

НОВЫЙ ВИД ЦИСТ ДИНОФЛАГЕЛЛАТ РОДА *HOROLOGINELLA* ИЗ НИЖНЕВАЛАНЖИНСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ АНАБАРСКОГО РАЙОНА

Е. Б. Пещевская

Институт геологии нефти и газа, СО РАН,
630090, Новосибирск, просп. Академика Коптюга, 3, Россия

Описан новый вид диноцист *Horologinella anabarensis* Pestchevitskaya sp. n. из нижневаланжинских отложений восточного берега Анабарской губы. Детальное исследование с использованием сканирующего электронного микроскопа позволило построить схему табуляции этого вида и получить новую информацию о морфологических особенностях рода. Сравнительный анализ морфологического строения вида *H. anabarensis* Pestchevitskaya sp. n. доказывает его сходство с гониаулякоидными диноцистами, особенно с представителями подпорядка *Rhaetogonyaulacaceae*. Рассмотрены фациальные условия и ассоциации микрофитопланктона, для которых характерно присутствие *H. anabarensis*.

Палинология, палеофации, диноцисты, нижний мел, валанжинский ярус, Северная Сибирь.

NEW DINOFLAGellate SPECIES OF THE GENUS *HOROLOGINELLA* FROM LOWER VALANGINIAN DEPOSITS OF THE ANABAR REGION

Е. В. Pestchevitskaya

Institute of Petroleum Geology, Siberian Branch of the RAS,
Acad. Koptug prosp., 3, Novosibirsk, 630090, Russia

The new species of dinoflagellate cysts *Horologinella anabarensis* Pestchevitskaya sp. n. has been described from Lower Valanginian deposits exposed on the eastern coast of the Anabar Bay. A detailed study has been carried out with scanning electron microscope techniques. It allowed to reconstruct the tabulation scheme of *H. anabarensis* and to obtain new information on the morphology of the genus. A morphologic analysis of *H. anabarensis* confirms its close affinities to gonyaulacalean dinoflagellate cysts, especially to the suborder *Rhaetogonyaulacaceae*. Palaeofacies and microphytoplankton associations associated with *H. anabarensis* have been described.

Palynology, palaeofacies, dinocysts, Lower Cretaceous, Valanginian Stage, Northern Siberia.

ВВЕДЕНИЕ

В процессе палинологического изучения нижневаланжинских отложений восточного берега Анабарской губы (рис. 1) выявлены богатые палинологические комплексы, содержащие как обильные споры и пыльцу наземных растений, так и разнообразный микрофитопланктон, в составе которого отмечены цисты динофлагеллат (диноцисты), акритархи и зеленые водоросли, в том числе празиофиты. Анабарский разрез представлен рыхлыми терригенными отложениями, в основном глинами и алевроитами с редкими известковистыми прослоями и конкрециями [Сакс и др., 1963; Богомолов и др., 1983; Богомолов, 1989]. Анализ изменения систематического состава микрофитопланктона по разрезу позволил выделить три биостратона в ранге слоев с диноцистами, стратиграфическое положение которых контролируется независимыми датировками по нескольким группам фауны, включая аммониты, двустворки, белемниты и фораминиферы

(рис. 2) [Пещевская, 2000]. Наиболее богатая ассоциация микрофитопланктона изучена из известковистых прослоев в основании слоев с *Aldorfia* sp. A. Здесь встречены диноцисты своеобразного строения. Ряд морфологических признаков позволил отнести их к роду *Horologinella*.

Этот род описан И. Куксон и А. Эйзенаком [Cookson, Eisenack, 1962] как формальный таксон. Они включили в него ряд нижнемеловых (апт–альб) палиноморф небольшого размера и специфической формы в виде песочных часов, руководствуясь только их морфологическим сходством и не предполагая какого-либо родства между ними. В дальнейшем состав этого рода дополнился еще тринадцатью видами, описанными с различных стратиграфических уровней: девона, карбона, палеоцена, эоцена и олигоцена [Playford, 1963; Cookson, 1965; Jardine et al., 1972; Jiabo, 1978; Martin, 1984; Zhang Lujin, 1984; De Coninck, 1986; He Cheng-

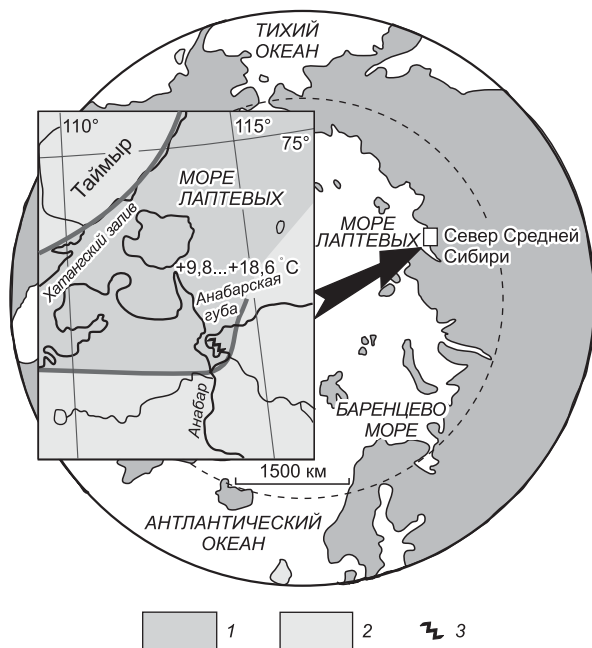


Рис. 1. Схематическая карта местонахождения разреза валанжинских отложений на восточном берегу Анабарской губы и палеогеографические реконструкции севера Средней Сибири в раннем валанжине [Захаров, Юдовный, 1974].

Сублитораль: 1 – средняя, 2 – верхняя; 3 – разрез валанжинина.

Fig. 1. Generalized location of Valanginian sections on the eastern coast of the Anabar Bay [Zakharov, Yudovny, 1974, in Russian].

Sub-littoral: 1 – Middle, 2 – Upper; 3 – Valanginian outcrop.

quan, 1984, 1991]. Однако некоторые виды отнесены к роду *Horologinella* с вопросом, поскольку их морфологическое строение не удовлетворяло полностью диагнозу рода (*H. corrugata* De Coninck, *H. extrema* Cookson et Eisenack, *H. obliqua* Cookson et Eisenack, *H. spinosa* Cookson et Eisenack, *H. wicanderi* Martin, *H. sichuanensis* Zhang Lujin).

Систематическое положение этих своеобразных палиноморф остается предметом дискуссии. Принадлежность типового вида *H. lineata* Cookson et Eisenack к диноцистам не вызывает сомнений. Это подтверждается двуслойным строением стенки цисты, а также наличием паратабуляции и археопиля. Однако у основной массы видов характерные для диноцист признаки отсутствуют, что ставит под сомнение их принадлежность к этой группе водорослей.

Новый вид *H. anabarensis* Pestchevitskay sp. n. принадлежит к табулированным формам рода *Horologinella*. Использование сканирующего электронного микроскопа (СЭМ) в процессе морфологического изучения позволило не только построить схему табуляции этого вида и детально исследовать его строе-

ние, но и получить новую информацию о морфологии табулированных форм рода *Horologinella*.

МЕТОДИКА ПОДГОТОВКИ ПРЕПАРАТОВ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ПАЛИНОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СЭМ

Палинологи все чаще прибегают к использованию сканирующего электронного микроскопа. Эта методика открывает большие возможности для изучения морфологии палиноморф, позволяя исследовать строение мелких деталей, скульптуры стенки и других поверхностных элементов. Особое значение СЭМ имеет для морфологического анализа диноцист, поскольку позволяет более полно наблюдать паратабуляцию, являющуюся важным систематическим признаком. Следует отметить, что у ряда таксонов паратабуляция заметна только на СЭМ. Однако элементы внутреннего строения цисты, такие как количество и взаимоотношение слоев стенки, скульптура и паратабуляция эндоцисты или положение эндоархеопиля, на СЭМ наблюдать невозможно. Наилучшие результаты достигаются при комбинированных исследованиях с использованием как светового, так и сканирующего электронного микроскопа.

Подготовка специальных образцов для изучения палиноморф на СЭМ требует внимательности и аккуратности. Прежде всего мацерат осадка, подготовленного по стандартной палинологической технологии для изучения под световым микроскопом, следует отмыть от глицерина. Для этого каплю препарата помещают на предметное стекло, куда предварительно наносят значительное количество дистиллированной воды, и тщательно перемешивают. Затем каплю просматривают под световым микроскопом несколько раз, так как частицы осадка свободно перемещаются в большом количестве воды, и таким образом можно пропустить многие экземпляры. Нужные палиноморфы измеряют, отмечают в специальном журнале и отлавливают с помощью стеклянного капилляра с тонким ($D \sim 200$ мкм) вытянутым концом. Отловленное зерно вместе с каплей жидкости осторожно помещают на пластинку проявленной фотопленки, которую предварительно закрепляют клейкой лентой на предметном стекле эмульсией вверх. Для освобождения зерна от остатков глицерина и для его прикрепления к поверхности фотопленки в каплю с помощью тонкого стерженька добавляют небольшое количество спирта. После того как спирт испарится, участок фотопленки, куда была помещена капля, просматривают под световым микроскопом. Выловленное зерно обводят тушью на небольшом расстоянии и нумеруют. Кусочек фотопленки с зерном аккуратно вырезают ножницами и приклеивают на специальную металлическую шашечку. На одной шашечке можно расположить около десяти экземпляров. Заполненную шашечку напыляют тонким слоем золота в вакуумной установке. После этого можно приступать к изучению палинологических объектов на СЭМ.

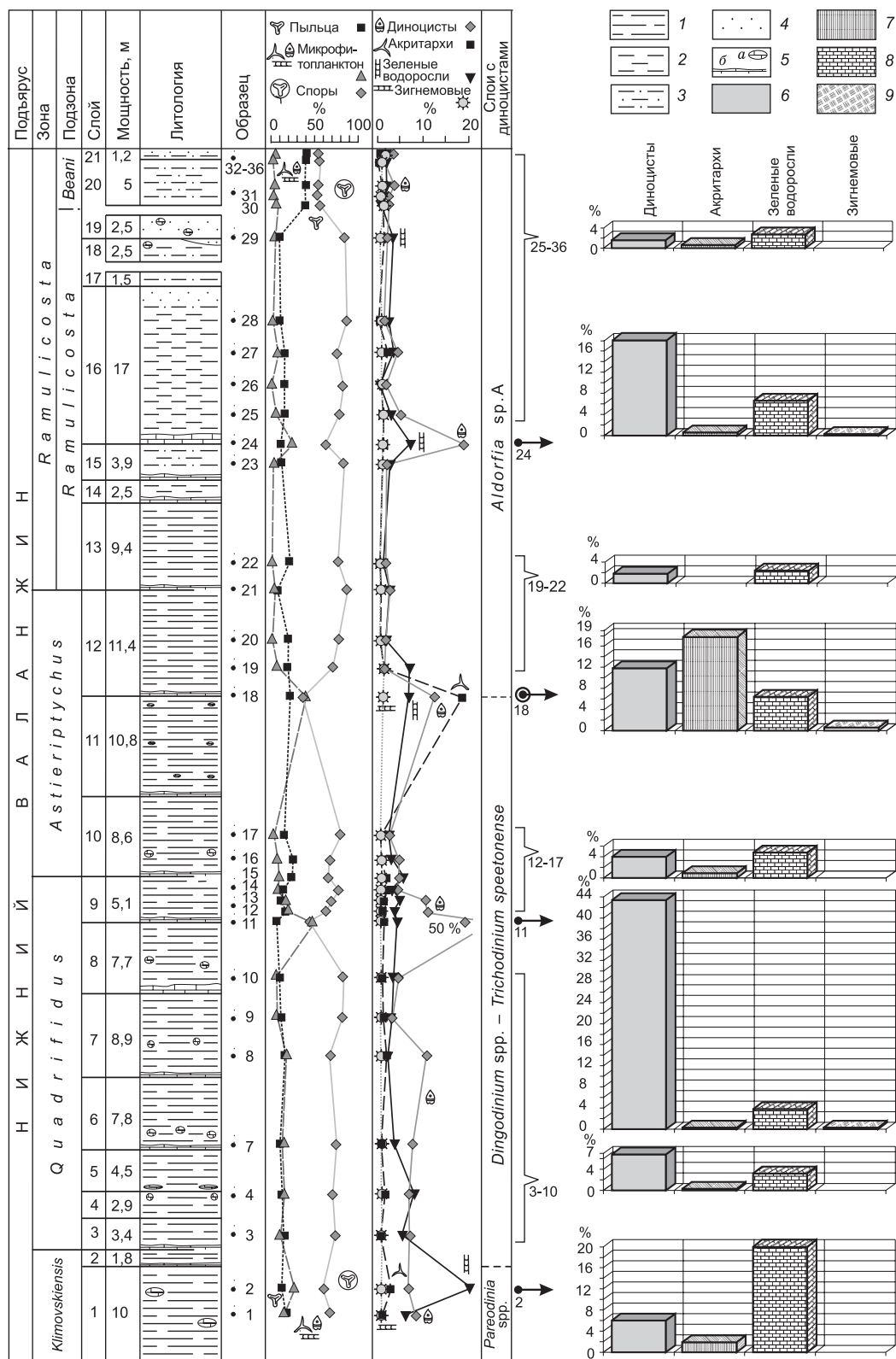


Рис. 2. Стратиграфическая колонка и диаграммы соотношения основных компонентов палинокомплексов:

1 – глины алевроитовые; 2 – алевроиты; 3 – песчаные алевролиты; 4 – песчаники; 5 – известковые конкреции (а), прослои (б); 6 – диноцисты; 7 – акритархи; 8 – зеленые водоросли; 9 – зигнемовые.

Fig. 2. The stratigraphic subdivisions and palynological diagrams (in percentage):

1 – silty clays; 2 – aleurolite; 3 – sandy siltstones; 4 – sandstones; 5 – calcareous nodules (a), layers (b); 6 – dinocysts; 7 – acritarchs; 8 – green algae; 9 – zygnemataceae.

СИСТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ

Раздел **DINOFLAGELLATA (BUTSCHLI) Fensome et al.**

Класс **DYNOPHYCEAE Pascher**

Подкласс **PERIDINIPHYCEAE Fensome et al.**

Порядок **GONYAULACALES Taylor**

Подпорядок **RHAETOGONYAULACINEAE Norris**

Род ***Horologinella* Cookson et Eisenack 1962**

***Horologinella anabarensis* Pestchevitskaya sp. n.**

Табл. I, фиг. 1–10; табл. II, фиг. 1–7

Происхождение названия. По р. Анабар.

Голотип. Преп. 18.1, экз. № 26 ЦСГМ, восточный берег Анабарской губы, обн. 1А, нижний валанжин, зона *Euryptychites astierptychus*; табл. II, фиг. 2.

Диагноз. Циста проксиматная, сутурокаватная, гониаулякоидная, имеет форму песочных часов; гипоциста значительно больше эпицисты; паратабуляция прецингкулярной и постцингкулярной серий подчеркивается рядами коротких бифуркатных парасутуральных выростов; мелкие парапластинки апикальной, антапикальной и сулькальной областей ограничены

низкими парасутуральными септами; кофойдная формула паратабуляции 13'?, 7'', 7c, 5s, 6''', 1–2p?, 3'''; археопиль апикальный, тип tA.

Diagnosis. Cyst small proximate, suturocavate, gonyaulacacean, roughly hour-glass-shaped; epicyst considerably smaller than hypocyst; paratabulation of precingular and postcingular series indicated by parasutural ridges of low bifurcate processes; small plates of apical, antapical and sulcal areas evidenced by faint parasutural features of low relief; Kofoid formula of paratabulation: 13'?, 7'', 7c, 5s, 6''', 1–2p?, 3'''; archeopile apical, type tA.

Материал. 29 экземпляров хорошей сохранности.

Описание. Циста сутурокаватная, имеет характерную для рода *Horologinella* форму песочных часов. Эпициста заметно меньше гипоцисты. Аутофрагма плотная, темно-коричневая, гладкая или шероховатая. По краям парапластинок она формирует короткие (2–5 мкм) бифуркатные выросты, которые поддерживают тонкую прозрачную эктофрагму (табл. I, фиг. 5). Эти выросты подчеркивают паратабуляцию прецин-



Рис. 3. Развернутая схема паратабуляции *Horologinella anabarensis*.

Для описания паратабуляции апикальной области использованы неформальные обозначения: звездочками отмечены парапластинки, контактирующие с прецингкулярной серией; цифрами – парапластинки, окружающие апикальный поровый комплекс; буквами (ad) – парапластинки, расположенные между прецингкулярной серией и парапластинками апикальной области. Предполагаемые парапластинки не заштрихованы и ограничены пунктиром. Цифры, выделенные курсивом, обозначают контакты со смежными парапластинками.

Fig. 3. Exploded diagram of paratabulation pattern of *Horologinella anabarensis*.

Kofoid system used to describe the paratabulation pattern. Informal notation used to describe the paratabulation of climactal series. Paraplates contacting precingular series are indicated by asterisks. The paraplates contacting the apical pore complex are indicated by numbers. The paraplates contacting precingular series are lettered (ad). Problematic paraplates are not shaded and are delimited by dashed lines. Contacts with adjacent paraplates are denoted by numbers in italic.

гулярной и постцингулярной серий. Паратабуляция апикальной и антапикальной областей выражена парасутуральными линиями или небольшими ребрами, отчетливо заметными на СЭМ. Кофойдная формула паратабуляции следующая: 13', 7'', 7с, 5s, 6''', 1–2р?, 3''' (рис. 3). Иногда слева от сулькальной области наблюдаются две маленькие дополнительные парапластинки: одна в прецингулярной, другая в постцингулярной сериях (табл. I, фиг. 1, 2; табл. II, фиг. 2, 6). Они могут интерпретироваться как переходные (transitional) парапластинки соответствующих серий (t'', t'''). Парацингулом слаболевозавитой и подчеркивается сильным экваториальным пережимом. Парапластинки цингулярной области ограничены тонкими парасутуральными линиями. Парасулькус на границе с первой антапикальной парапластинкой широкий (1'''), заметно сужается по направлению к парацингулому (табл. I, фиг. 2; табл. II, фиг. 2). Пять сулькальных парапластинок (as, ras, rs, ls, ps) обозначены парасутуральными линиями или узкими ребрами. На многих цистах отчетливо виден поровый комплекс, имеющий форму капли (табл. II, фиг. 2–4). Иногда наблюдаются две дополнительные поры: одна на передней сулькальной парапластинке, другая на границе левой, правой и задней сулькальных парапластинок (табл. I, фиг. 2; табл. II, фиг. 4, 5). Оперкулом формируется отрывом всех парапластинок апикальной области. Археопиль свободный, тип tA (табл. I, фиг. 10).

Размеры, мкм (рис. 4)

Преп. №	Экз. №	A	B	C	D	E	F	G	H
18,1	9	11	22	13	4	7	13	11	24
18,1	24	16	27	12	5	10	16	13	27
18,1	26	13	24	11	4	7	19	13	22
18,1	27/1	24	30	11	4	7	21	17	22
18,1	28	13	27	16	4	8	19	17	28
18,2	27	–	30	13	4	7	19	16	24
18,3	40	–	27	17	4	8	16	13	29
18,2	14	–	24	13	4	7	16	–	24
18,1	10	16	22	13	4	7	16	11	24
18,4	35	10	19	13	3	6	16	16	21
18,2	18	8	16	8	2	8	14	13	18
18,4	2/1	24	27	16	4	7	18	16	27
18,3	13	11	19	13	4	7	16	13	21
18,3	34	24	27	13	4	8	19	16	25

Примечание. См. рис. 4.

Изменчивость. Варьируют размеры и форма цисты. Встречаются экземпляры с очень сильным экваториальным пережимом и выпуклой формой эпицисты и гипоцисты (табл. I, фиг. 3, 5, 8–11; табл. II, фиг. 4, 6). В то же время у некоторых экземпляров разница в ширине парацингулома, эпицисты и гипоцисты выражена не очень ярко (табл. I, фиг. 1, 4, 6). Не всегда можно наблюдать ряды парасутуральных выростов, покрытых экзофрагмой. Скорее всего, это связано со степенью сохранности палиноморф. Изредка наблюдаются дополнительные парапластинки в антапикальной области, которые можно интерпретировать как задние

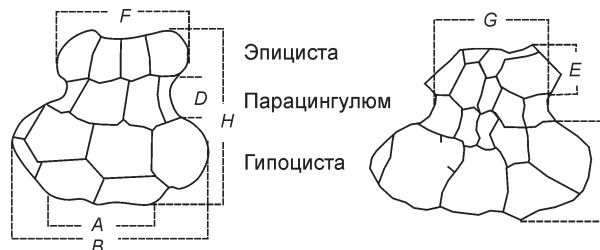


Рис. 4. Схематический рисунок *Horologinella anabarensis*:

A – ширина гипоцисты в антапикальной области; B – ширина гипоцисты около парацингулома; C – высота гипоцисты; D – высота парацингулома; E – высота эпицисты; F – ширина эпицисты; G – ширина парацингулома; H – общая высота цисты.

Fig. 4. Drawing of *Horologinella anabarensis*:

A – hypocyst width in antapical area; B – hypocyst width near paracingulum; C – the height of hypocyst; D – the height of paracingulum; E – the height of epicyst; F – the width of epicyst; G – the width of paracingulum; H – total height of the cyst.

интеркалярные или как дополнительные антапикальные (табл. I, фиг. 4; табл. II, фиг. 3). На некоторых экземплярах в пределах левой и правой сулькальных парапластинок на границе с поровым комплексом заметны парасутуральные линии, ограничивающие более мелкие парапластинки.

Сравнение. Наиболее близким видом является типовой вид *Horologinella lineata* Cookson et Eisenack, имеющий четкую паратабуляцию. Интересно отметить сходные форму и позицию первого апикального гомолога, дорзальных и прецингулярных парапластинок, а также постцингулярных и задней интеркалярной парапластинок у *H. anabarensis* и *H. lineata*, что дает возможность предположить очень близкую схему паратабуляции для данных видов (табл. II, фиг. 17, 18). Вид *H. anabarensis* отличается от типового вида характерной формой цисты с крупной и широкой гипоцистой и маленькой эпицистой.

Остальные виды, отнесенные к роду *Horologinella*, не имеют табуляции, что сильно отличает их от табулированных форм (табл. II, фиг. 8–16, 19–20).

Замечания. Схема паратабуляции прецингулярной и постцингулярной серий, а также дорзальной и антапикальной областей подтверждается достаточно уверенно (табл. I, фиг. 1, 4, 6–11; табл. II, фиг. 1–7). Детально изучить паратабуляцию апикальной области сложно, поскольку размер парапластинок очень мал, и возможность наблюдения апикального положения цисты возникает крайне редко. Часть парапластинок хорошо заметна при вентральном и дорзальном положении цисты (табл. I, фиг. 3, 4, 11; табл. II, фиг. 2, 4, 6). На рис. 3, 5 они показаны темным цветом и ограничены сплошными линиями. Однако поскольку отсутствуют наблюдения цисты в апикальном положении, то форма и взаиморасположение ряда дорзальных парапластинок апикальной области достаточно спорны. На

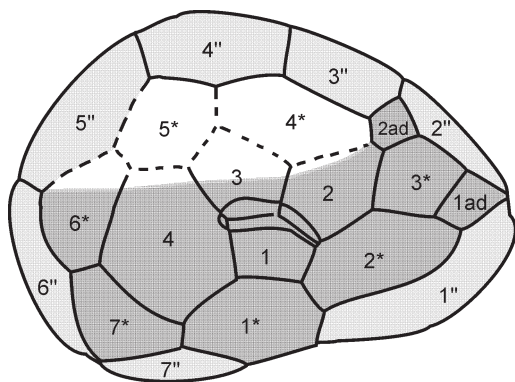


Рис. 5. Схема расположения парапластинок в апикальной области.

Пояснения см. рис. 3.

Fig. 5. Paratabulation pattern of climactal area.

Informal notation is explained in Fig. 3.

рисунках предполагаемые парапластинки не залиты и ограничены пунктиром. Для описания паратабуляции апикальной области использованы неформальные обозначения. Звездочками отмечены парапластинки, контактирующие с прецингулярной серией. Парапластинки, окружающие апикальный поровый комплекс, обозначены цифрами. На некоторых экземплярах по форме парапластинок 1*, 2*, 3* и по положению парасулькальных линий можно предположить существование дополнительных парапластинок между прецингулярной серией и парапластинками апикальной области (табл. I, фиг. 4, 11).

Большое количество и сложное расположение парапластинок апикальной области затрудняют их интерпретацию. Возможно, они полностью составляют апикальную серию. Однако парапластинки, контактирующие с прецингулярной серией, могут, вероятно, интерпретироваться и как передние интеркалярные. В любом случае следует подчеркнуть, что для реконструкции полной схемы паратабуляции апикальной области требуются дополнительные исследования.

Местонахождение. Восточный берег Анабарской губы, обн. 1А, сл. 12, обр. 18; нижний валанжин, зона *Euryptychites astierptychus*.

ДИСКУССИЯ

Сочетание необычной формы, структуры стенки и специфической схемы паратабуляции выделяет табулированные формы *Horologinella* среди других диноцист. Л. Стовер и В. Эвитт [Stover, Evitt, 1978] в описании этого рода отмечают, что сходные формы среди диноцист не известны.

Сравнительный анализ особенностей паратабуляции позволяет отнести *Horologinella* к гониаулякоидным диноцистам в концепции, разработанной Р.А. Фэнсомом, Ф.Дж. Тэйлором и другими исследователями [Fensome et al., 1993]. Схема паратабуляции

с шестью или семью прецингулярными и шестью постцингулярными парапластинками считается характерным признаком для порядка *Gonyaulacales*. Асимметричная форма первого апикального гомолога и строение парасулькальной области с поровым комплексом, расположенным непосредственно после передней сулькальной парапластинки и не соприкасающимся с задней сулькальной парапластинкой, также указывает на сходство рода *Horologinella* с гониаулякоидными диноцистами (рис. 6). У табулированных форм рода *Horologinella* наблюдается специфическая правая дополнительная парасулькальная пластинка, расположенная сразу за последней парапрецингулярной, которая отсутствует у перидиниоидных диноцист.

Строение апикальной и антапикальной областей *H. anabarensis* подтверждает тесную взаимосвязь табулированных форм *Horologinella* с рэтагониаулякоидными диноцистами, у которых насчитывается более пяти парапластинок в апикальной области и не менее трех в антапикальной (рис. 7).

Табулированные формы рода *Horologinella* описаны с различных стратиграфических уровней (нижний валанжин, апт-альб). В палинологических комплексах эти диноцисты встречаются крайне редко, поэтому данных, позволяющих достоверно оценить их стратиграфическое распространение, пока недостаточно. Возможно, появление табулированных форм рода *Horologinella* отражает фациальные изменения в палеобассейне. В этом случае они могут послужить ис-

Характерные признаки	<i>Horologinella</i>	<i>Gonyaulacales</i>	<i>Peridinales</i>
Типичная форма первой апикальной парапластинки			
Типичное положение сулькальных парапластинок и порового комплекса			
Положение переходной прецингулярной сулькальной парапластинки			

Рис. 6. Сравнение некоторых особенностей паратабуляции рода *Horologinella* и порядков *Gonyaulacales* и *Peridinales*.

Fig. 6. Comparison of specific paratabulation features of the genus *Horologinella*, *Gonyaulacales* and *Peridinales*.

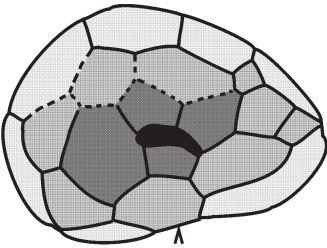
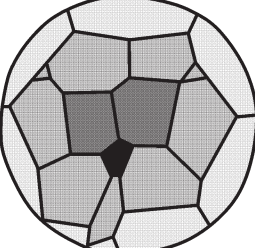
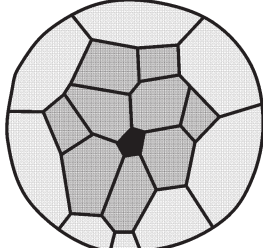
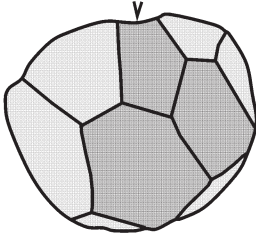
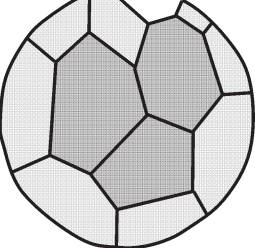
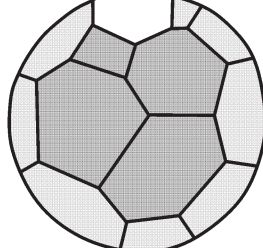
Характерные признаки	<i>Horologinella</i>	Rhaetogonyaulacineae	
Схема паратабуляции апикальной области			
Схема паратабуляции антапикальной области			

Рис. 7. Сравнение схемы паратабуляции апикальной и антапикальной областей рода *Horologinella* и рэагониаулякоидных диноцист.

Fig. 7. Comparison of apical and antapical paratabulation patterns of the *Horologinella* and raetogonyaulacinean dinoflagellate cysts.

точником информации для палеофациальных реконструкций. К сожалению, в публикациях не приводятся данные, характеризующие палеообстановки, которым сопутствуют эти диноцисты. Вопросы, связанные с геологией нижнемеловых отложений Анабарского района, неоднократно освещались в литературе. Поэтому палеообстановка, в которой встречаются табулированные формы вида *H. anabarensis*, может быть описана достаточно детально.

Результаты литофациальных и геохимических исследований, которые сопровождалась как палеонтологическими и тафономическими наблюдениями, так и определением палеотемператур и палеосолёности, позволили реконструировать для Анабарского района в валанжинское время мелководно-морской бассейн с нормальной солёностью и среднегодовыми температурами 15–18 °C [Захаров, Юдовный, 1974].

Дополнительная информация получена в процессе палинологического анализа [Пещевская, 2000]. Вид *Horologinella anabarensis* определен в составе богатой ассоциации микрофитопланктона из известковых прослоев, в которой доминируют акантоморфные акритархи, а также присутствуют разнообразные диноцисты, зеленые водоросли и прازیнофиты (см. рис. 1). Среди диноцист преобладают голокаватные *Dingodinium* и *Chlamydophorella*, *Cleistosphaeridium*, а также группа *Escharisphaeridia*–*Sentusidinium*, которые рассматриваются как характерный признак для

мелководно-морских фаций, несколько удаленных от берега [Лебедева, Никитенко, 1998]. Таксономический состав хоратных диноцист достаточно беден и включает четыре рода: *Cleistosphaeridium*, *Oligosphaeridium*, *Circulodinium* и *Spiniferites*. Акритархи представлены видами родов *Michrhystridium*, *Solisphaeridium*, *Polygonium*, *Veryhachium*. Среди прازیнофитов наряду с редкими *Cymatiosphaera* и *Pterospermella* встречаются достаточно многочисленные *Leiosphaeridia*. Обилие *Leiosphaeridia* и акритарх рассматривается как свидетельство мелководно-прибрежных фаций.

Ассоциации, определенные из алевроитов и аргиллитов, гораздо беднее, в них доминируют прازیнофиты группы *Leiosphaeridia*. Как известно, формирование известковых осадков происходит при более высоких температурах [Гольберт, 1987]. По-видимому, в период образования известковистых прослоев температурный режим был несколько мягче, чем в целом по ранневаланжинскому Анабарскому палеобассейну, и развитие ассоциации микрофитопланктона с *H. anabarensis* происходило при более благоприятных условиях.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Углубленное исследование нового вида *Horologinella anabarensis* с использованием СЭМ позволило не только детально описать морфологическое строение этого вида и определить почти полную формулу паратабуляции, но также получить новые данные по

морфологии табулированных форм рода *Horologinella*. В процессе сравнительного морфологического анализа установлено, что особенности паратабуляции прецигулярной и постцигулярной серий *H. anabarensis*, а также строение апикальной, антапикальной и сулькальной областей могут свидетельствовать о сходстве табулированных форм рода *Horologinella* с гониаулякоидными диноцистами, особенно с представителями подпорядка Rhaetogonyaulacaceae.

Редкая встречаемость табулированных форм рода *Horologinella* в палинологических спектрах не позволяет пока проследить стратиграфическое распространение этих диноцист. Вероятно, они могут быть использованы для палеофациальных реконструкций. Присутствие *H. anabarensis* в нижнемеловых отложениях Анабарского района связано с мелководно-морскими условиями и температурным режимом, благоприятным для развития микроводорослей, что подтверждается результатами палеонтологических и геохимических исследований. Для ассоциации микрофитопланктона, в составе которой определен вид *H. anabarensis*, характерно богатство и разнообразие морских палиноморф, среди которых главная роль принадлежит акантоморфным акритархам. Диноцисты занимают подчиненное положение, хотя и отличаются значительным разнообразием.

Автор выражает искреннюю признательность Н.К. Лебедевой и Б.Л. Никитенко за консультации и ценные замечания по работе.

Исследования проведены при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, проекты № 00-05-65405, 01-05-06186.

ЛИТЕРАТУРА

- Богомолов Ю.И. (1989). Полиптихиты (аммониты) и биостратиграфия бореального валанжина. Новосибирск: Наука. 199 с.
- Богомолов Ю.И., Захаров В.А., Плотников Ю.И. (1983). Разрез валанжина на восточном берегу Анабарской губы // Палеобиогеография и биостратиграфия юры и мела Сибири. М.: Наука. С. 99–113.
- Гольберт А.В. (1987). Основы региональной палеоклиматологии. М.: Недра. 224 с.
- Захаров В.А., Юдовный Е.Г. (1974). Условия осадконакопления и существования фауны в раннемеловом море Хатангской впадины // Палеобиогеография севера Евразии в мезозое. Новосибирск: Наука. С. 127–174.
- Лебедева Н.К., Никитенко Б.Л. (1998). Микрофитопланктон и микрофораминиферы опорного разреза нижне-го мела Приполярного Зауралья (Западная Сибирь) // Геология и геофизика. Т. 38, № 6. С. 799–821.
- Пещевик Е.Б. (2000). Палинологическая характеристика валанжинских отложений Анабарского района // Геология и геофизика. Т. 40, № 12. С. 1637–1654.
- Сакс В.Н., Ронкина З.З., Шульгина Н.И., Басов В.А., Бондаренко Н.М. (1963). Стратиграфия юрской и меловой систем Севера СССР. М.: Наука. 227 с.
- Cookson I.C. (1965). Cretaceous and Tertiary microphytoplankton from south-eastern Australia // Proc. Roy. Soc. Victoria. Vol. 78, pt 1. P. 85–95.
- Cookson I.C., Eisenack A. (1962). Some Cretaceous and Tertiary microfossils from Western Australia // Proc. Roy. Soc. Victoria. Vol. 75. P. 269–273.
- De Coninck J. (1986). Organic walled phytoplankton from the Bartonian and Eo-Oligocene transitional deposits of the Woensdrecht borehole, Southern Netherlands // Southern Netherlands, Mededelingen rijks geologische dienst. Vol. 40-2. P. 1–25.
- Fensome R.A., Taylor F.J.R., Norris G., Sarjeant W.A.S., Wharton D.I., Williams G.L. (1993). A classification of living and fossil dinoflagellates. Hanover, American Museum of Natural History. Spec. Publ. N 7. 351 p.
- He Chengquan. (1984). Tertiary dinoflagellates and acritarchs from the coastal region of the Beibu Gulf // Mem. of Nanjing Institute of Geol. and Palaeontol., Acad. Sinica. N 19. P. 143–210.
- He Chengquan. (1991). Late Cretaceous – Early Tertiary microphytoplankton from the Western Tarim basin in southern Xinjiang, China. Nanjing, Institute of Geol. and Palaeontol., Acad. Sinica. 235 p.
- Jardine S., Combaz A., Magloire L., Peniguel G., Vachey G. (1972). Acritarches du Silurien terminal et du Devonien du Sahara Algerien // Congres international de stratigraphie et de geologie du Carbonifere, Krefeld, August. Vol. 1. P. 295–311.
- Jiabo. (1978). On the Paleogene dinoflagellates and acritarches from the coastal region of Bohai, Nanking Institute of Geol. and Palaeontol., Acad. Sinica. P. 1–190.
- Martin F. (1984). Acritarches du Frasnien Superieur et du Famennien Inferieur du bord meridional du bassin de Dinant (Ardenne Belge) // Bulletin d'Institut Royal des Science naturelles de Belgique. Vol. 55, N 7. P. 1–57.
- Playford G. (1963). Lower Carboniferous microfloras of Spitsbergen: part two // Palaeontology. Vol. 5, N 4. P. 619–678.
- Stover L.E., Evitt W.R. (1978). Analyses of Pre-Pleistocene organic-walled dinoflagellates. Stanford, California. 300 p.
- Zhang Lujin. (1984). Late Triassic spores and pollen from central Sichuan // Nanking Institute of Geol. and Palaeontol., Acad. Sinica. Vol. 167, N A8. P. 1–100.
- Zheng Ya-hui, He Chengquan. (1984). Palynology of the Upper Cretaceous Taizhou Formation in well QIN-30, Northern Jiangsu // Bulletin of Nanjing Institute of Geol. and Palaeontol., Acad. Sinica. N 8. P. 107–140.

SUMMARY

During palynological study of Lower Valanginian deposits from the eastern coast of Anabar Bay a rich micro-phytoplankton association has been found in calcareous layers at the base of the beds with *Aldorfia* sp. A. Dinoflagellate cysts with a specific shape and structure have been recognized. Morphologic analysis of these palynomorphs allowed to assign them to genus *Horologinella*.

H. anabarensis Pestchevitskaya sp. n. is distinguished by a specific paratabulation scheme as well as by the original hour-glass shape of its cysts which have a large and wide hypocyst and smaller epicyst. The paratabulation of *H. anabarensis* is distinct and indicated by parasutural ridges consisting of rather densely situated bifurcate processes covered by ectophragm. The paratabulation of the climactal area is problematic because of the small size of the paraplates and because the apical position of the cyst has been rarely observed and is difficult to examine. Some paraplates are clearly visible on the ventral and dorsal sides of the cyst, however the position and shape of some dorsal climactal paraplates remains questionable. In the reconstruction scheme these paraplates are not shaded and are delimited by dashed lines. A large number of paraplates as well as their complicated arrangement make the interpretation of the climactal paratabulation somewhat problematic. On the one side they may be considered as composing an apical series. However the paraplates contacting the precingular area possibly form an anterior intercalary series. It should be stressed, that the reconstruction of a complete paratabulation scheme of an apical area requires further investigation.

It is noteworthy that the shape and position of the first apical homologue, dorsal postcingular paraplates and posterior paraplate are similar in *H. anabarensis* and *H. lineata* Cookson et Eisenack suggesting a similar paratabulation scheme for these species. The morphology of non-tabulated microphytofossils assigned to the genus *Horologinella* is remarkably different; they lack characteristic features which would demonstrate their dinoflagellate cysts affinities and thus their systematic position is problematic.

The shape of the first apical homologue as well as the paratabulation features of precingular, postcingular and sulcal series suggest a relation between *Horologinella* tabulated forms and gonyaulacalean dinoflagellate cysts as understood in R.A. Fensome et al. [1993]. The structure of apical and antapical areas demonstrates their close affinities to raetogonyaulacineans.

Tabulated *Horologinella* forms have been rarely observed in palynological assemblages. Thus, information on stratigraphic and palaeoenvironmental distribution of these dinoflagellate cysts is rather limited. Results of palaeontological and geochemical studies allow the reconstruction of a shallow marine Valanginian palaeobasin with normal salinity and average temperatures of 15–18 °C for the Anabar Region. Microphytoplankton association containing *H. anabarensis* is characterized by high abundance and diversity of marine palynomorphs. It shows that these palaeoenvironments were favourable for microphytoplankton development.

ПОЯСНЕНИЯ К ТАБЛИЦАМ

Изображенные экземпляры хранятся в Центральном Сибирском геологическом музее (ЦСГМ) при Объединенном институте геологии, геофизики и минералогии СО РАН в г. Новосибирске.

Таблица I

Фиг. 1–11. *Horologinella anabarensis* Pestchevitskaya sp. n.

Восточный берег Анабарской губы, обн. 1А, сл. 12, обр. 18, известковистый прослой, паксинская свита, аммонитовая зона *Euryptychites astierptychus*; нижний валанжин.

1а – вентральное положение, СЭМ, JSM-35, ×1500;

1б – рисунок морфологического строения экземпляра, представленного на фиг. 1а;

2а – вентральное положение, сулькус, СЭМ, JSM-35, ×2000;

2б – рисунок морфологического строения экземпляра, представленного на фиг. 2а;

3а – преп. 18.1, экз. № 27 ЦСГМ, вентральное положение, апекс, Биолам Р-17, ×1100;

3б – рисунок морфологического строения экземпляра, представленного на фиг. 3а;

4а – дорзальное положение, СЭМ, JSM-35, ×1500;

4б – рисунок морфологического строения экземпляра, представленного на фиг. 4а;

5 – преп. 18.1, экз. № 28 ЦСГМ, дорзальное положение, Биолам Р-17, ×1200;

6а – вентральное положение, СЭМ, JSM-35, ×1500;

6б – рисунок морфологического строения экземпляра, представленного на фиг. 6а;

7 – преп. 18.4, экз. № 24 ЦСГМ, боковое положение, Биолам Р-17, ×1100;

8, 9 – вентральное положение, СЭМ, JSM-35, ×1300;

10а – преп. 18.4, экз. № 2.1 ЦСГМ, дорзальное положение, Биолам Р-17, ×1200;

10б – рисунок морфологического строения экземпляра, представленного на фиг. 10а;

11а – дорзальное положение, СЭМ, JSM-35, ×1600;

11б – рисунок морфологического строения экземпляра, представленного на фиг. 11а.

EXPLANATIONS OF PLATES

Illustrated specimens are housed in the Central Siberian Geological Museum (CSGM), United Institute of Geology, Geophysics and Mineralogy, Siberian Branch of the RAS, Novosibirsk.

Plate I

Figs. 1–11. *Horologinella anabarensis* Pestchevitskaya sp. n.

Eastern coast of Anabar Bay, outcrop 1A, bed 12, sample 18, calcareous layer, Paksa Formation, *Euryptychites astierptychus* ammonite Zone; Lower Valanginian.

1a – ventral position, SEM, JSM-35, ×1500;

1b – morphologic scheme of specimen represented in Fig. 1a;

2a – ventral position, sulcus, SEM, JSM-35, ×2000;

2b – morphologic scheme of specimen represented in Fig. 2a;

3a – slide 18.1, specimen N 27 CSGM, ventral position, apex, Biolam P-17, ×1100;

3b – morphologic scheme of specimen, represented in Fig. 3a;

4a – dorsal position, SEM, JSM-35, ×1500;

4b – morphologic scheme of specimen represented in Fig. 4a;

5 – slide 18.1, specimen N 28 CSGM, dorsal position, Biolam P-17, ×1200;

6a – ventral position, SEM, JSM-35, ×1500;

6b – morphologic scheme of specimen represented in Fig. 6a;

7 – slide 18.4, specimen N 24 CSGM, side position, Biolam, P-17, ×1100;

8, 9 – ventral position, SEM, JSM-35, ×1300;

10a – slide 18.4, specimen N 2.1 CSGM, dorsal position, Biolam P-17, ×1200;

10b – morphologic scheme of specimen represented in Fig. 10a;

11a – dorsal position, SEM, JSM-35, ×1600;

11b – morphologic scheme of specimen represented in Fig. 11a;

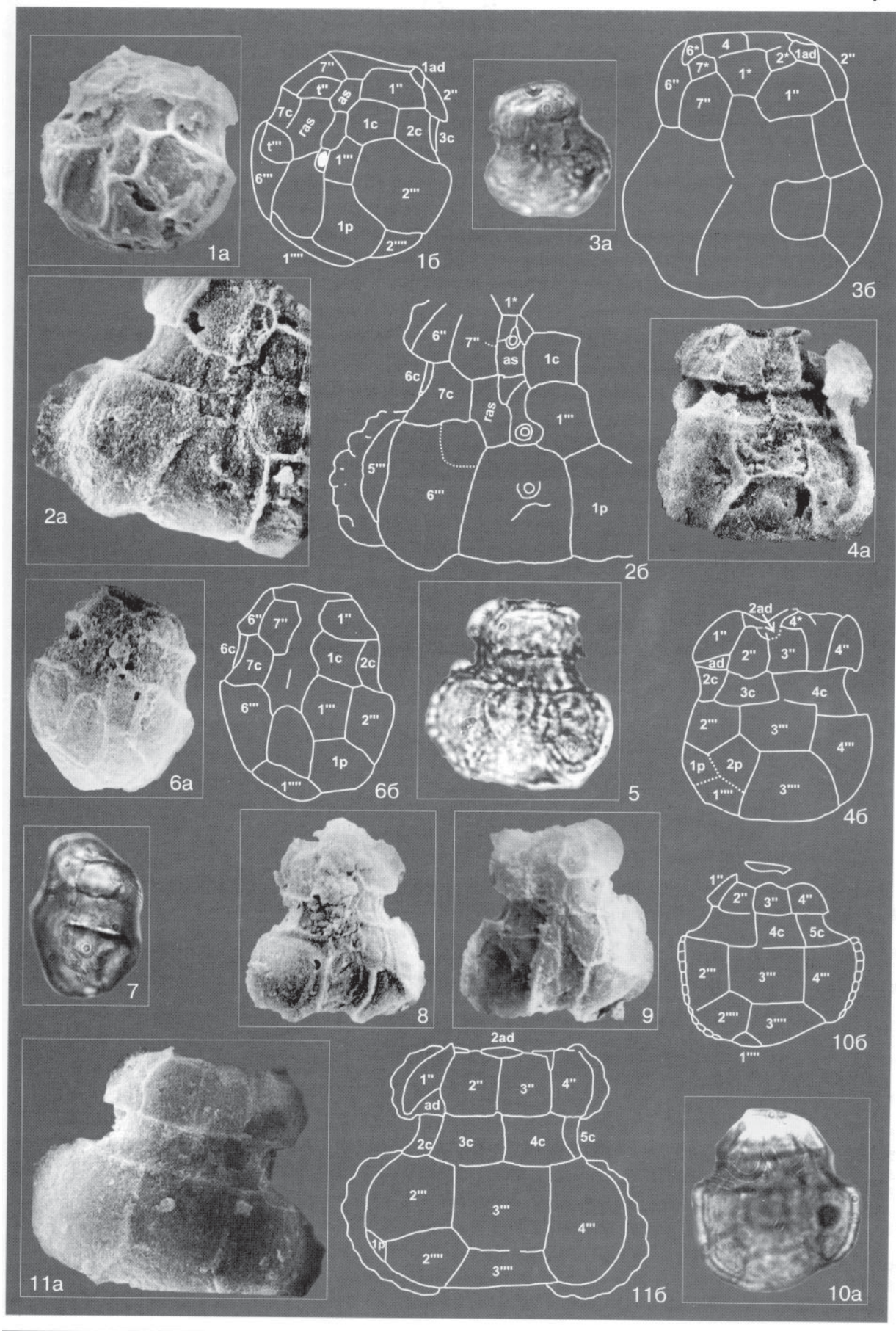


Таблица II

Фиг. 1–7. *Horologinella anabarensis* Pestchevitskaya sp. n.

Восточный берег Анабарской губы, обн. 1А, сл. 12, обр. 18, известковистый прослой, паксинская свита, аммонитовая зона *Euryptychites astierptychus*; нижний валанжин.

1а – антапикальное положение, СЭМ, JSM-35, ×1600; 1б – рисунок морфологического строения экземпляра, представленного на фиг. 1а; 2а – преп. 18.1, экз. № 26 ЦСГМ, голотип, вентральное положение, апекс, Биолам Р-17, ×1300; 2б – рисунок морфологического строения экземпляра, представленного на фиг. 2а; 3а – вентральное положение, СЭМ, JSM-35, ×1300; 3б – рисунок морфологического строения экземпляра, представленного на фиг. 3а; 4а – вентральное положение, СЭМ, JSM-35, ×1300; 4б – рисунок морфологического строения экземпляра, представленного на фиг. 4а; 5а – преп. 18.4, экз. № 2.2 ЦСГМ, вентральное положение, Биолам Р-17, ×850; 5б – рисунок морфологического строения экземпляра, представленного на фиг. 5а; 6а – вентральное положение, СЭМ, JSM-35, ×1300; 6б – рисунок морфологического строения экземпляра, представленного на фиг. 6а; 7а – дорзальное положение, СЭМ, JSM-35, ×1200; 7б – рисунок морфологического строения экземпляра, представленного на фиг. 7а.

Фиг. 8. *Horologinella? wicanderi* Martin. Голотип, ×1000; Бельгия, бассейн де Динант; нижний фамен, брахиоподовая зона *Ptychomaletoechia gontheri* [Martin, 1984, p. 22–23, pl. 4, fig. 4].

Фиг. 9. *Horologinella scabrosa* He Chengquan. Голотип, ×600; Китай, залив Бейбу; группа Йонгнинг, олигоцен–нижний миоцен [He Chengquan, 1984, p. 162, pl. 8, fig. 20].

Фиг. 10. *Horologinella* sp., ×700; Китай, Северный Джиангсу, скв. QIN-30; формация Тайзхоу, верхний мел, предположительно кампан [Zheng Ya-hui, He Chengquan, 1984, p. 91, pl. 7, fig. 26].

Фиг. 11. *Horologinella? corrugata* De Coninck, ×500; Южные Нидерланды; пески Ассэ, верхний эоцен [De Coninck, 1986, p. 13, pl. 3, fig. 14].

Фиг. 12. *Horologinella tenuissima* He Chengquan. Голотип, ×600; Китай, западный район Таримского бассейна; нижняя серия формации Кимуджен, палеоцен [He Chengquan, 1991, p. 52, pl. 5, fig. 10].

Фиг. 13. *Horologinella apiculata* Cookson et Eisenack. Голотип, ×600; Западная Австралия, район Пертс; апт–альб [Cookson, Eisenack, 1962, p. 272, pl. 37, fig. 4].

Фиг. 14. *Horologinella incurvata* Cookson et Eisenack. Голотип, ×750; Западная Австралия, район Пертс; апт–альб [Ibid., fig. 5].

Фиг. 15. *Horologinella obliqua* Cookson et Eisenack. Голотип, ×400; там же [Ibid., fig. 9].

Фиг. 16. *Horologinella? extrema* Cookson et Eisenack. Голотип, ×500; там же [Ibid., fig. 10].

Фиг. 17. *Horologinella lineata* Cookson et Eisenack. Западная Австралия, район Пертс; апт–альб [Ibid., fig. 1]:

а – голотип, ×1000, вентральное положение; б – ×1000, дорзальное положение.

Фиг. 18. *Horologinella disparilis* He Chengquan. Голотип, ×600; Китай, залив Бейбу; группа Йонгнинг, олигоцен–нижний миоцен [He Chengquan, 1984, p. 162–163, pl. 8, fig. 22].

Фиг. 19. *Horologinella* sp., ×500; Западная Австралия, район Пертс; апт–альб [Cookson, Eisenack, 1962, p. 273, pl. 37, fig. 15].

Фиг. 20. *Horologinella micirugis* He Chengquan. Голотип, ×600; Китай, залив Бейбу; группа Йонгнинг, олигоцен–нижний миоцен [He Chengquan, 1984, p. 163, pl. 10, fig. 14].

Plate II

Figs. 1–7. *Horologinella anabarensis* Pestchevitskaya sp. n.

Eastern coast of Anabar Bay, outcrop 1A, bed 12, sample 18, calcareous layer, Paksa Formation, *Euryptychites astierptychus* ammonite Zone; Lower Valanginian.

1a – antapical position, SEM, JSM-35, ×1600; 1b – morphologic scheme of specimen represented in Fig. 1; 2a – slide 18.1, specimen N 26 CSGM, holotype, ventral position, apex, Biolam P-17, ×1300; 2b – morphologic scheme of specimen represented in Fig. 2a; 3a – ventral position, SEM, JSM-35, ×1300; 3b – morphologic scheme of specimen represented in Fig. 3a; 4a – ventral position, SEM, JSM-35, ×1300; 4b – morphologic scheme of specimen represented in Fig. 4a; 5a – slide 18.4, specimen N 2.2 CSGM, ventral position, Biolam P-17, ×850; 5b – morphologic scheme of specimen represented in Fig. 5a; 6a – ventral position, SEM, JSM-35, ×1300; 6b – morphologic scheme of specimen represented in Fig. 6a; 7a – dorsal position, SEM, JSM-35, ×1200; 7b – morphologic scheme of specimen represented in Fig. 7a.

Fig. 8. *Horologinella? wicanderi* Martin. Holotype, ×1000; Belgium, Bassin De Dinant; Lower Famennian, *Ptychomaletoechia gontheri* brachiopod Zone [Martin, 1984, p. 22–23, Pl. 4, Fig. 4].

Fig. 9. *Horologinella scabrosa* He Chengquan. Holotype, ×600, China, Beibu Bay; Yongning Group, Oligocene–Lower Miocene [He Chengquan, 1984, p. 162, Pl. 8, Fig. 20].

Fig. 10. *Horologinella* sp., ×700; China, northern Jiangsu, QIN-30 well; Taizhou Formation, Upper Cretaceous, possibly Campanian [Zheng Ya-hui, He Chengquan, 1984, p. 91, Pl. 7, Fig. 26].

Fig. 11. *Horologinella? corrugata* De Coninck, ×500; Southern Netherlands; Asse Sands, Upper Eocene [De Coninck, 1986, p. 13, Pl. 3, Fig. 14].

Fig. 12. *Horologinella tenuissima* He Chengquan. Holotype, ×600; China, western Tarim Basin; Lower Member of Qimugen Formation, Paleocene [He Chengquan, 1991, p. 52, Pl. 5, Fig. 10].

Fig. 13. *Horologinella apiculata* Cookson et Eisenack. Holotype, ×600; Western Australia, Perth area; Aptian–Albian [Cookson, Eisenack, 1962, p. 272, Pl. 37, Fig. 4].

Fig. 14. *Horologinella incurvata* Cookson et Eisenack. Holotype, ×750; Western Australia, Perth area; Aptian–Albian [Ibid., Fig. 5].

Fig. 15. *Horologinella obliqua* Cookson et Eisenack. Holotype, ×400; Western Australia, Perth area; Aptian–Albian [Ibid., Fig. 9].

Fig. 16. *Horologinella? extrema* Cookson et Eisenack. Holotype, ×500; Western Australia, Perth area; Aptian–Albian [Ibid., Fig. 10].

Fig. 17. *Horologinella lineata* Cookson et Eisenack. Western Australia, Perth area; Aptian–Albian [Ibid., Fig. 1, 3]:

a – Holotype, ventral position, ×1000; b – Dorsal position, ×1000.

Fig. 18. *Horologinella disparilis* He Chengquan. Holotype, ×600; China, Beibu Bay; Yongning Group, Oligocene–Lower Miocene [He Chengquan, 1984, p. 162–163, Pl. 8, Fig. 22].

Fig. 19. *Horologinella* sp., ×500; Western Australia, Perth area; Aptian–Albian [Cookson, Eisenack, 1962, p. 273, Pl. 37, Fig. 15].

Fig. 20. *Horologinella micirugis* He Chengquan. Holotype, ×600; China, Beibu Bay; Yongning Group, Oligocene–Lower Miocene [He Chengquan, 1984, p. 163, Pl. 10, Fig. 14].

