

Э. ПИРРУС

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОРИЕНТИРОВАННЫХ ТЕКСТУР ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ПАЛЕОГЕОГРАФИИ КЕМБРИЯ В ЭСТОНИИ

Классические выходы кембрийских отложений вдоль Северо-Эстонского глинта являются единственной зоной на Восточно-Европейской платформе, где для решения палеогеографических проблем может быть применен текстурный анализ в сочетании с непосредственным измерением ориентации текстурных элементов в пространстве. К сожалению, эта возможность до настоящего времени не использовалась. Особенно эти возможности нашли в какой-то степени освещение лишь в связи с установлением фациальной обстановки осадкообразования (Õrik, 1925, 1929; Piggus, 1971, 1973 и др.).

С целью заполнить этот пробел в настоящем сообщении излагаются результаты замеров пространственной ориентации текстур по Северо-Эстонскому глинту, полученные автором и его коллегами в ходе систематического литологического исследования всех обнажений этой полосы в 1967—1974 годы.

Как известно, самая нижняя часть разреза, выходящая в полосе глинта — лонтоваская свита, обнажается здесь весьма ограниченно и представлена однородными глинистыми породами, образовавшимися на значительном удалении от береговой линии. Ввиду этого в их строении не улавливаются элементы текстур, ориентированные в пространстве. Исключение составляет лишь наиболее верхняя регрессивная часть свиты — таммнеэская пачка, выходящая в нескольких пунктах в окрестностях Таллина (Виймси, Копли) и содержащая более мелководные по происхождению прослойки алевролита, покрытые иногда на верхней плоскости отчетливой рябью. Однако из-за ограниченности площади выхода этих отложений сделанные по ним единичные замеры не позволяют пока прийти к каким-либо обоснованным выводам относительно палеогеографии этого древнего водоема.

Гораздо богаче по линии глинта представлены обнажения вышележащих люкатиской и тискреской свит, которые сложены преимущественно мелкошельфовыми алеврито-глинистыми отложениями, текстура которых богата элементами, поддающимися замерам в аспекте ориентированности в пространстве. Из этих элементов отметим прежде всего встречающиеся в обеих свитах следы ряби волнения на верхней плоскости алевролитов и различные по величине оползневые «рулеты» (табл. I, II), ось которых располагается, как правило, вдоль простирающегося наибольшего уклона дна водоема в момент образования оползневой деформации.

В тискреской свите, особенно в ее нижней — какумягиской пачке, к этому прибавляется еще отчетливо выраженная косая слоистость

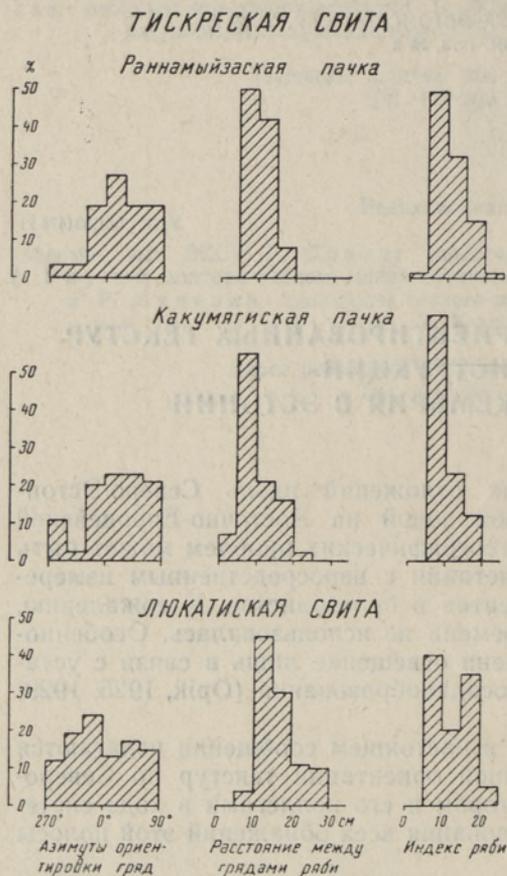


Рис. 1. Распределение замеров измерения ряби (индекс ряби — соотношение расстояния между валиками к высоте валиков).

(табл. II). Другие элементы текстур — погребенные пляжевые фестоны и различные слепки струй течения, наблюдаемые нередко в люкатиской свите, — гораздо труднее поддаются измерению, ввиду его материал, которым мы располагаем, более скудный и имеет второстепенную значимость.

В люкатиской свите основными измеряемыми элементами являются знаки ряби, весьма разнообразные по своим размерам. Расстояние между их гребнями в большинстве случаев составляет 10—20 см (рис. 1), но может достигать и 30 см. Индекс ряби варьирует в пределах от 3 до 32. Такая рябь обычно свойственна не прибрежной волноприбойной зоне, а более глубоким зонам водоема (Ботвинкина, 1965), усложненным, очевидно, многими отмельными участками. Ориентация валиков ряби по

всему глинту не имеет четкого максимума: одни замеры концентрируются в северо-восточных (30—60°), другие — в северо-западных румбах (330—360°). Поскольку указанные направления почти перпендикулярны друг к другу и резко пересекают, кроме того, современную субширотную южную границу распространения люкатиской свиты (Менс, Пиррус,

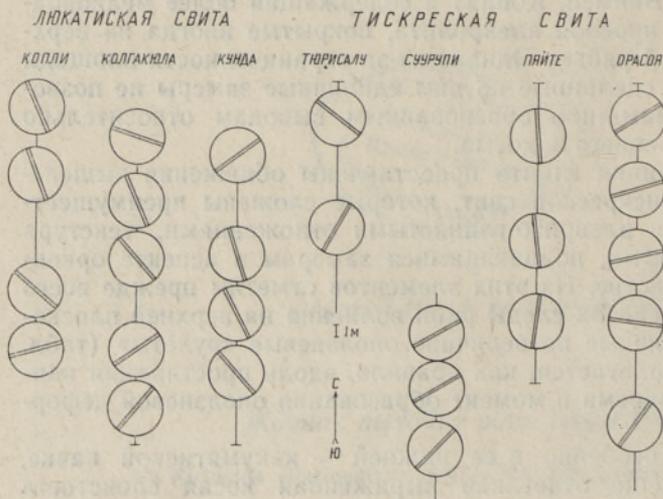


Рис. 2. Выдержанность пространственной ориентации ряби в вертикальном разрезе люкатиской и тискреской свит. (Линия между кружками показывает вертикальное расстояние между замерами.)



ТАБЛИЦА I

1. Валики асимметрической ряби на мелководном по происхождению алевролите каку-
мягиской пачки. Обн. Суурупи.
2. Симметрическая рябь волнения на поверхности алевролита люкатиской свиты.
Карьер Кунда.



ТАБЛИЦА II

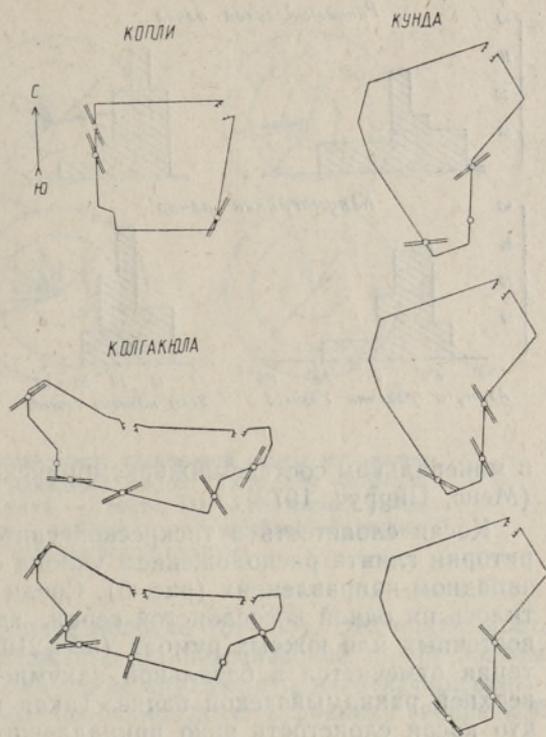
1. Однонаправленная косая слоистость в алевролите какумягиской пачки. Обн. Суурупи.
2. Цилиндрическая оползневая деформация алевролита в комплексе переслаивания алевролитов и глин люкатиской свиты. Обн. Суурупи.

Рис. 3. Выдержанность пространственной ориентации валиков ряби на поверхности отдельных слоев люкатиской свиты.

1977), то эти замеры мало что дают для восстановления конкретной палеогеографической обстановки. Весьма невыдержанна ориентация валиков ряби и по вертикальному разрезу (рис. 2) и даже на поверхности одного и того же алевроитового слоя, как показывают замеры в карьерах Копли, Колгакюла и Кунда (рис. 3). Все это свидетельствует о том, что формирование ряби в люкатиском бассейне происходило в очень изменчивых условиях, ввиду чего по ее следам нельзя уловить строгой направленности процесса. Ничего существенного не добавляют к этому и отдельные замеры ориентации осей оползневых деформаций, которые располагаются, правда, лишь в северо-восточных — юго-западных румбах (рис. 4).

Такая общая картина согласуется с ранее сложившимся представлением о рельефе дна люкатиского моря — о его неровности, об изобилии здесь многочисленных разноориентированных поднятий и отмелей — и позволяет объяснить не только значительную территориальную выдержанность одинаковых, сравнительно мелководных, фациальных условий седиментации, но и высокую степень глинистости отлагавшихся осадков (Pirrus, 1971).

Более однозначные результаты дают замеры текстур отложений тискреской свиты. Часто встречаемая здесь волновая рябь (табл. I, 1) имеет параметры литоральной волноприбойной зоны: расстояние валиков ряби в пределах 5—15 см, индекс ряби — 5—16 (рис. 1). При этом ориентация ряби весьма выдержанна и по вертикальному разрезу свиты (рис. 2). Пространственная ориентация ее, как в какумягиской, так и в раннамыйзаской пачке, т. е. в пределах всей свиты, характеризуется преобладанием замеров в северо-восточном — юго-западном направлениях, что хорошо согласуется и с данными по косой слоисто-



ЛЮКАТИСКАЯ СВИТА

ТИСКРЕСКАЯ СВИТА

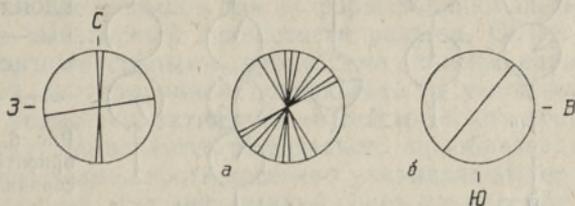


Рис. 4. Ориентация осей оползневых «рулетов» в отложениях люкатиской и тискреской свит.

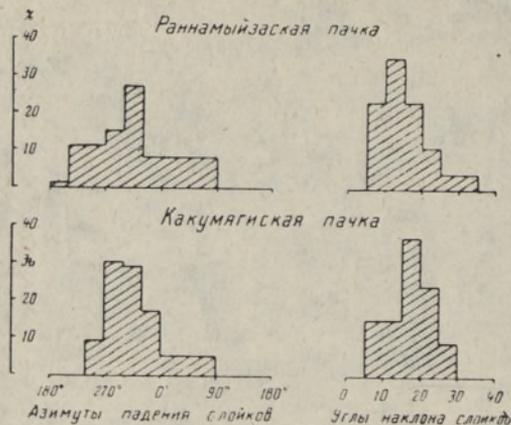


Рис. 5. Распределение замеров косои слоистости в отложениях тискреской свиты.

и минеральном составе нижнекембрийских отложений на данном уровне (Менс, Пиррус, 1972).

Косая слоистость в тискреской свите характеризуется по всей территории глинта расположением уклона слоев в западном или северо-западном направлениях (рис. 5). Среди сделанных измерений не встретилось ни одной косослойной серии, где бы ориентация шла в юго-восточных или южных румбах ($90-210^\circ$). Особенно отчетливая ориентация отмечается в базальной какумягиской пачке, менее ясная — в верхней раннаыйзаской пачке. Такая картина свидетельствует о том, что косая слоистость явно принадлежит образованиям, сформировавшимся вследствие переноса обломочного материала обратным течением волноприбойного потока, и потому угол наклона слоев здесь совпадает с общим наклоном берега бассейна. Отсутствие противоположно ориентированных косослойных серий показывает, что здесь не представлены образования непосредственно пляжевой зоны, для которой разнонаправленные серии весьма характерны (Ботвинкина, 1965; Кутырев, 1968). Надо полагать, что и вторичные вдольбереговые потоки не играли в этом бассейне существенной роли, поскольку перпендикулярно ориентированные друг относительно друга косослойные серии встречаются здесь весьма редко.

Со сказанным хорошо согласуется и строение самих косослойных серий — слойки неравномерного гранулометрического состава нередко переходят по простирацию в слойки, образованные из плоских глинистых окатышей или маркированные присыпками глауконита. Естественно, что такие образования могли сформироваться не в литоральной зоне, а лишь на участках определенной глубины, где динамическая активность воды уже несколько ниже, чем непосредственно в волноприбойной зоне.

В соответствии с этим углы наклона слоев весьма разнообразны — от 5 до 35° , при этом в какумягиской пачке они более крутые

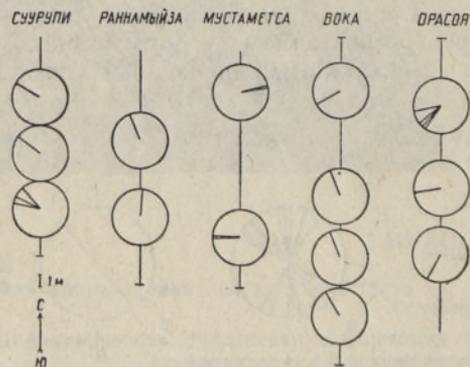


Рис. 6. Выдержанность пространственной ориентации косых слоев в различных сериях по вертикальному разрезу тискреской свиты.

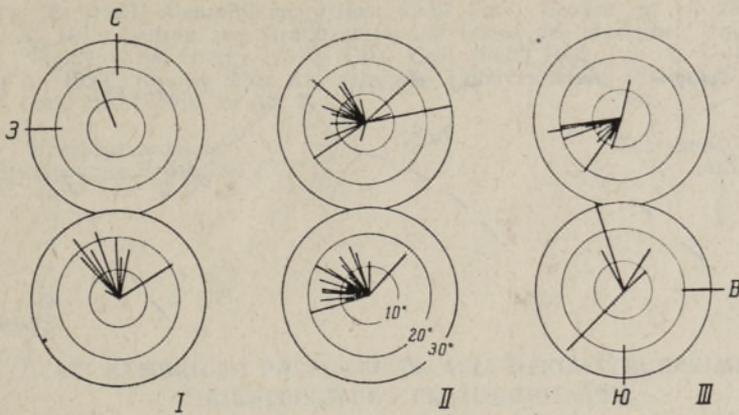


Рис. 7. Ориентация косой слоистости тискреской свиты на различных отрезках глинта: I — западный район: Тюрисалу — Ягала; II — центральный район: Кунда — Пяйте; III — восточный район: Утрия — Сума. Верхний ряд — замеры по раннамыйзаской, нижний ряд — по какумягиской пачкам.

(15—35°), а в раннамыйзаской более пологие (5—20°). Это показывает, что ко времени накопления отложений раннамыйзаской пачки водоем стал более глубоким, а наклон дна менее крутым, что, кстати, подтверждается и другими текстурными особенностями строения тискреской свиты.

Весьма выдержанна ориентация косых слоев в различных сериях и по вертикальному разрезу (рис. 6). Резкая смена ориентаций на различных уровнях разреза наблюдается только в отдельных случаях (Мустаметса).

В территориальном плане (рис. 7) прослеживается интересная закономерность: в восточных разрезах Эстонии и на западных участках Ленинградской области обнаруживается отчетливая смена направления косослоистых серий в верхней части свиты на юго-запад. Это объясняется, по-видимому, появлением регрессивных тенденций в развитии тискреского моря. Подъем восточных регионов сопровождался здесь формированием основного наклона бассейна на запад, что хорошо согласуется с общими представлениями о простирании тискреского моря, а также с укрупнением гранулометрического состава отложений в этом районе. Таким образом, данные по косослоистым текстурам говорят о том, что наиболее погруженная зона тискреского моря располагалась где-то в пределах акватории нынешнего Балтийского моря к северо-западу от Таллина — т. е. уже на удлинении главной оси сформировавшейся к концу раннекембрийского времени новой обособленной структурно-фациальной зоны седиментации — Балтийской синеклизы.

Оползневые нарушения слоистости, в частности цилиндрические «рулеты», в какумягиской пачке тискреской свиты особенно многочисленны, хотя каких-либо особых предпосылок для их формирования здесь не могло существовать из-за пониженной глинистости разреза. Объясняется это, с одной стороны, интенсивными процессами компенсации неровностей послелюкатиской денудационной поверхности в условиях открытого моря, а, с другой, возможно, активизацией сейсмических процессов в период этого структурно-палеогеографического преобразования территории. На последнюю возможность косвенно указывает выдержанность ориентации длинных осей этих деформаций через все рассмат-

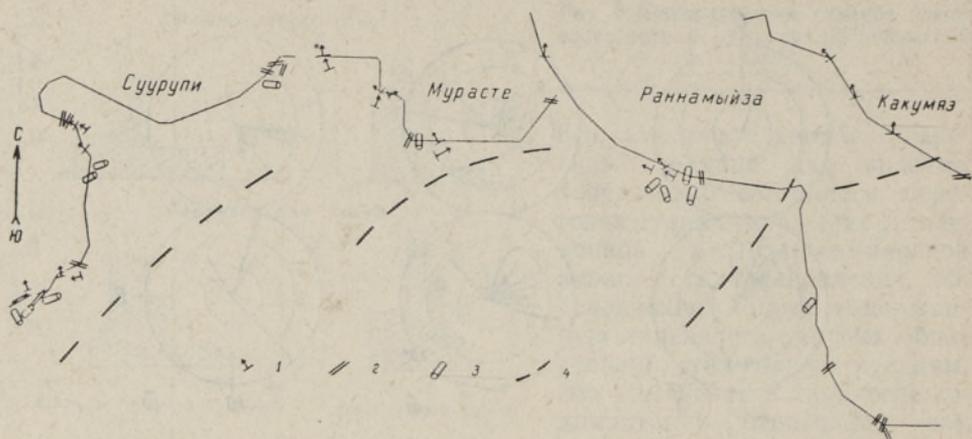


Рис. 8. Ориентация элементов текстур на участках западнее Таллина: 1 — падение ко-
сой слоистости, 2 — ориентация валиков ряби, 3 — оси оползневых «рулетов», 4 —
выявленная ориентация береговой линии (простираение наибольшего наклона дна бас-
сейна).

риваемые подразделения (рис. 4). Правда, для тискреской свиты это вполне совпадает и с предполагаемым простираением наклона дна бассейна седиментации и поэтому может быть обусловлено и чисто палеогеографическими причинами. Однако насыщенность какумягиской пачки этими деформациями, сконцентрировавшимися нередко целыми сериями на определенных плоскостях напластования, не снимает предположения о том, что сейсмический фактор сыграл в их формировании не последнюю роль.

Такая общестатистическая картина в ориентации текстур тискреской свиты подтверждается совокупностью замеров по всем описанным элементам текстур и в пределах отдельных полигонов (рис. 8). Так, на береговых участках с хорошо обнаженными породами в Суурупи, Мурасте, Раннамыйза и Какумяэ по всем измеренным текстурам однозначно вырисовывается северо-восточно — юго-западная ориентация береговой линии с наклоном дна на северо-запад. Только отдельные косослоистые серии ориентированы вдоль этой линии (Суурупи, Мурасте), что, возможно, указывает на образование их под действием вдольбереговых потоков. Эти полигоны окрестностей Таллина, несомненно, являются опорными для интерпретации общей палеогеографической обстановки тискреского времени и поэтому должны быть учтены во всех реконструкциях. Материал по самым восточным районам более скуден, однако, по нашим представлениям, все же хорошо вписывается в приведенную выше общую палеогеографическую схему. Дальнейшие исследования ориентации текстур позволят, безусловно, больше детализировать эту картину.

ЛИТЕРАТУРА

- Ботвинкина Л. Н. 1965. Методическое руководство по изучению слоистости. М., 259 с.
 Кутырев Э. И. 1968. Условия образования и интерпретация косої слоистости. Л., 128 с.
 Менс К., Пиррус Э. 1972. Новые данные о возрасте тискреских слоев по материалам северо-западных разрезов Эстонии. Изв. АН ЭССР, Хим. Геол., 21, 278—281.
 Менс К., Пиррус Э. 1977. Стратотипические разрезы кембрия Эстонии. Таллин.
 Pirrus, E. 1971. Mõistatused aleuoliidipangastel. Eesti Loodus, nr. 3, 169—171.

- Pirrus, E. 1973. Aleuroliidimugulatest kihid. Eesti Loodus, nr. 4, 233—234.
 Õpik, A. 1925. Beitrag zur Stratigraphie und Fauna des estnischen Unter-Cambriums (Eophyton-Sandstein). Tartu Ülik. Geol. Inst. Toim., nr. 3, 1—19.
 Õpik, A. 1929. Studien über das estnische Untercambrium (Estonium). Tartu Ülik. Geol. Inst. Toim., nr. 15, 1—50.

Институт геологии
 Академии наук Эстонской ССР

Поступила в редакцию
 16/X 1976

E. PIRRUS

EESTI KAMBRIUMI PALEOGEOGRAAFIA REKONSTRUEERIMISEST ORIENTEERITUD TEKSTUURIDE ABIL

On esitatud Põhja-Eesti kambriumi paljandeil olevate virede, põimkihilisuse ja libi-semisdeformatsioonide pikitelgede orientatsiooni mõõtmise tulemused. Selgub, et Lontova kihistu tekstuuri mõõtmise andmetest ei piisa veel paleogeograafiliste järelduste tegemiseks. Seevastu lubab Lükati kihistu tekstuuri orientatsiooni suur muutlikkus rääkida kunagisest paljude veealuste madalike või saartega madalmerest, tiskre kihistus jälgitav orientatsioon aga valdavalt kirde-edelasuunalise rannasendiga avamerest.

E. PIRRUS

THE USE OF ORIENTATED STRUCTURES FOR A RECONSTRUCTION OF CAMBRIAN PALEO GEOGRAPHY IN ESTONIA

The results obtained at measuring the orientation of the longitudinal axes of ripples, cross-bedding, and slump disturbances in the Cambrian outcrops of the North-Estonian Glint and in the quarries are presented (Tables I, II).

It was possible to get only some single data on the Lontova Formation, and therefore relevant paleogeographic conclusions could not be drawn.

The ripples of the Lükati Formation are of a very changeable position in space as well as in one section (Fig. 2) and even in different parts of one and the same layer of large outcrops (Fig. 3). Thus, it is possible to assume that the Lükati beds were formed in a shallow sea with a great many submerged shoals and a complicated shoreline; such an assumption is in accordance with the other geological data. The position of the structures does not enable to determine the predominant orientation of the shoreline or that of the transgression and regression.

The structures of the Tiskre Formation are of a more regular orientation. The longitudinal axis of the ripple chain is predominantly orientated to the north-east and south-west (Fig. 1); however, such an orientation is likewise to be observed in the majority of vertical sections (Fig. 2). The cross-bedded series are perpendicular to the ripples and distinctly inclined in one direction — to the north-west. The incline is of a rather permanent direction in the vertical sections as well (Fig. 6). In the eastern outcrops in the vicinity of Narva the change in the orientation of cross-bedding (from the prevalent north-western direction to the south-western one) is noticeable in the upper part of the formation, testifying to the regressive shifts in the deposition regime and being in accordance with geological data in general. The observable distinct orientation of the structures in the shallow sea refers to the fundamental differences of the Tiskre basin as compared to the Lükati one: the slight dissection of the shoreline, the prevalence of open-sea processes in the deposition regime, the regular deepening of the basin in the north-western direction.

The above-mentioned differences can be easily related with those in the lithology and mineral composition of the relevant formations.

Besides the above-mentioned, the slump deformations of cylindrical structure, numerous in the lowermost part of the Tiskre Formation, are longitudinally orientated to the south-west and the north-east, marking also the position of the ancient coastal slopes.

All the mapped structural elements enable, in North-West Estonia, a reliable determination of the direction of the coastal slope of the Tiskre Basin, whose regularity on the NE—SW line should be considered in facial and paleogeographic reconstructions.