a—c, рис. 6; Ross and Berry, 1963, с. 81, табл. III, фиг. 11, 12, 15, 16; Yao Lun-Chi, 1965, с. 108, табл. I, фиг. 7a.

Phyllograptus aff. *anna:* Обут, Соболевская, 1964, с. 23, табл. I, фиг. 3.

Голотип. Не установлен.

Описание. Рабдосомы маленькие, овальной формы, длиной 9—12 мм и наибольшей шириной в средней части, равной 5 мм. Ширина ветви 0,6 мм.

Теки изогнутые, в разных частях рабдосомы имеют различную длину: в средней части длина их достигает 2 мм, ширина около устьевого края 0,7 мм. Длина теки почти в три раза превышает ширину; налегание тек друг на друга полное. Устьевые края их вогнутые. Угол наклона тек в средней части 40—45°. В 10 мм помещается 14 тек.

Сравнение. От *P. ilicifolius* Hall описанный вид отличается меньшей длиной (9 мм вместо 19,5 мм), шириной (5 мм против 11,3 мм) и большим числом тек в 10 мм (14 вместо 11—13). От *P. rotundatus* Monsen от отличается большей длиной и шириной рабдосомы, а также меньшим

числом тек в 10 мм (14 вместо 18—22), а от *P. nobilis* H. et K. — меньшей шириной рабдосомы и большим числом тек в 10 мм (14 вместо 11).

Распространение. Ареиг—лланвирн: Англия — от зоны *D. extensus* до зоны *D. bifidus* включительно; Северная Америка — зона *T. fructicosus* и *D. protobifidus*; Норвегия — зона *P. densus*; Китай — сланцы Нинго. В СССР ареиг-лланвирн: Таймыр; лланвирн: Северо-Восток СССР, Казахстан.

Phyllograptus densus Törnquist, 1879

Табл. I, фиг. 6

Phyllograptus densus sp. nov.: Törnquist, 879, с. 447; Monsen, 1837, с. 206—208. табл. 5, фиг. 11, 16, 19, 24, 34; табл. 18, фиг. 6, 13.

Голотип. Не установлен.

Описание. Рабдосома овальная. Имеющийся в коллекции неполный экземпляр с обломанной проксималью имеет длину 12 мм, при наибольшей ширине в средней части 6,5 мм. Ширина ветвей 0,8 мм.

Теки слегка изогнутые, длина их в средней части 3 мм, ширина около устьевого конца 0,7 мм. Длина теки в четыре раза превышает ширину; они полностью налегают друг на друга. Край устья слегка вогнутый. Теки в средней части наклонены под углом 60° к устьевому концу и почти перпендикулярны оси рабдосомы. В 10 мм помещается 15 тек.

Сравнение. От близкого *P. ilicifolius* Hall описанный вид отличается меньшей шириной рабдосомы (6,5 мм вместо 11,3) и бóльшим числом тек в 10 мм (15 вместо 11—13), а от *P. anna* Hall — несколько большей длиной и шириной рабдосомы, большей длиной тек и их наклоном (60° против 45°). От *P. nobilis* H. et K. данный вид отличается меньшей длиной и шириной рабдосомы и бóльшим числом тек в 10 мм (15 вместо 11—12).

Распространение. Ареиг: Норвегия — зоны *D. balticus* и *P. angustifolius*.

Phyllograptus mongoliensis Tzaj sp. nov.

Табл. I, фиг. 7

Голотип. Геологический музей АН Каз. ССР, экз. № 1974/653. Юго-восточная часть Монгольского Алтая, район оз. Хулму-Нур; верхний ареиг — нижний лланвирн.

Диагноз. Рабдосомы вытянуто-овальные, длиной до 25 мм; наибольшая ширина их 4,5 мм. Теки с длинными шипами. В 10 мм помещается 16-13 тек.

Описание. Рабдосомы вытянутые в средней части, с параллельными сторонами длиной 23 мм; ширина проксимали на уровне третьей пары тек 2,7 мм, на уровне седьмой пары 4 мм, затем, постепенно увеличиваясь, достигает в середине рабдосомы 4,5 мм, а к дистальному концу вновь уменьшается до 2,5 мм. Ширина ветвей 0,5 мм.

Теки изогнутые, длиной 1,7 мм и шириной 0,6 мм в средней части рабдосомы. Длина теки почти в три раза превышает ширину. Устьевые края тек в проксимальной части опущены книзу, в средней части они располагаются параллельно оси рабдосомы. Угол наклона тек в проксимали в среднем 40°, а в средней части их 45—50°. Края устьев вогнутые, оканчиваются шипами длиной 0,7 мм. В 10 мм начальной части помещается 16, в средней — 13 тек.

Сравнение. От *P. typus* Hall новый вид отличается меньшей длиной и шириной рабдосомы (4,5 мм против 6,3—10) и большим числом тек в 10 мм (16-13 вместо 9-10). От *P. densus* Törnq. он отличается меньшей шириной (4,5 мм вместо 6,5) и меньшим числом тек в 10 мм в дистальной части (13 вместо 17), а от *P. loringi* White — меньшей длиной и шириной (4,5 мм вместо 11) и длинными шипами тек.

Phyllograptus typus Hall, 1858

Табл. I, фиг. 4—5

Phyllograptus typus Hall: Келлер, 1956, с. 66, рис. 1; Thomas, 1960, табл. IV, фиг. 37; Berr, 1960, с. 58, табл. X, фиг. 1, 11, 13 (см. синонимику).
Phyllograptus cf. *typus:* Bulman, 1931, с. 44, табл. X, фиг. 2; Elles et Wood, 1902, с. 99, табл. 13.

Голотип. Не установлен.

Описание. Рабдосомы овальные, длиной 15—20 мм и наибольшей шириной в средней части 6—7,5 мм. Ширина ветвей 0,8—1,3 мм.

Теки изогнутые, длиной в средней части рабдосомы 4 мм и шириной около устьевого конца 1 мм. Длина теки в четыре раза превышает ширину; налегание тек друг на друга полное. Устьевые края вогнутые, оканчиваются короткими шипами. Угол наклона отдельно взятой теки разный: вначале стенки теки наклонены под углом 35°, затем, изгибаясь к устьевому концу, достигают 55°. В среднем теки наклонены под углом 45°. В 10 мм помещается 10—11 тек.

Сравнение. От *P. densus* Törnq. описанный вид отличается меньшим числом тек в 10 мм (9-11 вместо 14-17). От *P. ilicifolius* Hall отличается меньшей шириной (6—7,5 мм вместо 11,3) и меньшим числом тек в 10 мм (10-9 вместо 12), а от *P. loringi* White меньшей шириной и меньшим количеством тек в 10 мм (9-11 вместо 13-14).

Распространение. Арениг—лланвирн: Англия — зоны *D. hirundo* и *D. bifidus*; Северная Америка — зона *D. bifidus* и *Didymograptus artus*; лланвирн: Австралия: Боливия — серия Бендиго; арениг и лланвирн: Казахстан — копалинский горизонт. Северо-Восток СССР — зоны *G. austrodentatus—C. morsus*, *P. etheridgei—C. crawfordi.*

Род *Pseudotrigonograptus* Mu et Lee, 1958

Pseudotrigonograptus ensiformis (Hall, 1858)

Табл. I, фиг. 9—10

Pseudotrigonograptus ensiformis (Hall); Rickards, 1973, с. 597—604, рисунок.

Голотип. Не установлен.

Описание. Рабдосомы ланцетовидной формы, длиной 30 мм. Наибольшая ширина, равная 3 мм, приходится на среднюю часть. У экз. 1974/622 одна половина рабдосомы несколько деформирована. В средней части четко выражен шов.

Теки с прямыми стенками, длиной в средней части рабдосомы 1,8—2,6 мм и шириной 0,6—0,8 мм. Длина теки в три раза превышает ширину; налегание тек друг на друга полное. Края устьев образуют ровную линию. Угол наклона тек и оси рабдосомы 40°. В 10 мм помещается 10 тек.

Сравнение. От *Tenuis angustus* Mu et Lee описанный вид отличается формой рабдосомы и ее шириной, а от *T. tenvis* Obut et Sob. — большей шириной (3 мм вместо 2,4) и бóльшим отношением длины теки к ширине.

Распространение. Ареиг и лланвирн: Англия — от зоны *Dichograptus* до зоны *D. bifidus* включительно; Северная Америка — сланцы Дипхилл (зона *H. etheridgei*); Австралия — серия Япин; Китай — сланцы Нинго. В СССР — ареиг: Таймыр, Пай-хой; ареиг и лланвирн: Казахстан, Северо-Восток СССР.

Pseudotrigonograptus ensiformis minor Mu et Lee, 1958

Табл. I, фиг. 8

Pseudotrigonograptus ensiformis var. *minor* var nov.; Mu, Lee. 1958, с. 396, 416, рис. 3 a—c.

Голотип. *Trigonograptus ensiformis* var. *minor* Mu et Lee, 1958, рис. 3a. Верхний ареиг, зона *D. hirundo*, Китай.

Описание. Рабдосомы маленькие; имеющаяся в коллекции неполная форма достигает длины 8 мм, а наибольшая ширина ее 2,2 мм. В средней части четко выражен шов.

Теки с прямыми стенками, длиной 1,2 мм и шириной 0,6 мм. Длина теки в два раза превышает ширину, теки полностью налегают друг на друга. Устьевые края тек образуют ровную линию. Угол наклона их к оси рабдосомы 50°.

Сравнение. От типового подвида *T. ensiformis ensiformis* (Hall) описанная форма отличается меньшими размерами рабдосомы и бо́льшим числом тек в 10 мм (10 вместо 14). От *T. ensiformis obtusus* Rued. она отличается несколько меньшей шириной рабдосомы и бо́льшим числом тек.

Распространение. Ареиг: Китай — сланцы Нинго, зона *D. hirundo*. В СССР — верхний ареиг: Северо-Восток СССР — зона *C. morsus*.

СЕМЕЙСТВО DIDYMOGRAPTIDE MU, 1950

Род *Expansograptus* Bouček et Přibyl, 1951

Expansograptus suecicus (Tullberg, 1880)

Табл. II, фиг. 1

Didymograptus suecicus: Tullberg; Harris and Thomas, 1938, с. 76, табл. II, фиг. 23 a, b; табл. IV, фиг. 21; Келлер, 1956, с. 65—66, табл. IV, фиг. 8; табл. V, фиг. 9; рис 14.

Expansograptus suecicus Tullberg; Обут и Зубцов, 1965, с. 21—22, табл. I, фиг. 3, 5, 6.

Голотип. Не установлен.

Описание. Неполная рабдосома с прямыми ветвями длиной 15 мм. Ширина около сикулы 0,5—0,6 мм и на расстоянии 8 мм достигает 1 мм. У экз. 1974/641 ширина ветви в дистальной части 1,6 мм.

Сикула длиной 1,1 мм; апикальная часть ее выступает на 0,6 мм. Теки с прямыми стенками. Длина тек 1,5 мм и ширина у устьевого края 0,5 мм. Длина теки в три раза превышает ширину; теки налегают друг на друга на $^1/_2$—$^2/_3$ длины. Устьевые края их прямые. Угол наклона тек 30°. В 10 мм помещается 11 тек.

Сравнение. От *E. extensus* (Hall) описанный вид отличается меньшей длиной, шириной ветвей и меньшим углом наклона тек в дистальной части; а от *E. taimyrensis* Obut et Sob. — большей длиной тек и величиной налегания их друг на друга.

Распространение. Ареиг: Норвегия — зоны *D. balticus* и *P. densus*; Австралия — серии Бендиго и Чивтон. В СССР — ареиг: Казахстан — когашинский горизонт; Киргизия; Узбекистан — карокурумская свита.

Род *Corumbograptus* Obut et Sobolevskaya, 1946

Corymbograptus sp.

Табл. II, фиг. 2

Описание. Рабдосома неполная, сохранилась только проксимальная часть высотой 8 мм. Угол между дорзальными сторонами ветвей в V-образной части равен 85°. Длина их 17 мм, ширина в проксимали равна 0,6 мм, затем, быстро расширяясь, достигает 1 мм и сохраняет ее на всей длине. Сикула маленькая — 0,7 мм в длину. Теки с прямыми стенками, длиной 1 мм и шириной около устьевого края 0,5 мм, налегают друг на друга на $^1/_2$ длины. Устьевой край прямой. Угол наклона тек 40°. В 10 мм помещается 13 тек.

Род *Isograptus* Moberg, 1892

Isograptus forcipiformis latus Ruedemann, 1947

Табл. II, фиг. 7

Isograptus forcipiformis var. *latus* var. nov.: Ruedemann, 1947, с. 353, табл. 57, фиг. 41—42; *Berry*, 1960, с. 67, табл. XII, фиг. 1.
Isograptus forcipiformis (Ruedemann); Harris, 1933, с. 112, рис. 27.
Isograptus forcipiformis latus (Ruedemann); Обут, Соболевская, 1964, с. 28—29, табл. II, фиг. 2.

Голотип. Ruedemann, 1947, табл. 57, фиг. 41. Песчаник Блэкли, Арканзас.

Описание. Рабдосома неполная, с параллельными ветвями. Длина ветвей достигает 14 мм, ширина одинаковая и равна 2 мм. Проксимальный конец округлый.

Сикула длиной 2,7 мм. Апикальная часть ее выступает на 1 мм. Теки слегка изогнутые, длиной 3 мм, ширина их в проксимали равна 0,5 мм и, расширяясь к устьевому концу, достигает 0,8 мм. Длина теки в 3,5 раза превышает ширину; налегание тек друг на друга полное. Устьевые края вогнутые, концы их несколько оттянуты в стороны. Угол наклона тек в средней части ветви составляет 35°. В 10 мм помещается 10 тек.

Сравнение. От типового подвида *I. forcipiformis forcipiformis* (Rued.) описанный подвид отличается параллельно расходящимися ветвями и их однообразной шириной.

Распространение. Лланвирн, зона *H. etheridgei*; Северная Америка. Ареиг, зона *I. gibberulus*, Таймыр, Казахстан.

Isograptus imitata (Harris, 1933)

Табл. II, фиг. 3

Isograptus caduceus var. *imitata* var. nov.: Harris, 1933, с. 12, рис. 59.
Isograptus caduceus var. *armatus* var. nov.: Ruedemann, 1947, табл. 57, фиг. 24, но не фиг. 20—23, 25.

Голотип. *Isograptus caduceus* var. *imitata*; Harris, 1933, с. 112, рис. 59. Ареиг, Австралия.

Описание. Рабдосомы маленькие, v-образной формы, с ветвями, расходящимися от сикулы под углом 300°. Длина ветвей 12 мм, ширина их в проксимали 1,5 мм, в средней части 0,8 мм и к дистальным концам уменьшается до 0,5 мм.

Сикула длиной 2,4 мм. Апикальная часть ее выступает за край рабдосомы на 0,5 мм и оканчивается нéмой длиной 3 мм.

Длина тек 1 мм, ширина 0,5 мм; длина теки в два раза превышает ширину. Теки наполовину налегают друг на друга. Ближе к дистальным концам они почти не налегают друг на друга. Устьевые края тек вогнуты. Угол наклона их в средней части 40°, в дистальной уменьшается до 25°. На 10 мм приходится 12 тек.

Сравнение. От близкого вида *I. elegans* Tzaj описанный вид отличается более заостренной начальной частью, длинными ветвями и неполным налеганием тек друг на друга. От *I. caduceus* (Salt.) он отличается v-образной формой рабдосомы и несколько большей длиной ветвей.

Распространение. Верхний арениг: Австралия — серии Кастлемейн, Япинг. В СССР — верхний арениг: Казахстан — зона *I. gibberulus*.

Isograptus manubriatus (Hall, 1914)

Табл. II, фиг. 5

Didymograptus caduceus var. *manubriatus* var. nov., Hall, 1914, табл. XVII, фиг. 12, но не фиг. 13.

Isograptus manubriatus Hall; Harris, 133, с. 102—104, рис. 41—44, табл. VI, фиг. 1 a—i; Harris and Thomas, 1938, табл. II, фиг. 44; Berry, 1960, с. 67, табл. XI, фиг. 5, табл. XII, фиг. 4; Thomas, 1960, табл. V, фиг. 57.

Голотип. Не установлен.

Описание. Рабдосомы небольшие, с ветвями, расходящимися от сикулы под углом 295—300°. Длина их составляет 14 мм, ширина в проксимали равна 1,2 мм, а в средней части достигает 1,5 мм.

Сикула по сравнению с рабдосомой крупная, клиновидной формы, длиной 4 мм; капитальная часть ее выступает за край рабдосомы на 3 мм, при толщине у основания 1,8 мм. Сохранилась нéма длиной 2,5 мм.

Теки слегка изогнутые, длиной 2 мм и шириной около устьевого края 0,6 мм. Длина теки в три раза превышает ширину; теки налегают друг на друга на $^2/_3$. Устьевые края выпуклые, скошены к стенке следующей теки. В целом устьевые края тек напоминают зубья пилы. Угол наклона тек в средней части 30°. На 10 мм приходится 10 тек.

Сравнение. От *I. hastatus* (Harris) описанный вид отличается меньшим углом расхождения ветвей (295—300° вместо 330°) и несколько бóльшим налеганием тек друг на друга. От *I. caduceus* (Salt.) он отличается большей длиной и шириной ветвей, массивной сикулой и меньшим числом тек на единицу измерения, а от *I. norvegicus* Mon. — меньшим углом расхождения ветвей, более массивной сикулой и меньшим числом тек в 10 мм (10 вместо 13—14).

Распространение. Верхний арениг: серия Австралия — Япинг; лланвирн: Северная Америка — зона *H. etheridgei*; в СССР — верхний арениг: Казахстан — зона *I. gibberulus*.

Isograptus markovae Tzaj sp. nov.

Табл. II, фиг. 4

Вид назван в честь Н. Г. Марковой.

Голотип. Геологический музей АН Каз. ССР, экз. 1974/626, юго-восточная часть Монгольского Алтая, район оз. Хулму-Нур, верхний арениг.

Диагноз. Изограпты средних размеров, с ветвями длиной до 15 мм и шириной 1 мм. Угол расхождения ветвей 300°. В 10 мм помещается 14 тек.

Описание. Рабдосома с ветвями длиной 12 мм и шириной в проксимали 0,8 мм быстро достигает 1 мм и остается таковой на большей части длины. К дистальным концам ширина уменьшается до 0,7 мм. Угол между дорзальными сторонами ветвей равен 60°.

Сикула длиной 2 мм. Апикальная часть ее выступает за край рабдосомы на 1 мм и оканчивается нéмой длиной 2 мм.

Теки короткие, слегка изогнутые, длиной в средней части 1,2 мм и шириной около устьевого конца 0,6 мм. Длина теки в два раза превышает ее ширину; налегание тек друг на друга составляет $^1/_2$—$^3/_4$ длины. Края устьев вогнутые, оканчиваются шипами длиной 0,6 мм. Угол наклона тек в средней части ветви 50°.

Сравнение. От *I. hemicuclus* (Harris) новый вид отличается большими размерами рабдосомы, массивной сикулой и бóльшим числом тек в 10 мм (14 вместо 11). От всех остальных известных видов рода *I.* Moberg отличается однообразной шириной ветвей и плотно расположенными теками.

Isograptus maximo-divergens (Harris, 1933)

Табл. II, фиг. 8—9

Isograptus caduceus var. *maximo-divergens* var. nov.: Harris; 1933, с. 112, рис. 13; Harris and Thomas, 1938, табл. II, фиг. 40; Berry, 1960, с. 67, табл. XI, фиг. 11; Thomas, 1960, табл. V, фиг. 52.

Isograptus maximo-divergens Harris; Обут, Соболевская, 1964, с. 31, табл. II, фиг. 3.

Isograptus walcottorum sp. nov.; Ruedemann, 1947 (pars), с. 354, табл. 57, фиг. 35, 36, но не фиг. 32—34.

Голотип. *Isograptus caduceus* var. *maximo-divergens* Harris, 1933, с. 112, рис. 13. Арениг, Австралия.

Описание. Рабдосомы крупные, с ветвями, расходящимися от сикулы под углом 300—310°. Длина их достигает 20—23 мм, ширина в проксимали 2,5 мм и, постепенно увеличиваясь, в средней части достигает 3 мм, а к дистальным концам уменьшается опять до 1,5 мм.

Сикула длиной 3 мм; апикальная часть ее выступает на 1 мм и оканчивается немой длиной 5 мм.

Теки слегка изогнутые, длиной и шириной 1 мм, в средней части рабдосомы 3 мм. Длина теки в три раза превышает ширину; теки полностью налегают друг на друга. Устьевые края вогнутые, оканчиваются шипами длиной 0,6 мм. Угол наклона тек составляет 35—40°. В 10 мм помещается 10 тек.

Сравнение. От близкого вида *I. paraboloides* Tzaj описанный вид отличается несколько бóльшим углом расхождения ветвей, их длиной и шириной, а также количеством тек в 10 мм (10 вместо 12), от *I. victoriae* Harris — большей величиной рабдосомы, менее выступающей апикальной частью сикулы и меньшим углом расхождения ветвей.

Распространение. Арениг-лланвирн: Австралия — серии Кастлемейн, Япин, Дарривил; Северная Америка — зона *Isograptus*. В СССР — верхний арениг: Таймыр, Казахстан — зона *I. gibberulus*.

Isograptus paraboloides Tzaj, 1968

Табл. II, фиг. 6

Isograptus paraboloides: Цай, 1968, с. 65, табл. I, фиг. 7.

Описание. Рабдосомы средних размеров, с ветвями, расходящимися от сикулы под углом 280°. Длина их составляет 11 мм, ширина почти однообразная по всей длине и равна 2,5 мм.

Сикула длиной 2,6 мм; апикальная часть ее выступает за край рабдосомы на 1 мм, толщина у основания 0,5 мм.

Теки слегка изогнутые, длиной 2,5 мм в средней части рабдосомы и шириной около устьевого конца 0,75 мм. Длина теки в три раза превышает ширину, налегание их друг на друга полное. Устьевые края тек слегка вогнутые, оканчиваются шипами длиной 0,8 мм. Угол наклона тек в средней части ветви 40°. В 10 мм помещается 12 тек.

Сравнение. От *I. maximo-divergens* (Harris) данный вид отличается меньшим углом расхождения ветвей (280° вместо 320—325°), их длиной и шириной, а также бо́льшим числом тек в 10 мм (12 вместо 8,5—11), а от *I. victoriae* Harris углом расхождения ветвей (280° против 310—320°) и большим числом тек в 10 мм (12 вместо 9—10).

Распространение. Верхний арениг: Казахстан — зона *I. gibberulus*.

Isograptus sp.

Табл. II, фиг. 10

Описание. Рабдосома маленькая, подковообразной формы, с ветвями длиной 7 мм и однообразной шириной 2,3 мм. Угол расхождения ветвей 325°. Длина сикулы 3 мм, апикальная часть ее выступает на 1 мм. Теки слегка изогнутые, длиной 2 мм и шириной 0,5 мм в средней части ветви. Длина теки в четыре раза превышает ширину; налегание тек друг на друга почти полное. Устьевые края слегка вогнутые, с оттянутыми в сторону концами. Угол наклона тек 50°. В 10 мм помещается 12 тек.

ЛИТЕРАТУРА

Абдулаев Р. Н., Халецкая О. Н. Стратиграфия и фауна палеозоя Узбекистана. Ташкент, «Фан». 1970, с. 5—102.

Келлер Б. М., Лисогор К. А. Караканский горизонт ордовика. — «Тр. ГИН АН СССР, вып. 154. Ордовик Казахстана, ч. I», 1954, с. 61—75.

Келлер Б. М. Граптолиты ордовика Чу-Илийских гор. — «Тр. ГИН АН СССР, вып. 1, Ордовик Казахстана, ч. II», 1956, с. 65—102.

Обут А. М., Зубцова Е. И. Стратиграфия и граптолиты ордовика горного обрамления Нарынской впадины. Стратиграфия и палеонтология палеозоя Азиатской части СССР. М., «Наука», 1965, с. 13—32.

Обут А. М., Соболевская Р. Ф. Граптолиты ордовика Таймыра. М., «Наука», 1964, с. 3—87.

Цай Д. Т. Граптолитовые комплексы нижнего ордовика и лланвирна Центрального Казахстана. — «Изв. АН КазССР. «Серия геол.», 1966, № 5, с. 23—34.

Цай Д. Т. Новые виды раннеордовикских граптолитов Центрального Казахстана. — «Палеонт. ж.», 1968, № 4, с. 61—65.

Berry, W. B. H. Graptolite faunas of the Marathon region, West Texas. Univ. of Texas, No. 6005. Austin, 1960. 167 p.

Bulman, O. M. B. South American Graptolites. — "Arkiv för zoologi", 1931, vol. 22. 110 p.

Geh, M. Y. Some species of *Tetragraptus* from the Ningkuo shale (Lower Ordovician) of Zhejiang (Chekiang). — "Acta Paleont. Sinica", 1964, vol. XII, No. 3, p. 367—410.

Hall, J. Graptolites of the Quebec Group. — "Canad. Geol. Surv.", 1865, dec. II. 151 p.
Hall, T. S. Victorian Graptolites. Part IV: Some new or littleknown Species. — "Proc. Roy. Soc. Victoria, (n. s.)", 1914, vol. 27, p. 109—118.
Harris, W. J. Isograptus caduceus and its allies in Victoria. — "Proc. Royal Soc. Victoria", (new. ser.), 1933, vol. 46, p. 79—114.
Harris, W. J. and Thomas, D. E. Victorian Graptolites (New series) Part V. — "Mining and Geol. Journ.", 1938, vol. I, No. 2, p. 69—72.
Hsü,S. C. The Graptolites of the Lower Jangtse Valley. — "Acad. Sinica. Monogr. Nat. Research. Inst. Geol. ser. A", 1934, vol. 4. 106 p.
Lee, C. K. Graptolites from the Dawan Formation (Lower Ordovician) of W. Hupen and S. Kueichou. — "Acta Paleontol. Sinica", 1961, vol. IX, No. 1, p. 48—79.
Monsen, A. Die Graptolithen fauna in unteren Didymograptusschifer (Phyllograptusschifer) Norwegens. — "Norsk Geol. Tidsskr.", 1937, vol. 16, p. 57—226.
Mu, A. T. and Lee, C. K. Scandent Graptolites from the Ningkuo Shale of the Kiangshan-Changshan area, Western Chekiang. — "Acta Paleont. Sinica", 1958, vol. VI, No. 4, p. 391—427.
Rickards, R. B. The Arenig graptolite genus *Pseudotrigonograptus* Mu et Lee, 1958. "Acta Geol. Polonica", 1973, vol. 23, No. 4, p. 594—604.
Ruedemann, R. Graptolites on North America. — "Geol. Soc. Am. Mem.", 1947, vol. 19. 652 p.
Rigby, J. K. Lower Ordovician Graptolite faunas of western Utah. — "J. Paleontol.", 1958, vol. 32, p. 907—917.
Ross, R. J. and Berry, W. B. H. Ordovician Graptolites of the Basin Ranges in California, Nevada Utah and Idaho. — "U. S. Geol. Surv. Bull.", 1134, Washington, 1963, p. 1—143.
Skevington, D. Graptolites from the Ontikan Limestones (Ordovician) of Öland Sweden. — "Bull. Geol. Inst. Univ. Uppsala", 1965, vol. XLIII, p. 2—70.
Thomas, D. E. The zonal Distribution of Australian Grptolites. Royal Soc. New South Wales. — "J. and Proc.", 1960, vol. 94, p. 1—58.
Yao, Lun-Chi. Some Lower Ordovician scandent Axonolipous Graptoloids from the Tzishui Valley, Hunan. — "Acta Paleont. Sinica", 1965, vol. 13, No. 1, p. 107—117.
Törnquist, S. L. Några iakttagelser öfver Dalarnes graptolitskiffrar. — "Geol. Fören. Stockh. Förhandl.", 1879, vol. 4, p. 446—457.

Институт геологических наук АН Каз. ССР. Алма-Ата

EARLY ORDOVICIAN GRAPTOLITES IN MONGOLIA

D. TZAJ

Summary

Early Ordovician (Arenig) graptolites were discovered in Mongolian Altai during the investigations of the Soviet-Mongolian geological expedition in summer 1969—1970. For the first time the graptolites were collected by N. G. Markova in the south-eastern part of Mongolian Altai, namely in the Tonkhil district, 15 km to the south-east of the Khulum-Nur Lake. To the south of Shire-uly a section was described (495 m thick) with its lower part being composed of the grey-green polimictic sandstones and its upper part of the grey clay and silicious mudstones. In the upper part of the section (loc. 13) *Tetragraptus bigsbyi* (Hall), *Trigonograptus ensiformis* (Hall), *Expansograptus suecicus* (Tullb.), *Corymbograptus* sp., *Isograptus forcipiformis latus* (Rued), *I. imitata* (Harris), *I. manubriatus* (Hall) were found.

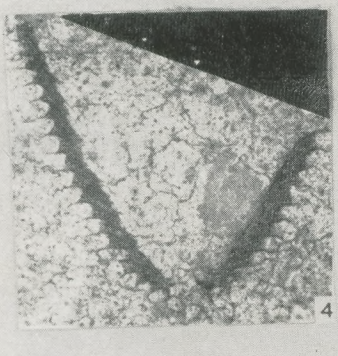
The other section studied (274 m thick) is situated to the north of the one mentioned above and it can be considered as stratigraphic extention of the other. In the lower part of this section the following Arenigian graptolites can be listed: *Tetragraptus* sp., *Phyllograptus anna* (Hall), *P. densus* Törnq., *P. typus* (Hall), *Trigonograptus ensiformis* (Hall),

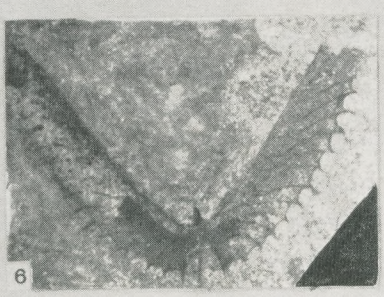
1

2

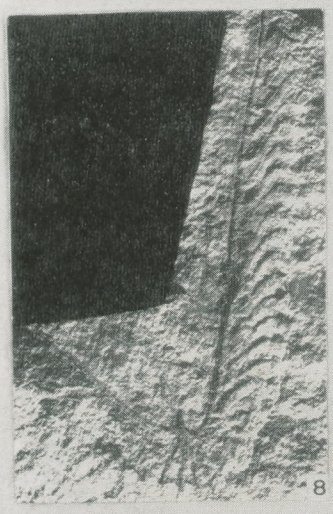
3

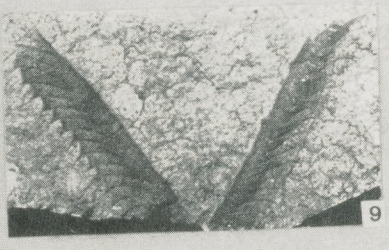
5


4


6

7

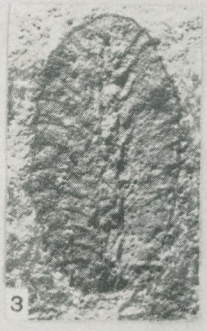

8

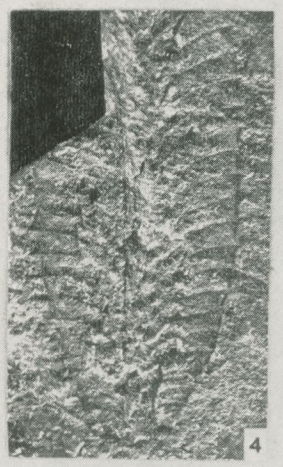

9

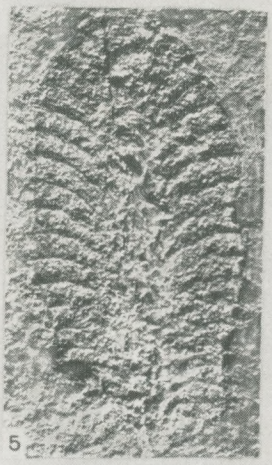
10

1

2


3


4


5

6

7

8

9

10

Expansograptus sp., *Corymbograptus* sp., *Isograptus markovae* sp. nov., *I. maximo-divergens* (Harris), *I. paraboloides* Tzaj, *Isograptus* sp., *Glyptograptus* sp. ? The upper part of the section (loc. 6, 14) is characterized by *Phyllograptus typus* Hall, *P. mongoliensis* sp. nov., *Trigonograptus ensiformis* minor Nu et Lee, *Expansograptus* sp. *Glyptograptus* sp. of the Llanvirn age.

The Mongolian graptolites, especially isograptids, show the striking similarity to the fauna from the Kogashik horizon (Arenig) of Kazakhstan and to Australian graptolites of Castlemanian and Yapeenian series. This fact shows the palaeobiogeographic connections between these territories in the Early Ordovician.

MONGOOLIA VARAORDOVIITSIUMI GRAPTOLIIDID

D. TSAI

Resümee

Kirjeldatakse 12 liiki ja 2 alamliiki ärenigi graptoliite (nende hulgas 2 uut liiki: *Phyllograptus mongoliensis* ja *Isograptus markovae*), mis esmakordselt leiti Mongoolia Altai kaguosast. Võrdlus muude aladega näitab nende graptoliitide liigilise koostise suurt sarnasust Kasahstani kogašiki lademe ning Austraalia Castlemaine'i ja Japini seeria graptoliitidega. Sarnasuse põhjal oletatakse nende alade tihedat seost varaordoviitsiumis.

ТАБЛИЦА I

Фиг. *1—2. Tetragraptus bigsbyi* (Hall). *1* — ×4, фрагмент ветви, обн. 13, экз. 1974/646; 2 — ×3, рабдосома удовлетворительной сохранности, обн. 13, экз. 1974/650.
Фиг. *3. Phyllograptus anna* Hall. ×4. Целая рабдосома, обн. 2, экз. 1974/629.
Фиг. *4—5. Phyllograptus typus* Hall. *4* — ×4, Неполная рабдосома, обн. 2, экз. 1974/623; *5* — ×3,5, целая рабдосома, обн. 2, экз. 1974/634.
Фиг. *6. Phyllograptus densus* Törnquist. × 3. Неполная рабдосома, обн. 2, экз. 1974/633.
Фиг. *7. Phyllograptus mongoliensis* sp. nov. ×3,5. Целая рабдосома, обн. 11, экз. 1974/633 (голотип).
Фиг. *8. Trigonograptus ensiformis minor* Mu et Lee. ×4,5. Неполная рабдосома, обн. 11, экз. 1974/654.
Фиг. *9—10. Trigonograptus ensiformis* (Hall). ×5, деформированная рабдосома, обн. 2, экз. 1974/622; *10* — ×3, хорошо сохранившаяся рабдосома, обн. 13, экз. 1974/649.

ТАБЛИЦА II

Фиг. *1. Expansograptus suecicus* (Tullberg). ×3. Начальная часть рабдосомы, обн. 13, экз. 1974/642.
Фиг. *2. Corymbograptus* sp. ×3,5. Начальная часть, обн. 13, экз. 1974/643.
Фиг. *3. Isograptus imitata* (Harris). ×3,5.Целая рабдосома, обн. 13, экз. 1974/643.
Фиг. *4. Isograptus markovae* sp. nov. ×3. Целая рабдосома, обн. 2, экз. 1974/626 (голотип).
Фиг. *5. Isograptus manubriatus* (Hall). ×4. Рабдосома с хорошо выраженной сикулой, обн. 13, экз. 1974/647.
Фиг. *6. Isograptus paraboloides* Tzaj. ×3. Целая рабдосома, обн. 2, экз. 1974/624.
Фиг. *7. Isograptus forcipiformis latus* (Hsü). ×4. Хорошо сохранившаяся начальная часть, обн. 13, экз. 1974/645.
Фиг. *8—9. Isograptus maximo-divergens* (Harris). *8* — ×3, рабдосома с одной ветвью, обн. 2, экз. 1974/631; *9* — ×2, рабдосома с широко расходящимися ветвями, обн. 2, экз. 1974/638.
Фиг. 10. *Isograptus* sp. ×3. Рабдосома с хорошо выраженной сикулой, обн. 2, экз. 1974/632.

НЕКОТОРЫЕ ГРАПТОЛИТЫ ОРДОВИКА И РАННЕГО СИЛУРА ПОДОЛИИ

П. Д. ЦЕГЕЛЬНЮК

В Подолии ордовикские отложения (молдовский горизонт) представлены двумя маломощными пачками пород: песчаниками (гораевская свита) и известняками (субочская свита). Они разделены стратиграфическим перерывом и сохранились на площади в виде изолированных эрозионных останцев.

С крупным стратиграфическим перерывом, равным ашгиллу и началу лландовери, на ордовике залегает местами нижний (теремцовские эрозионные останцы) и преимущественно верхний лландовери (низы китайгородской свиты, зона *M. crenulata*) нижнего силура. Значительный стратиграфический перерыв внутри лландоверийского яруса имеется только на западном склоне Украинского щита. На юго-западном склоне последнего, в междуречье Днестра и Прута, лландоверийский ярус представлен морошештской и степь-сочской свитами.

Ордовикские и силурийские породы легко прослеживаются на площади в обрывистых склонах рек и оврагов бассейна Днестра. Они представлены мелководными шельфовыми фациями (песчаники, мергели, глинистые известняки) и вмещают разнообразные комплексы бентосных и планктонных (кислотоустойчивые микрофоссилии) органических остатков очень хорошей сохранности. Описанные ниже граптолиты собраны здесь автором впервые в четырех местонахождениях: в двух обнажениях у с. Китайгород и с. Надднестрянки, а также в скважинах Ольховцы-16912 и Болотино-1.

Род *Glyptograptus* Lapworth, 1878

Glyptograptus sp.

Табл. I, фиг. 1а, б, рис. 1.

Материал. Один объемный полный экземпляр хорошей сохранности.

Описание. Прямая рабдосома длиной 15,5 мм. Ширина ее постепенно возрастает от 0,75 до 1,3 мм. Теки слабо сигмоидально изогнутые, устья их ровные. Длина тек в проксимальной части 0,6—0,9 мм, в дистальной — 1,3—1,4 мм. Теки перекрывают друг друга на $^1/_3$ их длины и наклонены к виргуле под углом 15—25°. В 10 мм длины рабдосомы помещается 13,5—12 тек. Длина сикулы 0,5 мм, ширина устья 0,25 мм. Сикула имеет короткую (0,6 мм) виргеллу.

Сравнение. В известной литературе нет видов рода *Glyptograptus*, к которым можно было бы отнести данный экземпляр. По форме тек и ширине рабдосомы он близок к *G. euglyphus* Lapw., но отличается от него меньшей длиной рабдосомы и тек, а также бо́льшим количеством тек в 10 мм длины.

Местонахождение. Подолия, левый склон р. Днестр, с. Надднестрянка, в 1 м выше подошвы гораевской свиты, в песчаниках совместно с брахиоподами *Platystrophia quadriplicata* Alich., *P. dentata evari* Orasp., *Howellites wesenbergenis* (Alich.) и трилобитами *Chasmops extensus* (Boeck).

Род *Monoclimacis* Frech, 1897

Monoclimacis crenulata (Törnquist), 1881

Табл. I, фиг. 2, 3, рис. 2а, б.

Monoclimacis crenulata (Törnquist): Přibyl, 1940, с. 6, табл. II, фиг. 17, 18; Münch (см. синонимику), 1952, с. 120, табл. 38, фиг. 6a, b; Cocks and Toghill, 1973, табл. 2, фиг. 1.

Голотип. Экземпляр, изображенный в статье Törnquist, 1881, табл. XVII, фиг. 4.

Материал. 15 обломков рабдосомы хорошей сохранности.

Описание. Прямая рабдосома длиной более 60 мм со слегка дорзально изогнутой проксималью. Плавный изгиб проксимали охватывает первые 3—5 тек. Ширина рабдосомы постепенно возрастает: от 0,4—0,5 мм у первой теки до 1,8 мм в дистальной части. Теки наклонены к оси рабдосомы под углом 40—45°, имеют прямой внешний вентральный край. Ширина наружных вентральных стенок тек 0,5—0,7 мм. Ширина экскаваций 0,3—0,5 мм, глубина их 0,1 (в проксимали) — 0,3 мм. Отношение глубины экскаваций к общей ширине рабдосомы $^1/_4$—$^1/_5$. В 10 мм длины рабдосомы имеется 10,5—8 тек. Сикула узкая и длинная. Длина ее 2,2 мм, ширина устья 0,35 мм.

Сравнение. Незначительная глубина экскаваций, составляющих $^1/_4$—$^1/_5$ часть ширины рабдосомы, слабый дорзальный изгиб проксимали и ширина рабдосомы позволяют сравнительно надежно отличать *M. crenulata* от других представителей рода *Monoclimacis*.

Распространение. *M. crenulata* является видом-индексом граптолитовой зоны Англии, завершающей разрез лландоверийского яруса. В Чехословакии и Средней Прибалтике этот вид установлен в зоне *O. spiralis* конца позднего лландовери.

Местонахождение. Подолия, правый склон р. Тернавы, с. Китайгород, в 1,8—2 м выше подошвы китайгородской свиты, в мергелях совместно с *Monograptus priodon*, *M. parapriodon* Bouč., *Monoclimacis gracilis* и брахиоподами *Resserella elegantula* (Dalm.), *Plagiorhyncha analoga* (Wen.), *Cyrtia trapezoidalis* (His), *Ferganella borealis* (Schloth.), *Atrypa orbicularis* Sow.

Monoclimacis gracilis (Elles and Wood), 1910

Табл. I, фиг. 10, 11а, б, рис. 3

Monograptus vomerinus var. *gracilis* var. nov.: Elles and Wood, 1910, с. 411, табл. XLI, фиг. 3a—d, рис. 277 в тексте.

Monoclimacis vomerina gracilis (Elles and Wood): Münch, 1952, с. 1952, с. 119, фиг. 3a, b.

Лектотип. Экземпляр, изображенный Elles and Wood, 1911, табл. XLI, фиг. 3а (Přibyl, 1940).

Материал. Десять обломков рабдосом хорошей сохранности.

Описание. Прямая рабдосома длиной более 50 мм с отчетливо дорзально изогнутой проксималью. Плавный изгиб проксимали охватывает первые 5—8 тек. Ширина рабдосомы постепенно возрастает от 0,5 мм у первой теки до 1,5—1,6 мм на расстоянии 30 мм от сикулы. Теки, наклоненные к оси рабдосомы под углом 30—35°, имеют прямой внешний вентральный край. Ширина наружных вентральных стенок тек 0,6—0,7 мм. Ширина экскаваций 0,3—0,4 мм, глубина их 0,3—0,5 мм. Отношение глубины экскаваций к общей ширине рабдосомы составляет $^1/_3$. В 10 мм длины рабдосомы насчитывается 11-9 тек. Длина сикулы 1,7 мм, ширина устья 0,3 мм.

Сравнение. У английских представителей *M. gracilis* (Elles and Wood, 1910) количество тек в 10 мм длины рабдосомы равно 13, у подольских — 11-9. Остальные видовые признаки тождественны. По форме рабдосомы *M. gracilis* близок к *M. subgracilis* Přibyl, но отличается от последнего меньшей глубиной экскаваций и менее изогнутой проксималью.

Распространение. *M. gracilis* известен в раннем венлоке (зона *C. murchisoni*) Англии и Средней Прибалтики.

Местонахождение. Подолия, правый склон р. Тернавы, с. Китайгород, в 1,8—2 м выше подошвы китайгородской свиты.

Род *Monograptus* Geinitz, 1852

Monograptus priodon (Bronn), 1835

Табл. II, фиг. 1—5, рис. 4а, б.

Monograptus priodon (Bronn): Обут, Соболевская, 1966, с. 24, табл. V, фиг. 1—6, рис. 15, 16 (см. синонимику); Ульст, 1967, с. 230, табл. XXVI, фиг. 12a, b, рис. 44 (см. синонимику); Cocks and Toghill, 1973, табл. 2, фиг. 9.

Голотип. *Lomatoceras priodon* Bronn, 1834, табл. I, фиг. 13, Силур. ГДР.

Материал. Пятнадцать различных частей рабдосом хорошей сохранности.

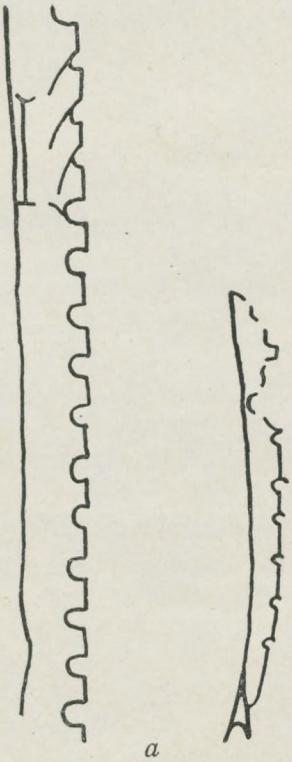
Описание. Прямая рабдосома длиной более 80 мм. Ширина ее возрастает постепенно от 0,8 до 2,8 мм. Теки имеют хорошо выраженные вентрикулы. Свободные части тек крючкообразно изогнуты. Они составляют $^1/_2$—$^1/_3$ общей ширины рабдосомы. Теки наклонены к оси рабдосомы под углом 30—40°. Они перекрывают друг друга примерно на $^2/_3$ их длины. В 10 мм проксимальной части имеется 13-12 тек, дистальной — 10-9. Сикула узкая (0,4 мм) и длинная (1,8 мм). Вершина ее достигает уровня устья второй теки.

Сравнение. *M. priodon* отличается от близкого вида *M. marri perner* менее резкой изогнутостью свободных окончаний тек и бóльшими размерами рабдосомы. От *M. pandus* (Lapw.) описываемый вид отличается более длинными окончаниями тек и хорошо выраженными вентрикулами.

Распространение. *M. priodon* часто встречается в позднем лландовери—раннем венлоке Англии, Чехословакии, Болгарии, ГДР (зоны *S. turriculatus—M. riccartonensis*). В СССР известен в зонах *M. griestonensis—M. riccartonensis*.

Местонахождение. Подолия, правый склон р. Тернавы, с. Китайгород, в 1,8—2 м выше подошвы китайгородской свиты; левобережье р. Збруч, скв. Ольховицы-16912, гл. 201 м, в известняках совместно с *Atrypa orbicularis* Sow.

Рис. 1. Полная рабдосома *Glyptograptus* sp., ×5,5.
Табл. I, фиг. 1а.



а *б*

Рис. 2. Рабдосомы *Monoclimacis crenulata* (Törnq.).
а — дистальная часть, ×5,7, табл. I, фиг. 2; *б* — проксимальная часть, табл. I, фиг. 3.

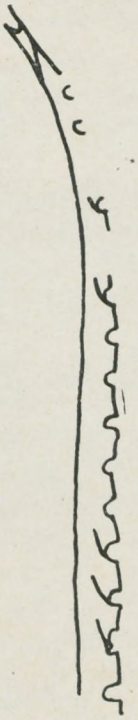
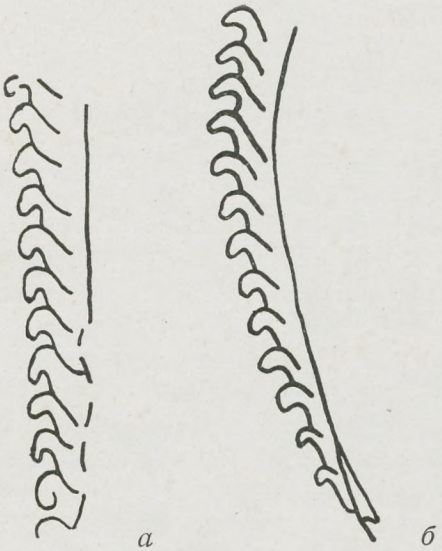


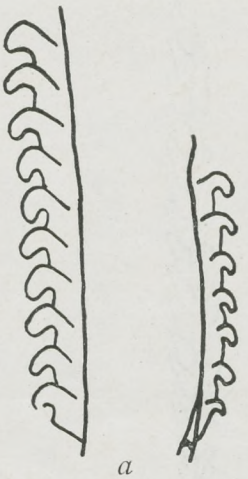
Рис. 3. Проксимальная часть рабдосомы *Monoclimacls gracilis* (E.—W.).
Табл. I, фиг. 10, ×6.



а *б*

Рис. 4. Рабдосомы *Monograptus priodon* (Bronn), ×6.

а — дистальная часть, табл. II, фиг. 3б; *б* — проксимальная часть, табл. II, фиг. 5.



а *б*

Рис. 5. Рабдосомы *Monograptus parapriodon* Bouč., ×5,8.

а — дистальная часть, табл. I, фиг. 5; *б* — проксимальная часть, табл. I, фиг. 6.

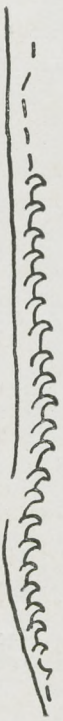


Рис. 6. Неполная рабдосома *Monograptus riccartonensis* Lapw., ×2,7.

Табл. II, фиг. 6.

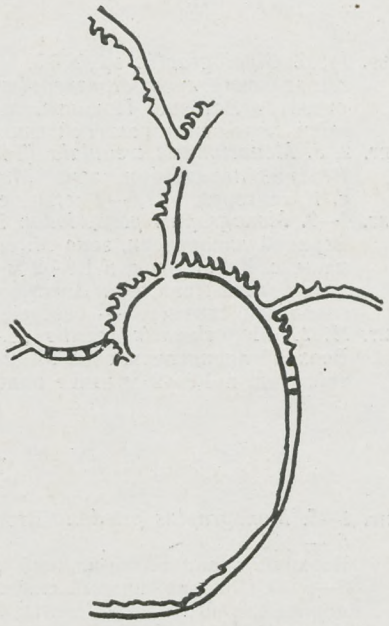


Рис. 7. Неполная рабдосома *Cyrtograptus murchisoni* Carr., ×1,6.
Табл. II, фиг. 7.

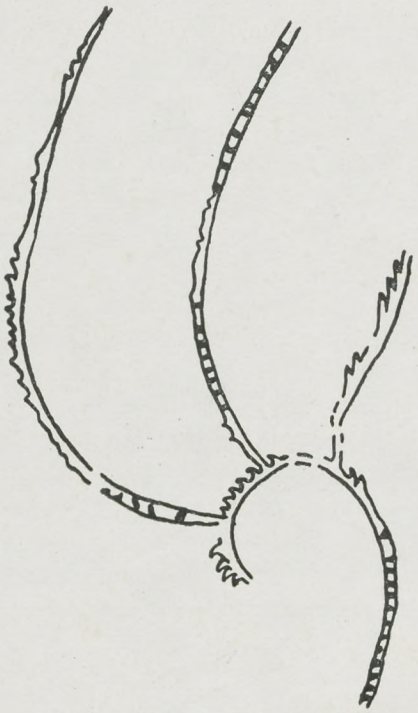


Рис. 8. Неполная рабдосома *Cyrtograptus murchisoni bohemicus* Bouč., ×1,6.
Табл. II, фиг. 8.

ТАБЛИЦА I

Фиг. *1а, б. Glyptograptus* sp., ×5,5.
Карадокский ярус, стратиграфический эквивалент оандуского и раквереского горизонтов Эстонии. Подолия, левый склон р. Днестр, с. Надднестрянка, в 1 см выше подошвы гораевской свиты.

Фиг. *2, 3. Monoclimacis crenulata* (Törnq.). *2* — ×5,7, *3* — ×6.
Верхний лландовери, зона *M. crenulata.* Подолия, правый склон р. Тернавы, с. Китайгород, в 1,8—2 м выше подошвы китайгородской свиты.

Фиг. *4—9. Monograptus parapriodon* Bouč., *4—6, 8, 9* — ×5,8, *7* — ×6.
Верхний лландовери, зона *M. crenulata. 4, 5, 7* — Подолия, правый склон р. Тернавы, с. Китайгород, в 1,8—2 м выше подошвы китайгородской свиты; *6, 9* — Подолия, левый склон р. Днестр, с. Надднестрянка, в 4,7 м выше подошвы китайгородской свиты; *8* — северо-западная Молдавия, скв. Болотино-1, гл. 427,4 м.

Фиг. *10, 11. Monoclimacis gracilis* (E.—W.), *10* — ×6, *11а* — 2,3, *11б* — ×5,5.
Верхний лландовери, зона *M. crenulata.* Подолия, правый склон р. Тернавы, с. Китайгород, в 1,8—2 м выше подошвы китайгородской свиты.

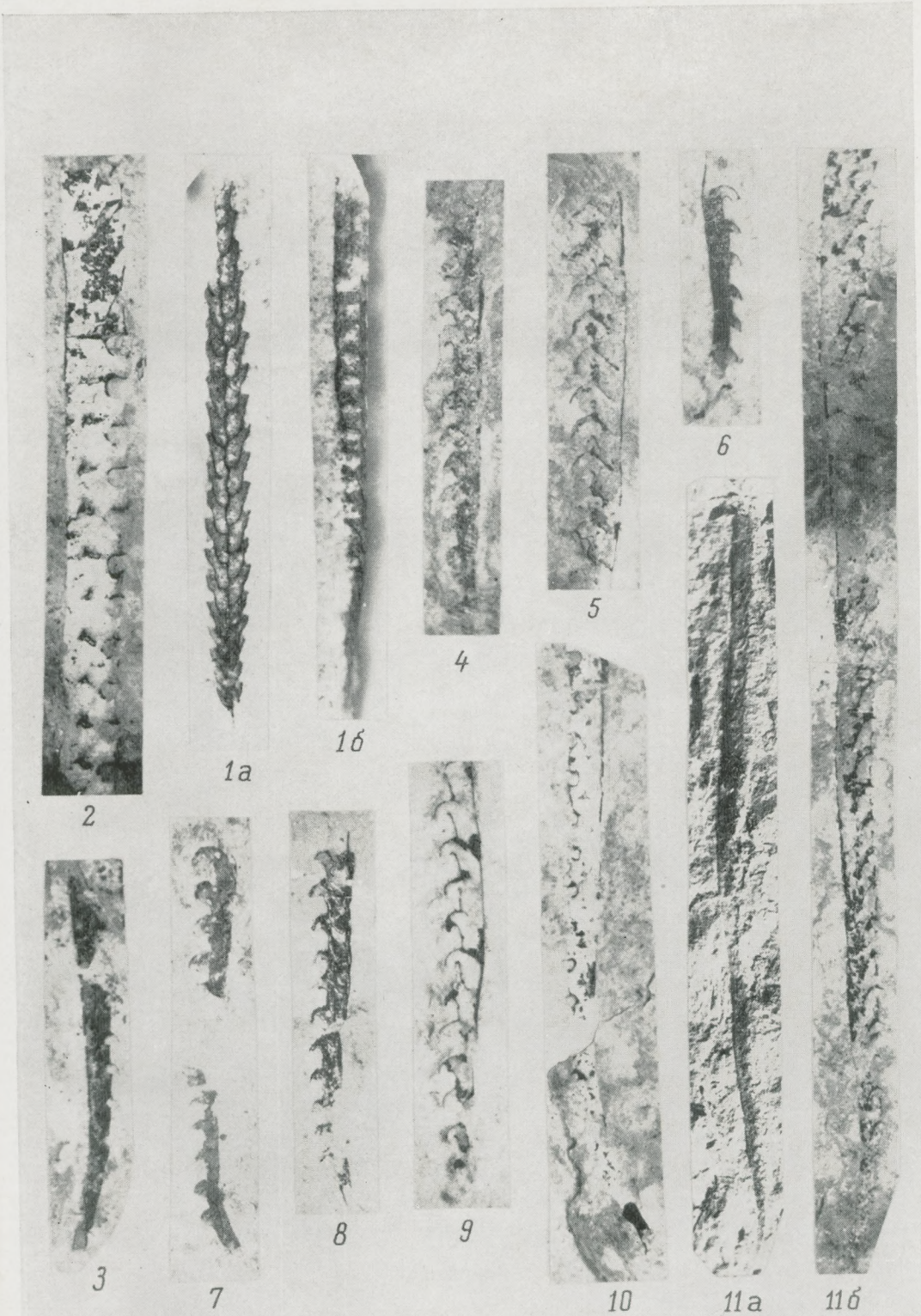
ТАБЛИЦА II

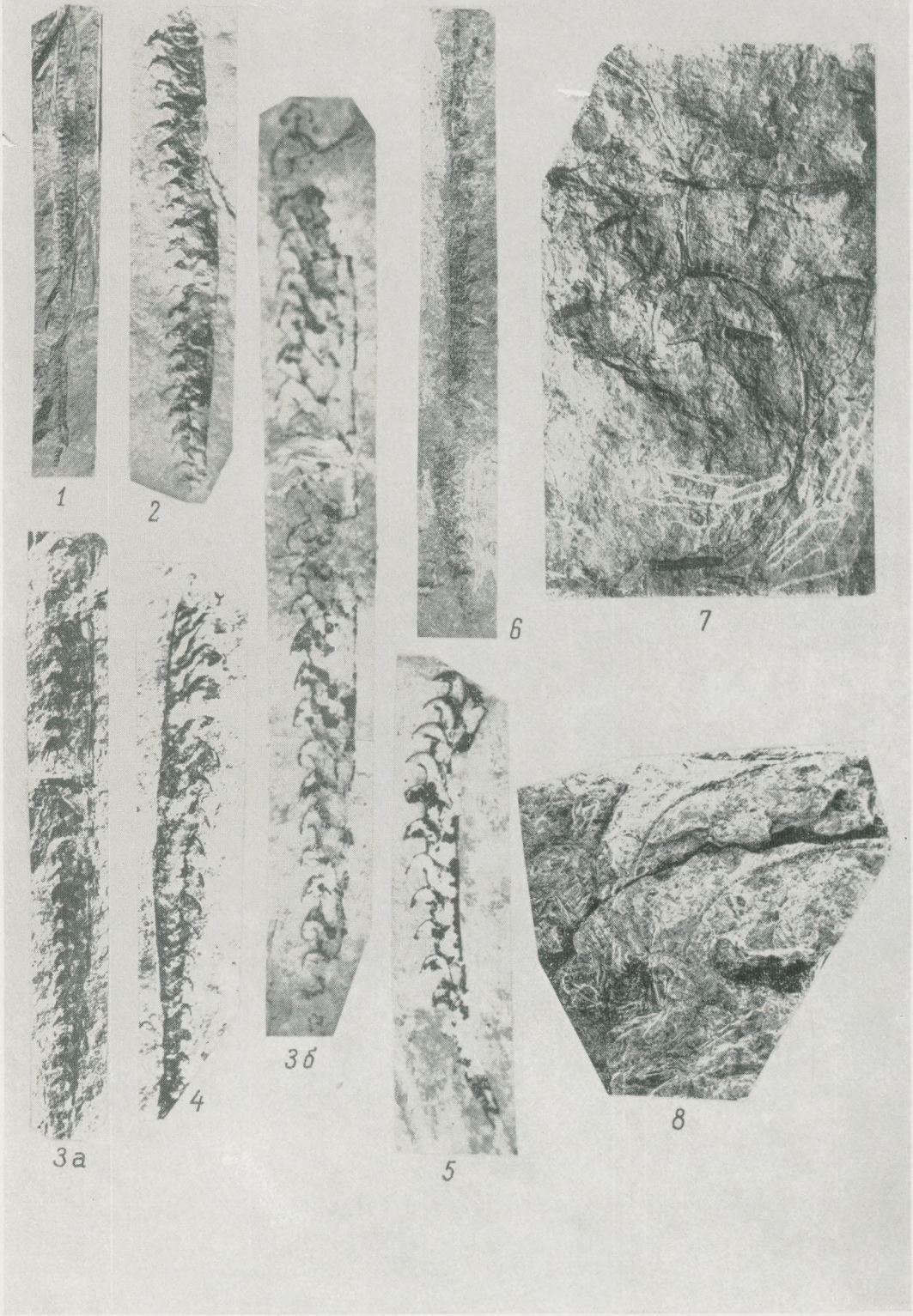
Фиг. *1—5. Monograptus priodon* (Bronn). *1* — ×1; *2, 3а* — ×3,6; *3б* — ×6; *4* — ×5,3; *5* — ×6.
Верхний лландовери—нижний венлок, зоны *M. crenulata—M. riccartonensis. 1, 3—5* — Подолия, правый склон р. Тернавы, с. Китайгород, в 1,8—2 м выше подошвы китайгородской свиты; *2* — Подолия, левобережье р. Збруч, скв. Ольховцы-16912, гл. 201 м.

Фиг. *6. Monograptus riccartonensis* Lapw. ×2,7.
Нижний венлок, зона *M. riccartonensis.* Подолия, левобережье р. Збруч, скв. Ольховцы-16912, гл. 214 м.

Фиг. *7. Cyrtograptus murchisoni* Carr. ×1,6.
Нижний венлок, зона *C. murchisoni.* Подолия, правый склон р. Тернавы, с. Китайгород, в 2—2,2 м выше подошвы китайгородской свиты.

Фиг. *8. Cyrtograptus murchisoni bohemicus* Bouč. ×1.
Нижний венлок, зона *C. murchisoni.* Подолия, правый склон р. Тернавы, с. Китайгород, в 2—2,2 м выше подошвы китайгородской свиты.


2
1а
1б
4
5
6
3
7
8
9
10
11а
11б


1
2
3а
4
3б
6
7
5
8

Monograptus parapriodon Bouček, 1931

Табл. I, фиг. 4—9, рис. 5а, б

Monograptus parapriodon Bouček, 1931, с. 297—309, рис. в тексте 4a—b; Münch, 1952, с. 100, табл. 26, фиг. 7a—d; Ульст, 1967, с. 232, табл. XXVI, фиг. 10, рис. 46.

Голотип. *Monograptus parapriodon* Bouček, 1931, фиг. 4а. Верхний лландовери, Чехословакия.

Материал. Десять обломков различных частей рабдосом хорошей сохранности.

Описание. Почти прямая рабдосома со слабо дорзально изогнутой проксималью. Ширина ее постепенно возрастает от 0,7—0,8 мм до 1,5—1,6 мм. Теки наклонены под углом 45° к оси рабдосомы. Они перекрываются на половину своей длины. Их свободные крючкообразные части составляют $^1/_3$ ширины рабдосомы. В 10 мм длины рабдосомы имеется 11-10 тек. Вершина сикулы достигает уровня второй теки. Длина сикулы 1,8 мм, ширина устья ее 0,4 мм.

Сравнение. *M. parapriodon* близок по форме рабдосомы и тек к *M. marri*, отличаясь от последнего меньшей шириной рабдосомы и меньшим отношением ширины свободных частей тек к общей ширине рабдосомы.

Распространение. *M. parapriodon* установлен в позднем лландовери Чехословакии (зона *S. spiralis*) и в позднем лландовери—раннем венлоке Средней Прибалтики (зона *S. turriculatus*—нижняя половина зоны *C. murchisoni*.

Местонахождение. Подолия, правый склон р. Тернавы, с. Китайгород, в 1,8—2 м выше подошвы китайгородской свиты; левый склон р. Днестр, с. Надднестрянка, в 4,7 м выше подошвы китайгородской свиты. Северо-Западная Молдавия, скв. Болотино-1, гл. 427,4 м, в мергелях совместно с брахиоподами *Costistricklandia* sp., *Clorinda undata* (Sow.) и *Atrypa hedei* Struve.

Monograptus riccartonensis Lapworth, 1876

Табл. II, фиг. 6, рис. 6

Monograptus riccartonensis Lapworth: Обут, Соболевская, 1966, с. 30, табл. VI, фиг. 1; Ульст, 1967, с. 233, табл. XXVII, фиг. 1, рис. 47 (см. синонимику).

Лектотип. *Monograptus riccartonensis* Lapworth, 1876, табл. XIII, фиг. 2а. Нижний венлок, Шотландия.

Материал. Два обломка рабдосомы удовлетворительной сохранности.

Описание. Прямая рабдосома длиной более 30 мм. Ширина ее постепенно возрастает от 1 до 1,7 мм. Теки перекрывают друг друга на $^3/_4$ своей длины. Их свободные части резко крючкообразно изогнуты, занимают $^1/_3$—$^1/_4$ общей ширины рабдосомы. В 10 мм ее длины помещается 11-10 тек. Сикула не сохранилась.

Сравнение. По форме тек *M. riccartonensis* близок к молодым экземплярам вида *M. priodon*, отличаясь от них менее загнутыми окончаниями тек и меньшим отношением ширины свободной части тек к общей ширине рабдосомы.

Распространение. *M. riccartonensis* является видом-индексом

граптолитовой зоны раннего венлока Англии, Чехословакии, Швеции, Польши, Прибалтики, Средней Азии, Северо-Востока СССР и Канады.

Местонахождение. Подолия, левобережье р. Збруч, скв. Ольховцы-16912, гл. 214 м (в 3,5 м выше подошвы китайгородской свиты), в мергелях совместно с брахиоподами *Eoplectodonta duvalii* (Dav.).

Род *Cyrtograptus* Carruthers, 1867

Cyrtograptus murchisoni Carruthors, 1867

Табл. II, фиг. 7, рис. 7

Cyrtograptus murchisoni: Münch, 1952, с. 134, табл. 47, фиг. 1 a—d.

Голотип. *Cyrtograptus murchisoni* Carruthers, 1867, в работе «Силур» Мурчисона, с. 570, фиг. 1.

Материал. Один неполный экземпляр удовлетворительной сохранности.

Описание. Рабдосома состоит из главной ветви, трех боковых ветвей первого порядка и двух боковых ветвей второго порядка. Главная ветвь спирально завернута в проксимальной части, дугообразно изогнута в средней и, по-видимому, почти прямая в дистальной части. Постепенно распрямляясь, она поворачивается вокруг своей оси на 180°, в связи с чем в проксимальной части ветви теки расположены на внешней ее стороне, а в дистальной — на внутренней. Полный поворот ветви происходит на расстоянии 25—30 мм. Длина главной ветви более 53 мм, ширина ее в проксимали 1,8 мм; далее, в связи с поворотом ветви вокруг своей оси, полная ширина нигде не наблюдается. Теки проксимальной и дистальной части ветви имеют треугольную форму, слегка отогнуты книзу. Свободные части тек составляют $^1/_2$ общей ширины ветви. В 10 мм длины проксимальной части ее имеется 12 тек, дистальной — 10.

Боковые ветви первого порядка дугообразно изогнуты. Видимая длина их 7—14 мм, ширина 1,5 мм. Теки треугольной формы. Свободные части их слегка отогнуты книзу и занимают около $^1/_2$ общей ширины ветвей. В 10 мм длины их насчитывается 10.

Боковые ветви второго порядка также изогнуты дугообразно. Наблюдаемая длина их 7—14 мм, ширина — 1,5 мм. Теки треугольные. Окончания их слабо отогнуты книзу. В 10 мм длины помещается 10 тек.

Сравнение. От *C. murchisoni bohemicus* описываемый вид отличается наличием боковых ветвей второго порядка. По форме рабдосомы *C. murchisoni* приближается к *C. insectus*, отличаясь от него отсутствием шипиков на устьях тек.

Распространение. *C. murchisoni* является видом-индексом граптолитовой зоны раннего венлока Англии, Чехословакии, Швеции, Польши, Прибалтики, Урала, Средней Азии и Канады.

Местонахождение. Подолия, правый склон р. Тернавы, с. Китайгород, в 2—2,2 м выше подошвы китайгородской свиты, в мергелях совместно с *Cyrtograptus murchisoni bohemicus* Bouč. и брахиоподами *Dolerorthis rustica* (Sow.), *Plagiorhyncha analoga* (Wen.), *Eospirifer radiatus* Sow., *Eoplectodonta duvalli* (Dav), *Sphaerirhychia davidsoni* (McCoy), *Dicoelosia biloba* (L.), *Plectatrypa imbricata* (Sow.), *Cyrtia trapezoidalis* (His,).

Cyrtograptus murchisoni bohemicus Bouček, 1931

Табл. II, фиг. 8, рис. 8

Cyrtograptus murchisoni bohemicus: Bouček, 1931, с. 304; Münch, 1952, с. 134, табл. 48, фиг. 1а—с; Ульст, 1967, с. 259, табл. XXXII, фиг. 3а, b, рис. 73.

Голотип. *Cyrtograptus murchisoni bohemicus* Bouček, 1931, табл. I, фиг. 3. Нижний венлок, Барандиен.

Материал. Один неполный экземпляр удовлетворительной сохранности.

Описание. Рабдосома состоит из главной ветви и трех боковых. Главная ветвь в проксимальной части плавно спирально изогнута. С удалением от проксимали изгиб ветви быстро уменьшается. При этом она поворачивается вокруг своей оси более чем на 90° на расстоянии 25 мм. Длина главной ветви более 36 мм, ширина ее 1,8 мм. Теки проксимальной части имеют треугольную форму. Свободные окончания их изогнуты в сторону сикулы. Они составляют $^1/_2$ общей ширины ветви. В 10 мм длины главной ветви имеется 10 тек.

Боковых ветвей три. Длина их более 47 мм, ширина — 1,8 мм. Ветви дугообразно изогнуты, Теки треугольной формы. Их свободные окончания слегка загнуты, составляют $^1/_2$ общей ширины боковых ветвей. В 10 мм длины их насчитывается 10 тек.

Сравнение. *C. murchisoni bohemicus* весьма близок к *C. centrifugus* и отличается от него менее закрученной в спираль проксималью главной ветви (1,5 оборота спирали против 2—2,5 у *C. centrifugus*) и более плавным изгибом ее.

Распространение. *C. murchisoni bohemicus* часто встречается в раннем венлоке Чехословакии, ГДР, Польши, Средней Прибалтики и Северной Америки (зоны *C. murchisoni—C. centrifugus*).

Местонахождение. Подолия, правый склон р. Тернавы, с. Китайгород, в 2—2,2 м выше подошвы китайгородской свиты.

ЛИТЕРАТУРА

Обут А. М., Соболевская Р. Ф. Граптолиты раннего силура в Казахстане. М., «Наука», 1966. 55 с.

Ульст Р. Ж. Описание граптолитов. — В кн.: Стратиграфия, фауна и условия образования силурийских пород Средней Прибалтики. Рига, «Зинатне», 1967, с. 223—273.

Bouček, B. Predběžna zprava o některych novych druzich graptolitu c českeho gotlandienu. — "Věstn. Ústred. Ústavu geol.", 1931, r. VII, č. 3, s. 1—21.

Bronn, H. G. Lethaea geognostica, Vol. I. Stuttgart, 1834. 768 p.

Cocks, L. R. M., Toghill, P. The biostratigraphy of the Silurian rocks of the Girvan District, Scotland. — "J. geol. Soc.", 1973, vol. 129, pt. 3, p. 209—243.

Elles, G. L., Wood, E. M. R. A Monograph of British graptolites. — Palaeontogr. Soc. London, 1901—1918. 539 p.

Lapworth, Ch. On Scotish Monograptidae. — "Geol. Mag.", 1876, dec. 2, vol. 13, p. 544—552.

Münch, A. Die Graptolithen aus dem anstehenden Gotlandium Deutschlands und der Tschechoslovakei. — "Geologica", 1952, H. 7. 157 S.

Přibyl, A. Revision der böhmischen Vertreter der Monograptengattung *Monoclimacis* Frech. — "Mitt. Tschech. Akad. Wiss.", 1940, Jahrg. L, Nr. 16, S. 1—15.

Törnquist, S. L. Om några graptolitarter från Dalarne. — "Geol. Fören. Stockh. Förhandl.", 1881, vol. V, No. 10, p. 434—445.

Институт геологических наук АН УССР. Киев

SOME ORDOVICIAN AND EARLY SILURIAN GRAPTOLITES OF PODOLIA

P. TSEGELNYUK

Summary

Glyptograptus sp. from the Molodovo Stage and *Monoclimacis crenulata, M. gracilis, Monograptus priodon, M. parapriodon, Cyrtograptus murchisoni* and *C. m. bohemicus* from the Restevo Beds of the Kitaigorod Stage are described. *M. riccartonensis* was found from the same beds in the Olkhovets boring (River Zbrutsh).

MÕNED PODOOLIA ORDOVIITSIUMI JA VARASILURI GRAPTOLIIDID

P. TSEGELNJUK

Resümee

Kirjeldatakse *Glyptograptus* sp. molodovo lademest ja *Monoclimacis crenulata, M. gracilis, M. priodon, M. parapriodon, Cyrtograptus murchisoni* ja *C. m. bohemicus* kitaigorodi lademe restevo vööst. Samadest kihtidest on leitud *M. riccartonensis* Zbrutši jõel Olkhovetsi puursüdamikus.

MIDDLE SILURIAN DENDROID COMMUNITIES IN THE INTER-REEFS OF THE NORTH AMERICAN PLATFORM

B.-D. ERDTMANN

The following paper may direct itself to an unusual aspect of graptolite study, as I will attempt to outline how useful dendroid graptolites could be in an ecological and taphonomical analysis.

Dendroid graptolites seem to have thrived in low-energy and poorly aeriated habitats of small and shallow basins between Middle Silurian bioherms of North America and probably elsewhere. Almost 100 species and subspecies of 22 dendroid genera (including some genera with doubtful graptolite affiliations) were listed by Ruedemann (1947) from the Silurian of North America. Although many of these were probably misidentified as graptolites and should be considered as algae and hydrozoans, there still exists a great diversity of species in many of the microbasinal horizons. My studies were done at only a few bedding planes, few centimeters apart, at one exposure of several thousand square meters near Huntington, Indiana (Fig. 1), where 13 species of 8 genera could be identified.

Most of the biohermal development can stratigraphically be assigned to the upper Niagaran Lockport Group and its equivalents (Fig. 2). In Indiana the biohermal facies is called Huntington Lithofacies by Pinsak and Shaver (1964) with the interreef equivalent being known as Mississinewa Shale Member of the Wabash Formation. The first descriptions of the dendroids are from the dolomitic shale facies of Lockport and Rochester, New York state and from nearby Hamilton, Ontario (Spencer, 1884; Gurley, 1896; Ruedemann, 1925). The Mississinewa dendroids were described by Shrock (1928) from several localities in northern Indiana, but not from Huntington. In association with the dendroids at Huntington, many specimens of the monograptid *Pristiograptus jaegeri* were found which has, so far, never been reported from North America, but in England indicates a position within the top Wenlock *lundgreni* and *ludensis* zones according to Holland, Rickards and Warren (1969). The latter authors, however, listed *P. jaegeri* as occurring also in the lowermost Ludlow (*nilssoni* Zone) of the Holy Cross Mountains in Poland. According to the recently published Silurian correlation chart for North America (Berry, Boucot, 1971) the Mississinewa Shale is regarded as Ludlow in age as based on the occurrence of the pentamerid brachiopod *Kirkidium,* found in the bioherms, and of *Monograptus bohemicus*, a species that was never observed at Huntington.

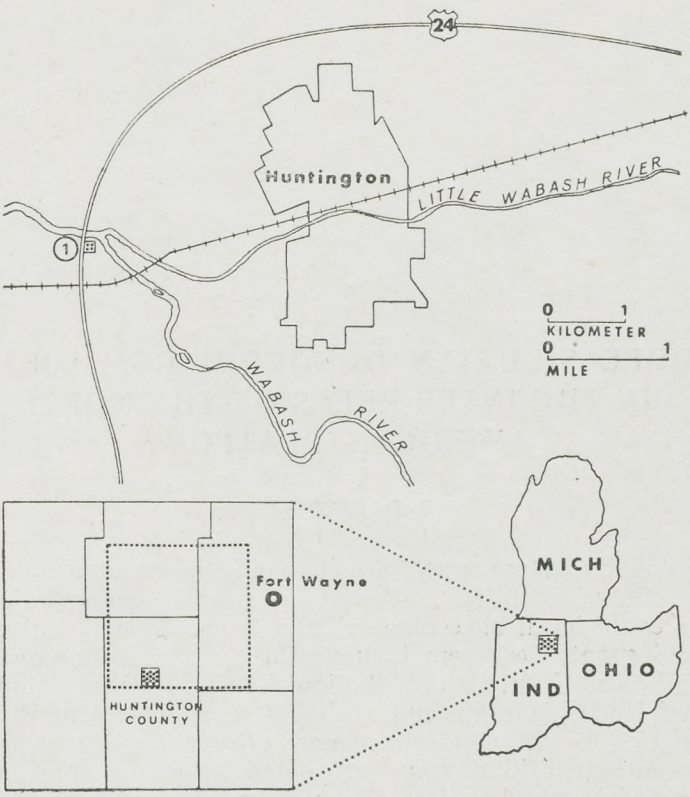


Fig. 1. Map showing investigated locality (No. 1) and surrounding states. The dashed line quadrangle within the northern Indiana map insert shows position of the block-diagram of Fig. 3.

THE TOPOGRAPHY OF DENDROID HABITATS

A reconstruction of the physiographic environment of the Mississinewa Shale has been made by using information from drill cores combined with outcrop observations. The block diagram in Fig. 3 displays a schematic view of the bioherm-enclosed microbasinal topography of the Huntington-Fort Wayne area as invisioned during the Niagaran times. The densest accumulation of bioherms followed the trend of the Cincinnati Arch that strikes NW-SE across northern Indiana. The Huntington bioherms were located near the crest of this slowly emerging axis. North of the study area the bioherms formed a laterally coalescing barrier reef, known as Fort Wayne Bank (Pinsak, Shaver, 1964, p. 40). As one moves to the south, away from the crest of the Cincinnati Arch toward the Illinois Basin, the density of bioherms decreases and the microbasins become wider and better interconnected. The Mississinewa Shale is a characteristic basinal deposit. The great frequency of benthic algae indicates that the depth of the microbasins must have been well within the photic zone, probably less than 60 m.

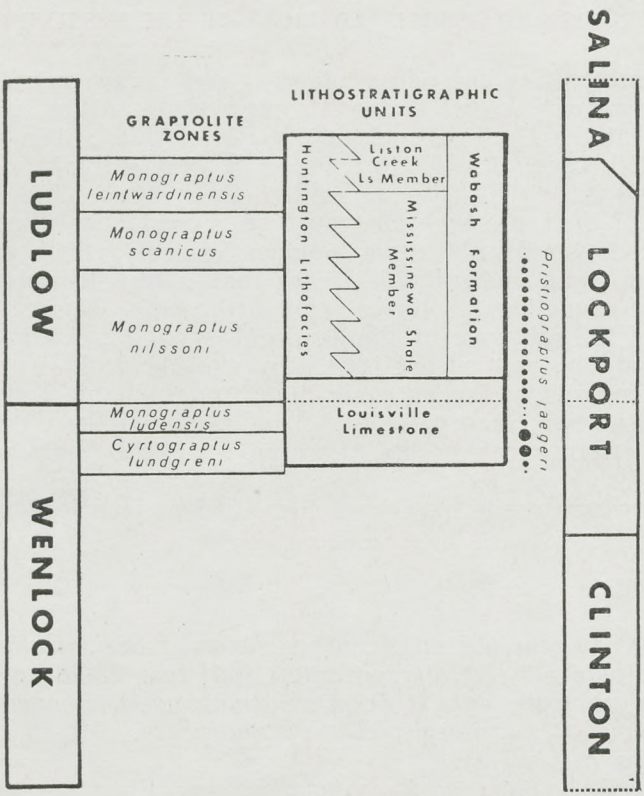


Fig. 2. Stratigraphic diagram showing assumed position of Mississinewa Shale in reference to British standard graptolite zones and range of *Pristiograptus jaegeri*. A lower position of the lithostratigraphic column is possible. (In part after Pinsak, Shaver, 1964).

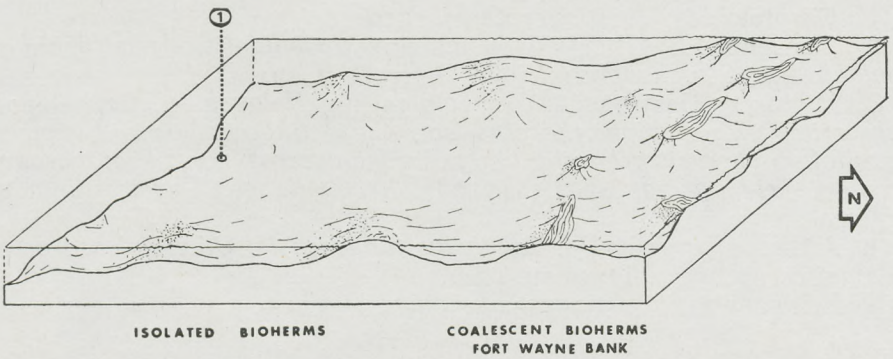


Fig. 3. Block-diagram to show the hypothetical paleotopography of the bioherms and Mississinewa interreef microbasins around Huntington, Indiana. The isolated bioherms belong to the Huntington Lithofacies of the Wabash Formation and the coalescent or laterally integrated bioherms belong to the Fort Wayne Bank Lithofacies. The latter facies occurs along the crest of the Cincinnati Arch. The investigated locality west of Huntington is marked by the encircled "1".

Before interpreting the paleoecological and taphonomical implications of the Mississinewa fossils it may be appropriate to list and discuss the biota found at the Huntington locality (Plate). First, it is significant to discriminate between fossils that occur *in situ* in their respective life positions and those which, as a result of their non-benthic modes of life, or because of their preservation, must be regarded as allochthonous, or even foreign to the Mississinewa biotopes. Thirdly, there are numerous types of endo- and epibenthonic traces that attest to intense infaunal activities of annelids, molluscs and arthropods before and during settlement of the substrate by the dendroid, sponge and algal community. Also, it should be pointed out here that the dendroid communities, in replicate compositions, recur cyclically through many vertical horizons in the Mississinewa Shale. The cyclic occurrence of these communities is of critical importance in the discussion of the paleoenvironmental analysis.

The following fossils have been identified at Huntington:

A. *In situ* biota:

1. Dendroid graptolites: *Acanthograptus granti, Callograptus niagarensis, C. pulchellus, Calyptograptus radiatus, Dendrograptus parallelus, Desmograptus cumingsi, D. micronematodes, Dictyonema expansum, D. filiramum, D. lyriforme, D. polymorphum, Mastigograptus* sp., *Thallograptus cervicornis.*
2. Algae: Dasycladacea: *Receptaculites* sp.; Rhodophycacea: Various *undescribed* forms.
3. Porifera: Astylospongiidae: 2 underscribed forms; Hyalospongea: *Hydnoceras* sp. indet.
4. Brachiopoda: Inarticulata: *Schizotreta* sp., *Lingulops* sp., *Orbiculoidea* sp.

B. Allochthonous or non-benthic biota:

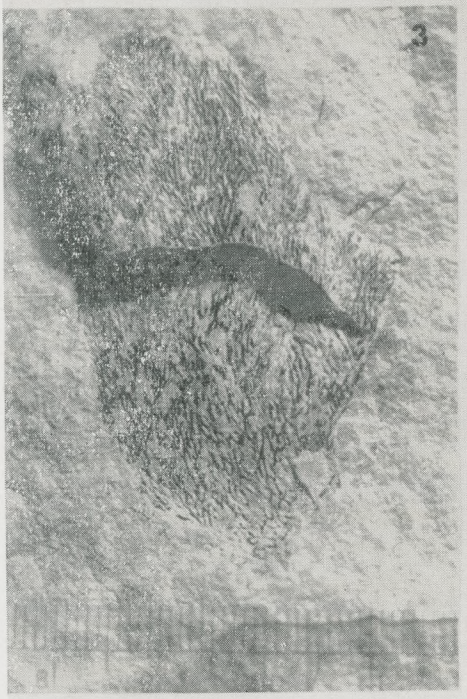
1. Graptoloidea: *Pristiograptus jaegeri.*
2. Brachiopoda: Articulata: *Leptaena rhomboidalis, Anastrophia* sp., *Gypidula* sp., *Strophonella striata, Dolerorthis* sp.
3. Mollusca: Gastropoda: *Hormotoma* sp., *Holopea* sp. Cephalopoda: *Bickmorites* sp., *Ephippiorhoceras* sp., *Cyrtactinoceras* sp., *Kionoceras cancellatum, Lechritrochoceras* sp., *Parakionoceras* sp., *Protophragmoceras* sp., *Trimeroceras* sp. Pelecypoda: *Necklania* sp., *Cypricardinia* sp., *Pterinea* sp.
4. Arthropoda: Trilobita: *Bumastus niagarensis, Odontopleura ortoni, Dalmanites* sp., *Encrinurus* sp.
5. Echinodermata: Crinozoa: *Crotalocrinus?* sp.

C. Endobenthon:

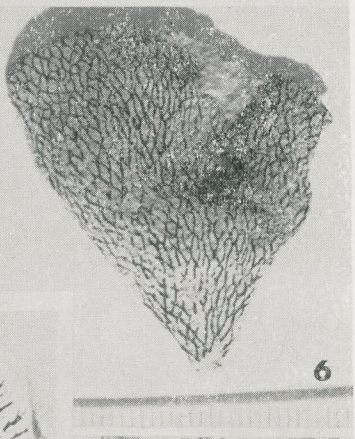
1. Scolecodonts: *Nereidavus invisibilis, Arabellites* sp., several undescribed species. Many paired assemblages.
2. Oligochaeta?: *Protoscolex batheri.*
3. Numerous trace fossil types.

1

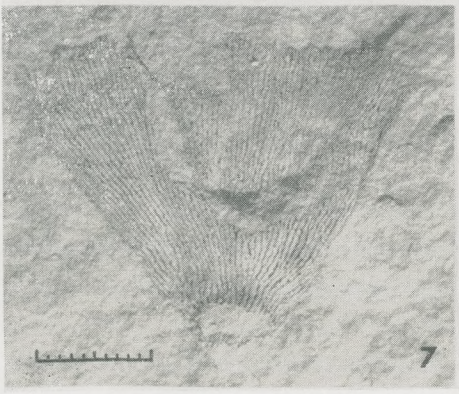
2

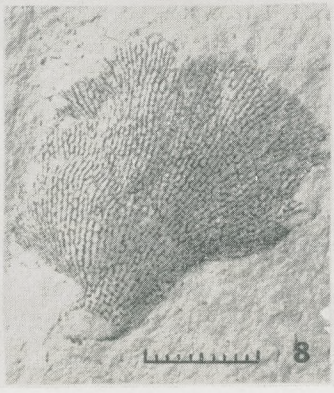

3

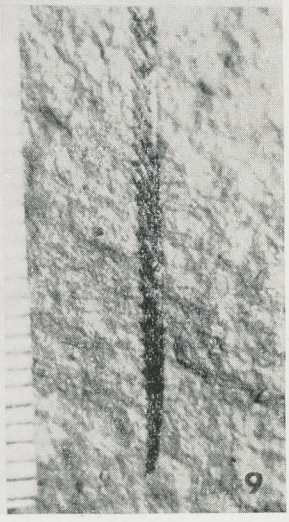
4


6

5


7


8


9

Explanation of Plate

All specimens are from locality No. 1, w of Huntigton, Indiana.
Scale: The distances between each small line correspond to 1 mm.

Fig. 1. *Dictyonema filiramum* Bassler, 1909. Specimen is preserved in full relief as a cone and viewed from its broken apex. Collection No. IUFW-AA0620.

Fig. 2. *Dictyonema* cf. *D. polymorphum* Ruedemann, 1908. Laterally compressed rhabdosome with anchoring disk preserved. Collection No. IUFW-AA0005.

Fig. 3. *Dictyonema polymorphum* Ruedemann, 1908. Laterally compressed rhabdosome with interior of apical cone and exterior of distal rhabdosome preserved. Collection No. IUFW-AA6030.

Fig. 4. *Dictyonema* cf. *D. polymorphum* Ruedemann, 1908. Proximal portion of rhabdosome displaying "rootlets". Collection No. IUFW-AA6530.

Fig. 5. *Callograptus pulchellus* Shrock, 1928. Extended proapical "stem" that may be interpreted as an axial rootlet. Rhabdosome laterally compressed. Collection No. IUFW-AA2621.

Fig. 6. *Dictyonema polymorphum* Ruedemann, 1902. Completely preserved rhabdosomal cone. This specimen was laterally compressed and is isolated from a bedding surface of the Mississinewa Shale. Collection No. IUFW-AA2710.

Fig. 7. *Dictyonema filiramum* Bassler, 1909. Laterally preserved coneshaped rhabdosome without proximal apex. The upper right portion of the external cone broke off as to display a portion of the internal side on the opposite part of the rhabdosome. Collection No. IUFW-AA3580.

Fig. 8. *Dictyonema filiramum* Basser, 1909. Rhabdosome without apex, laterally compressed. The apices of most rhabdosomes are usually preserved in full relief in their attached living positions. The distal portions of the rhabdosomes tip over under rapid burial from suspended carbonate and detrital clay material and become preserved in lateral position. When separated from rock bedding planes, the apices usually become detached from the rest of the rhabdosomes. Collection No. IUFW-AA3500.

Fig. 9. *Pristograptus jaegeri* Holland. Rickards, Warren. Typical specimen with well preserved proximal end. Collection No. IUFW-AA0007.

For this analysis it is significant to reemphasize that all dendroid graptolites at Huntington occur *in situ,* in many cases uncompressed and in upright position with well-preserved plate-like disks or root systems (see Plate, figs 4 and 5). This preservation attests to a very rapid burial and complete coverage by the ultra-fine grained dolomitic mud of the Mississinewa Shale. Together with the dendroids, which are often clustered together in patches or "meadows", embryonic (single layered) stromatolites and ball-shaped Astylospongiidae occur. Except for the densely populated dendroid meadows, most of the individual seafloor horizons were sparsely populated with only a few individuals per square meter. Besides the autochthonous epibenthon, intense bioturbation of a thin zone immediately underlying each horizon indicates that infaunal activity was common. Within each of the 1—3 cm thick burial layers many drifted fossils occur, some of which were probably dislocated from their reef-fringing habitats around the bioherms. Dislocation and freighting of these fossils occurred probably by the storms or hurricanes that are supposed to have caused and facilitated the spasmodic deposition of each burial layer. The drifted fauna includes crinoid crowns with their arms and pinnules spread out radially, cephalopods, bivalves, and occasional trilobite exuvia. Some crinoids have parts of their stems preserved. This is believed to indicate short transportation prior to their disarticulation by decay (Ruhrmann, 1971 a, 1971 b). Each bedding plane that can be identified as a temporary sea floor seems to have been smooth, with minor irregularities and shallow depressions. Only in one instance slight assymetric ripple marks could be observed; usually the bedding surfaces are devoid of current indicators or other signs of water agitation.

The compounded cyclic appearance of individual burial horizons, the ultra-fine grained clastic nature of the sediment, the physical, chemical and biological evidence altogether lead myself to the following conclusions regarding the paleoenvironment and burial of the dendroid comminities in Niagaran microbasins:

1. The dendroid-algal-sponge communities were initial pioneering biocoenoses attempting to settle and consolidate a freshly deposited carbonate mud substrate in semi-restricted microbasins (2—6 km in diameter) under minimum dissolved oxygen availability and low energy conditions.

2. Repeated catastrophic burial of the dendroid communities at some localities did not permit sufficient consolidation of the substrate to facilitate settlement of biostromal organisms, such as bryozoans, articulate brachiopods, halysitid and favositid corals, etc. This second stage of seral development (for explanation of the term "sere" see Nicol, 1962), devoid of dendroids, is found in the so-called Liston Creek facies in the Huntington area (Cumings, Shrock, 1928; Pinsak, Shaver, 1964). In the Mississinewa Shale, similar to other Niagaran dendroid-bearing rock suites, a vertical series of dendroid horizons indicates short life spans of the pioneering communities and cyclic burial events.

The statements above are supported by following observations and conclusions:

A. The benthic community of dendroid graptolites, algae and sponges is of very low diversity and abundance.

B. With exception of the "dendroid meadows" all autochthonous biota were individually scattered apart and did not form biostromal associations.

C. The ultra-fine grained argillaceous and dolomitic mud together with the paucity of current structures indicate low energy environment.

D. The autochthonous fossils are located on the bottom of each cyclical burial layer. The bottom of each burial layer represents the surface of the preceding sea-floor horizon. The tops of each burial layer are usually bioturbated by various types of endo- and epiburrows. This indicates at least marginal oxygen availability after deposition of the burial layer and during the resettling period of the new sea-floor horizon by a new dendroid-algal-sponge community.

E. In vertical section the Mississinewa Shale is composed of monotonously recurring beds as described under D, each between 1 cm and 3 cm thick. This indicates cyclic periodicity of the burial events.

F. The diagenetic history of the Mississinewa Shale is best outlined by the following observations:

a) All fossils that were originally $CaCO_3$-shelled are only preserved with their outer and inner contours imprinted in the mud supported matrix. There are no positive shell or skeletal remains of carbonate shells nor any of their voids nor mineral replacement infills in the sediment. Instead, the scleroproteinaceous periderm of dendroid and monograptid graptolites as well as scolecodonts and chitinozoa (Boneham, Masters, 1971) are well preserved. The presence of pyrite, mainly as replacement of coprogenic infill of many burrows is a significant indicator for the lack of oxygen within the substrate. This state of preservation would signify reducing and, at least temporarily, acidic conditions right after brial. The acidic environment may have resulted from incomplete organic decay right after the buried organisms were sealed off by the spasmodic deposition of the hurricane- or turbidite-induced mud layer. The deposition must have occurred very quickly, as if a "death blanket" had covered all living organisms in parts of the interreef basins.

b) The postdepositional dissolution of all $CaCO_3$, possible by decaying acids or by acids of other origin must have taken place before lithification of the sediment because no voids or cracks were left by the dissolved shells. Shell derived voids or cavities became compacted while the sediment was still soft and unlithified. The subsequent resettlement and bioturbation of each burial layer resulted in occasional penetration of fossil shell imprints by the burrows. Apparently, the burrowing organisms did not meet resistance of hard shells at the time of their penetration of the soft substrate.

c) The apparent postdepositional dissolution of $CaCO_3$ would require an explanation for the origin of the high dolomite fraction (more than 50%) in the Mississinewa Shale. This dolomite could not be a result of diagenetic conversion of an original $CaCO_3$ fraction, if all of this was postdepositionally dissolved. Also, such a process of dolomitization would have destructively affected the fossil imprints, but this is not the case. It is therefore suggested here that the very fine dolomite was detrital and part of the original burial sediment. The clastic dolomite may have been derived from already dolomitized and exposed cores of surrounding bioherms (Lowenstam, 1957). Subaerial erosion and suspension by storms and hurricanes probably brought this detrital dolomite to the depositional sites in the interior of the microbasins together with the non-dolomitic fraction of the Mississinewa Shale. The excellent preser-

vation of the dendroid periderm and of all other fossil imprints supports this hypothesis of non-diagenetic origin of the dolomite in the Mississinewa Shale.

SUMMARY AND CONCLUSIONS

The study of the biotic-sedimentological relationships of the Middle Silurian Mississinewa Shale and corresponding facies equivalents on the North American platform has shown that dendroid graptolites, together with stromatolitic algae and some distinct sponges, successfully pioneered interreef microbasinal carbonate-clastic mud substrates. This particular biotope was repeatedly destroyed and covered by hurricane or turbidite derived dolomitearglite muds which recurrently formed the substrate for the resulting dendroid-algal-sponge communities. This particular habitat required a specific adaptability of its inhabitants to low energy, very little oxygen, and an anchoring capability in this very soft mud substrate. If this pioneering community would not have been repeatedly destroyed by the spasmodic depositional cycles, biostromal hard grounds might have developed and a subsequent bryozoan-halysited-favositid sere would have stabilized this substrate. At various localities and at different stratigraphic horizons this second biosere indeed had developed where it is known as Liston Creek facies.

In an analogy between the life habitats of the Mississinewa dendroids and the Recent *Rhabdopleura compacta* would be feasable, the latter species is reported by Stebbing (1970) to favor such low energy, low oxygen habitats. The modern benthic hemichordate *Rhabdopleura* prefers to live encrusting on the concave sides of dead pelecypod valves that rest with their rims on the seafloor. In this position the habitats of *Rhabdopleura* are effectively sealed off from current or wave energy and almost completely from oxygen supply.

However, it remains very speculative, at this time, to derive similar habitat preferences for the Paleozoic dendroids, or even more so, for the planktonic graptoloids by comparison and analogy with the modern *Rhabdopleura*. Yet, I do not believe that the described habitat model is inconsistent with other observations regarding the rather stagnant pelagic environments of most graptolites as frequently described throughout the literature (Berry, 1962).

ACKNOWLEDGMENTS

This investigation would hardly have gotten off the ground without the enthusiastic help and collections of many students from the Geology Department of Indiana University at Fort Wayne. In particular, I wish to thank Dennis Prezbindowski, now at Michigan State University, for his help in collecting material and data and for many very productive discussions on the taphocoenoses of the Huntington locality. Dr. R. B. Rickards, University of Cambridge, England, ist thanked for the identification of *Pristiograptus jaegeri* and valuable stratigraphical comments. Drafting and photography was by Dennis Prezbindowski and the author.

REFERENCES

Berry, W. B. N. Graptolite Occurrence and Ecology — "J. Paleontol.", 1962, vol. 36, p. 285—293.
Berry, W. B. N., Boucot, A. J. Correlation of the North American Silurian rocks. — "Geol. Soc. Am., Special Paper", 1971, vol. 102. 289 p.
Boneham, R. F., Masters, W. R. Silurian Chitinozoa from Indiana I: The Mississinewa Shale Member of Northeastern Indiana. — "Indiana Acad. Sci., Proceedings", 1971, vol. 80, p. 320—329.
Cumings, E. R., Shrock, R. R. The geology of the Silurian rocks of northern Indiana. — "Indiana Department of Conservation, Div. Geol., Publ," 1928, No. 75. 226 p.
Gurley, R. R. North American Graptolites. New Species and Vertical Range. — "J. Geology", 1896, vol. 4, p. 63—102, 291—311.
Holland, C. H., Rickards, R. B., Warren, P. T. The Wenlock graptolites of the Ludlow District, Shropshire, and their stratigraphical significance. — "Palaeontology", 1969, vol. 12, p. 663—683.
Lowenstam, H. A. Niagaran reefs in the Great Lakes area. — "Geol. Soc. Am., Mem.", 1957, vol. 67, p. 215—248. New York.
Nicol, D. The biotic development of some Niagaran reefs — an example of an ecological sussession or sere. — "J. Paleontol.", 1962, vol. 36, p. 172—176.
Pinsak, A. P., Shaver, R. H. The Silurian formations of northern Indiana. — Indiana Department of Conservation, Geol. Surv. Bull., 1964, No. 32, p. 1—87.
Ruedemann, R. Some Silurian (Ontarian) fauna of New York. — New York State Museum Bull., 1925, No. 265, p. 5—83.
Ruedemann, R. Graptolites of North America. — "Geol. Soc. Am., Mem.", 1947, vol. 19. 652 p.
Ruhrmann, G. Riff-ferne Sedimentation unterdevonischer Krinoidenkalke im Kantabrischen Gebirge (Spanien). — "Neues Jahrb. Geol., Paläont. Mh., Jg., 1971a, p. 231—248.
Ruhrmann, G. Near-reef Sedimentation of Paleozoic crinoidal fragments — "Neues Jahrb. Geol., Paläont. Abh.", 1971b, Bd. 138, p. 56—100.
Shrock, R. A New Graptolite Fauna from the Niagaran of Northern Indiana. "Am. J. Sci.", 1928, ser. 5, vol. 16, p. 1—38.
Spencer, J. W. Graptolites of the Upper Silurian System. — "Univ. Missouri Museum, Bull.", 1884, vol. 1, p. 5.
Stebbing, A. R. D. The status and ecology of *Rhabdopleura compacta* (Hemichordata) from Plymouth. — "J. Marinebiol. Assoc. United Kingdom", 1970, vol. 50, p. 209—221.

Indiana University. Fort Wayne

СООБЩЕСТВА СРЕДНЕСИЛУРИЙСКИХ ДЕНДРОИДЕЙ В МЕЖРИФОВЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ СЕВЕРОАМЕРИКАНСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

Б. Д. ЭРДТМАНН

Резюме

В ниагарских домеритах Североамериканской платформы часто встречается сообщество дендроидей. Кроме них здесь представлены водоросли, губки, беззамковые брахиоподы и установлены следы жизнедеятельности организмов. Более чем 60 видов дендроидных граптолитов установлены в межрифовых отложениях, встречающихся в среднем силуре на разных стратиграфических уровнях. Эти отложения приурочены к зоне эпейрогенетических поднятий, простирающейся через западную часть штата Нью-Йорк, Южное Онтарио, Северную Индиану, Иллинойс и Висконсин. Дендроидеи сохранились объемными в основном вследствие быстрого захоронения в ил. Это сообщество дендроидей и водорослей, вероятно, сравнительно хорошо приспособлено к жизни в условиях недостатка кислорода и является, возможно, первой стадией развития биогермов.

KESKSILURI DENDROIDIDE KOOSLUSED PÕHJA-AMEERIKA PLATVORMI RIFFIDEVAHELISTES KIVIMITES

B. D. ERDTMANN

Resümee

Põhja-Ameerika platvormil esineb niagaara (kesksilur) domeriitides sageli dendroidide ja vetikate kooslus, mille liikmed on veel käsnad ja lukuta käsijalgsed ning kus on leitud organismide elutegevuse jälgi. Enam kui 60 liiki dendroide on leitud riffidevahelistest kivimitest, mis esinevad kesksiluri erinevatel stratigraafilistel tasemetel. Need kivimid levivad piki epeirogeneetiliste kergete vööndit, mis läbib New Yorgi osariigi lääneosa, Lõuna-Ontario, Põhja-Indiana, Illinoisi ja Wisconsini. Dendroidid on säilinud reljeefsetena: nähtavasti mattusid nad kiiresti mutta. Dendroidide — vetikate kooslus oli ilmselt kõige paremini kohastunud eluks hapnikuvaeguses. See kooslus oli tõenäoliselt biohermide kujunemise algstaadiume.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие 5
Абдуазимова З. М. Биостратиграфия ордовикских отложений в Южном Тянь-Шане по граптолитам 7
Боучек Б. Некоторые заметки о филогенезе и таксономии граптолитов. *Резюме* 22
Голиков А. Н. Стратиграфия и граптолиты нижнего силура западной части Туркестанского хребта 23
Зима М. Б. Род *Aletograptus* Obut et Sobolevskaja, 1962 в Тянь-Шане . . . 40
Зима М. Б. Граптолитовые комплексы пограничных слоев аренига и лланвирна Северного Тянь-Шаня 44
Кальо Д. Л., Кивимяги Э. К. Зональное расчленение тремадока Эстонии 56
Корень Т. Н., Кальо Д. Л. Граптолитовая зональная шкала силура . . 64
Корень Т. Н., Маркова Н. Г. О новых находках граптолитов в силуре Монголии 85
Михайлова Н. Ф., Граптолиты постлудлова Казахстана 99
Мянниль Р. М. Распределение граптолоидей в карбонатных отложениях ордовика Прибалтики 105
Обут А. М., Заславская Н. М. Новые данные о начальных стадиях развития ретиолитид. *Резюме* 127
Обут А. М., Сенников Н. В. О зональной шкале ордовика СССР по граптолитам 128
Пашкевичюс И. Ю. О граптолитовых фаунах пограничных слоев аренига и лланвирна в Елгавском прогибе (Средняя Прибалтика). *Резюме* . . 139
Пашкевичюс И. Ю. О некоторых новых лландоверийских диплограптах Прибалтики. *Резюме* 150
Рикардс Р. Б. Нижняя граница силура Британских островов. *Резюме* . . 154
Рикардс Р. Б. Классификация *Monograptus*. Новые определения некоторых родов лландоверийских граптолитов. *Резюме* 162
Сенников Н. В. Граптолиты пограничных слоев ордовика и силура на Горном Алтае 164
Скевингтон Д. Граптолитовые зоны и межрегиональная корреляция Британского ордовика. *Резюме* 179
Скевингтон Д. Обсуждение факторов, обусловивших провинциализм раннеордовикских граптолитовых фаун. *Резюме* 200
Соболевская Р. Ф. О граптолитах ордовика и силура на Новосибирских островах 202
Страхан И. Родственные связи Archiretiolitinae. *Резюме* 213
Ульст Р. Ж. Стратиграфическое значение позднетремадокских и аренигских граптолитов Средней Прибалтики 214
Цай Д. Т. Раннеордовикские граптолиты Монголии 222
Цегельнюк П. Д. Некоторые граптолиты ордовика и раннего силура Подолии 234
Эрдтманн Б. Д. Сообщества среднесилурийских дендроидей в межрифовых отложениях Североамериканской платформы. *Резюме* 252

CONTENTS

Preface 6
Abduazimova Z. Graptolites biostratigraphy of Ordovician of Southern Tien Shan. *Summary* 13
Bouček B. Some notes of the phylogeny and taxonomy of graptolites . . . 14
Golikov A. Stratigraphy and graptolites of Lower Silurian in Western Turkestan Mountain Ridge. *Summary* 39
Zima M. *Aletograptus* Obut et Sobolevskaja, 1962 in Tien Shan. *Summary* . . . 43
Zima M. Graptolite assemblages of the Arenigian and Llanvirnian boundary beds in North Tien Shan. *Summary* 54
Kaljo D., Kivimägi E. Zonal stratigraphy of the Estonian Tremadocian. *Summary* 62
Koren T., Kaljo D. Silurian graptolite zones. *Summary* 83
Koren T., Markova N. On the new discoveries of graptolites in Silurian of Mongolia. *Summary* 98
Mikhailova N. Postludlovian graptolites of Kasakhstan. *Summary* 103
Männil R. Distribution of graptoloids in the Ordovician carbonate rocks of the East Baltic area. *Summary* 116
Obut A., Zaslavskaja N. New data on the early stages of Retiolitidae development 119
Obut A., Sennikov N. On the ordovician graptolite zonal scale of the USSR. *Summary* 134
Paškevičius J. On the graptolite faunas of the Arenigian and Llanvirnian boundary beds of the Jelgava depression, Middle East Baltic area . . . 135
Paškevičius J. On some new Llandoverian diplograptids of the Eastern Baltic 140
Rickards R. B. The base of the Silurian System in the British Isles 152
Rickards R. B. Classification on Monograptus: A redefinition of some Llandovery graptolite genera 155
Sennikov N. Uppermost Ordovician and Llandoverian graptolite Zones of Gorny Altai. *Summary* 169
Skevington D. British Ordovician graptolite zones and interregional correlation 171
Skevington D. A discussion of the factors responsible for the provincialism displayed by graptolite faunas during the Early Ordovician 180
Sobolevskaja R. On Ordovician and Silurian graptolites in New Siberian Islands. *Summary* 208
Strachan I. Relationships within the Archiretiolitinae 210
Ulst R. Stratigraphical significance of the Late Tremadocian and the Arenigian Graptolites of the Middle East Baltic area. *Summary* 219
Tzaj D. Early Ordovician graptolites in Mongolia. *Summary* 232
Tzegelnyk P. Some Ordovician and Early Silurian graptolites of Podolia. *Summary* 244
Erdtmann B.-D. Middle Silurian dendroid communities in the inter-reefs of the North American Platform 245

SISUKORD

Abduazimova Z. Lõuna Tjan-Šani ordoviitsiumi biostratigraafia ja liigestus graptoliitide põhjal. *Resümee* 13

Bouček B. Mõned märkmed graptoliitide fülogeneesist ja taksonoomiast. *Resümee* 22

Golikov A. Turkestani mäeaheliku lääneosa alamsiluri stratigraafia ja graptoliidid. *Resümee* 39

Zima M. Perekond *Aletograptus* Obut et Sobolevskaja, 1962 Tjan-Šanis. *Resümee* . 43

Zima M. Põhja-Tjan-Šani ärenigi ja länvirni piirmised graptoliidikompleksid. *Resümee* 55

Kaljo D., Kivimägi E. Eesti tremadoki tsonaalne liigestus 63

Koren T., Kaljo D. Siluri graptoliiditsoonid. *Resümee* 84

Koren T., Markova N. Uutest graptoliidileidudest Mongoolia siluris. *Resümee* 98

Mihhailova N. Kasahstani postladlou graptoliidid. *Resümee* 104

Männil R. Graptoloidide jaotumus Baltikumi ordoviitsiumi karbonaatsetes setetes. *Resümee* 118

Obut A., Zaslavskaja N. Uusi andmeid retioliitide arengu algstaadiumidest. *Resümee* 127

Obut A., Sennikov N. NSV Liidu ordoviitsiumi graptoliiditsoonid. *Resümee* . 134

Paškevičius J. Ärenigi ja länvirni piirikihtide graptoliitidest Jelgava nõos (Kesk-Baltikum). *Resümee* 139

Paškevičius J. Mõnest uuest Ida-Baltikumi ländouveri diplograptiidist. *Resümee* 151

Rickards R. B. Briti saarte siluri alumine piir. *Resümee* 154

Rickards R. B. *Monograptus*'e klassifikatsioon. Mõne ländouveri graptoliidi perekonna uus määratlus. *Resümee* 163

Sennikov N. Mägi-Altai ordoviitsiumi ja siluri piirikihtide graptoliidid. *Resümee* 169

Skevington D. Briti ordoviitsiumi graptoliiditsoonid ja regioonidevaheline korrelatsioon. *Resümee*. 179

Skevington D. Varaordoviitsiumi graptoliidifaunade provintsialismi põhjustanud faktorite arutlus. *Resümee* 200

Sobolevskaja R. Uus-Siberi saarte ordoviitsiumi ja siluri graptoliitidest. *Resümee* 209

Strachan I. Sugulussuhetest Archiretiolitinae's. *Resümee* 213

Ulst R. Kesk-Baltikumi hilistremadoki ja ärenigi graptoliitide stratigraafiline tähtsus. *Resümee* 221

Tsai D. Mongoolia varaordoviitsiumi graptoliidid. *Resümee* 233

Tsegelnjuk P. Mõned Podoolia ordoviitsiumi ja varasiluri graptoliidid. *Resümee* 244

Erdtmann B.-D. Kesksiluri dendroidide kooslused Põhja-Ameerika platvormi riffidevahelistes kivimites. *Resümee* 253

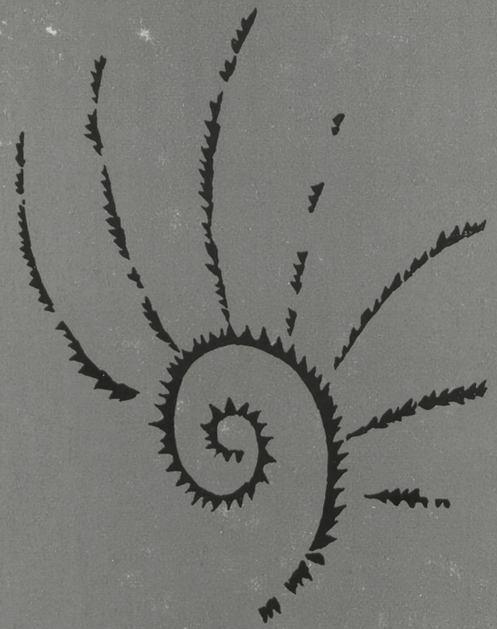
2 р. 46 коп.

ГРАПТОЛИТЫ И СТРАТИГРАФИЯ

ГРАПТОЛИТЫ
И
СТРАТИГРАФИЯ

2 р. 46 коп.

ГРАПТОЛИТЫ И СТРАТИГРАФИЯ



ГРАПТОЛИТЫ И СТРАТИГРАФИЯ