

Ep. 5.12

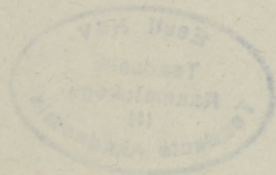
EESTI NSV TEADUSTE AKADEEMIA  
АКАДЕМИЯ НАУК ЭСТОНСКОЙ ССР

---

GEOLOGIA INSTITUUDI  
UURIMUSED

ТРУДЫ  
ИНСТИТУТА ГЕОЛОГИИ

V



TALLINN 1960

## СТРАТИГРАФИЯ ОАНДУСКОГО («ВАЗАЛЕММАСКОГО») ГОРИЗОНТА

Р. М. МЯННИЛЬ

### Введение

Оандуский горизонт ( $D_{III}$ ) как по фациальной дифференциации отложений, так и по развитию и палеоэкологии фауны относится к наиболее интересным подразделениям эстонского ордовика. Рассматриваемый горизонт залегает на границе вирусской и харьюской серий (= средний и верхний ордовик Балтоскандии); он подстилается кейласким ( $D_{II}$ ) и покрывается раквереским горизонтом (E).

Из относимых в настоящее время к оандускому горизонту отложений до 30-х годов текущего столетия были известны лишь вазалеммаские и сакусские известняки. Первые из них были выделены еще в 1854 г. Э. Эйхвальдом (Eichwald, 1854) под названием вазалеммаского гемикосмитового известняка («Hemicosmitenkalk von Wassalem»). Более подробно они рассматривались в работах Ф. Б. Шмидта (Schmidt, 1881) и П. Раймонда (Raymond, 1916). Оказалось, что вазалеммаские известняки, совместно с сакусскими, распространяются лишь в Западной Эстонии, между Саку—Юксурме и Падизе—Паэкюла, т. е. на протяжении не более 35—40 км. Такое ограниченное, по сравнению с другими подразделениями эстонского ордовика, распространение не позволило считать их самостоятельным горизонтом, и их стали рассматривать как «фацию» кейлаского горизонта (Schmidt, 1882; Raymond, 1916; Bekker, 1923, 1925; Scupin, 1928; Алихова, 1953; Келлер, 1954; Соколов, 1953). Обнаружение в начале 30-х годов в Восточной Эстонии пачки мергелей и глинистых известняков, залегающих между отложениями кейлаского и раквереского горизонтов и получивших название оандуских слоев, заставило отказаться от этой точки зрения. Проведенное А. Эпиком изучение фауны этих мергелей показало, что они являются возрастным аналогом вазалеммаских и сакусских известняков Западной Эстонии. Это обстоятельство заставило считать оандуско-вазалеммаские породы самостоятельным подразделением (горизонтом) эстонского ордовика. В качестве такового они с тех пор и рассматриваются всеми эстонскими геологами (Õrik, 1934, 1952; Luha, 1946; Рыымусоке, 1956; Рыымусоке и Ораспыльд, 1956; Мянниль, 1958а, 1958б и др.).

Первые специальные исследования по стратиграфии и фауне оандуского горизонта были произведены А. Эпиком в 30-х годах текущего столетия. По результатам этих исследований были опубликованы, однако, лишь небольшие замечания. Так, в 1934 г. А. Эпик (Õrik, 1934), вводя



термин «оандуские слои», отметил, что последние приблизительно одно-возрастны с вазалеммаскими гемикосмитовыми известняками и содержат многих типичных представителей фауны вазалеммаского горизонта. Гемикосмиты в оандуских слоях отсутствуют, но зато здесь встречаются *Rhynchotrema* и *Camerella*. В своей рукописи\* от того же года А. Эпик уже более подробно останавливается на стратиграфии рассматриваемого горизонта. Он указывает, что последний распространяется на всей территории Эстонии и представлен тремя фациями: на западе — известняками, состоящими из члеников цистонидей и криноидей, в средней части Эстонии — песчаным известняком с богатой фауной мшанок (слоями юкснурме-саку) и в Восточной Эстонии — известняками, мергелями и глинами небольшой мощности (оандускими слоями). Трилобиты последних близки к трилобитам ракверского, мшанки — к мшанкам кейлаского горизонта, а среди брахиопод имеется много специфических форм. В опубликованной в 1952 г. сводке А. Эпик (Õrik, 1952) рассматривает горизонт как состоящий из вазалеммаской, рифовой, и оандуской, нормальной, фаций.

В 1956 г. А. Ораспыльд и А. Рымыусокс опубликовали специальную статью об оандуском горизонте, в которой настаивают на его самостоятельности и излагают результаты изучения его обнажений на реках Долгой и Плюссе (Ленинградская область).

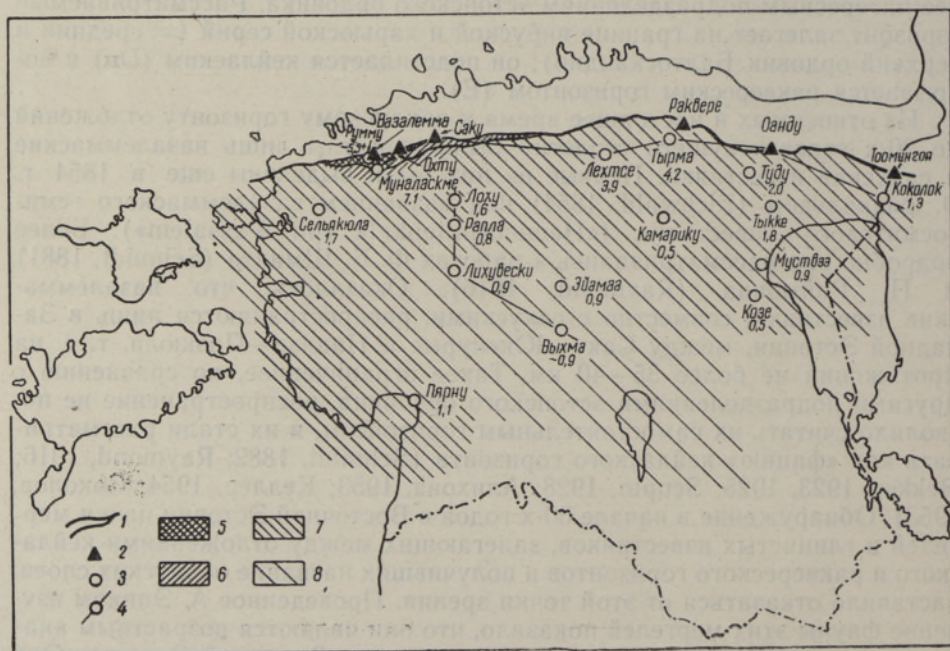


Рис. 1. Карта фаций оандуского горизонта с указанием основных обнажений и буровых скважин. 1 — полоса выхода оандуского горизонта; 2 — основные обнажения; 3 — основные буровые скважины, вскрывшие оандуский горизонт; 4 — линии разрезов (см. рис. 2); 5 — вазалеммаская (рифовая) фация; 6 — сакуская (околорифовая) фация; 7 — оандуская фация; 8 — ярвакандиская фация.

\* А. Õrik. Lexicon de Stratigraphie (палеозой Эстонии). Рукопись, Тарту, 1934.



В настоящей статье дается краткая макролитологическая и фаунистическая характеристика отложений оандуского горизонта и рассматриваются вопросы их сопоставления и возраста.

Автор настоящей статьи занимался изучением стратиграфии оандуского горизонта в конце 40-х годов. Результаты этих исследований изложены в рукописной работе.\* В начале 50-х годов изучением литологии и палеоэкологии некоторых групп фауны курнаской подсерии, в том числе и оандуского горизонта, занимались Э. Юргенсон (Jürgenson, 1953) и А. Ораспыльд (Ogaspöld, 1953). В работах Т. Н. Алиховой (1951), Б. С. Соколова (1951), З. Г. Балашова (1953), Е. А. Модзалевской (1953), А. Рыымусокса (1953, 1959), Л. Сарва (1956, 1959), А. Ораспыльд (1956), Д. Кальо (1956, 1957, 1958а, б), Р. Ф. Геккера (1958) и Р. Мянниля (1958г, 1959в) описан ряд новых представителей фауны оандуского горизонта.

Согласно современному уровню наших знаний о стратиграфии оандуского горизонта, его целесообразно подразделить на территории Эстонии на следующие четыре фации и соответствующие им литостратиграфические пакки \*\*: оандускую (D<sub>III</sub>O), сакускую (D<sub>III</sub>S), вазалеммаскую (D<sub>III</sub>V) и ярвакандискую (D<sub>III</sub>J) (рис. 1 и 2). Нижеледующая характеристика оандуского горизонта дается по указанным фациям.

### Оандуская фация

Оандуская фация распространяется на значительной территории в западной, северной и северо-восточной частях Эстонии, а также на северо-западе Ленинградской области. Она охватывает большую часть выхода оандуского горизонта (рис. 1).

Ввиду небольшой мощности (обычно не более 1—2 м) и характера слагающих их пород, отложения оандуской фации обнажены исключительно плохо. Их обнажения известны лишь в г. Раквере и на реках Оанду, Нарве, Плюссе и Долгой.

Впервые оандуские слои были обнаружены К. Орвику на р. Оанду, в 11 км к югу от железнодорожной станции Кюттейыу. Впоследствии они были установлены в г. Раквере и на р. Нарве [небольшие обнажения на ручейке Тоомингоя (Черемуха)]. Наличие оандуских слоев на р. Плюссе было нам известно по образцам, собранным Ф. Б. Шмидтом (коллекция

\* R. Männil. Materjale Viru ja Harju seeria piirilademete (D<sub>I</sub>—E) stratigraafiaist. [Материалы по стратиграфии пограничных горизонтов вируской и харьюской серии; на эстонском языке.] Институт геологии АН ЭССР. Рукопись. 1950.

\*\* На примере оандуского горизонта мы сталкиваемся с таким случаем, когда понятия «фация» и «пачка» на современном уровне наших знаний по содержанию почти перекрывают друг друга. Выделяемые в данном горизонте региональные комплексы слоев могут быть рассмотрены или как литостратиграфические пакки (в широком смысле), или как фации в понимании А. Грессли (Gressly, 1838; см. также Мооге, 1949; Мянниль, 1958в, стр. 236; 1959а, стр. 33; 1959б, стр. 11). Пачками эти комплексы слоев являются постольку, поскольку они представляют собой литологически единые геологические тела, а фациями — поскольку они являются региональными частями одного и того же горизонта. Раньше мы (Мянниль, 1958а, 1958б) по аналогии с другими горизонтами называли их пачками, но в данной статье отдаем предпочтение термину «фация» (в понимании Грессли), подчеркивая тем самым региональный характер рассматриваемых комплексов слоев. В дальнейшем, при более детальном изучении стратиграфии данного горизонта, безусловно нужно будет более четко разграничивать понятия «пачка» и «фация» и не смешивать, например, термины «оандуская пачка» (= комплекс определенных отложений) и «оандуская фация» (= региональная часть оандуского горизонта, совпадающая с территорией преимущественного распространения оандуской пачки), так как в разрезах какой-либо из фаций горизонта могут быть выделены слои какой-то другой, не характерной для данной фации пачки.



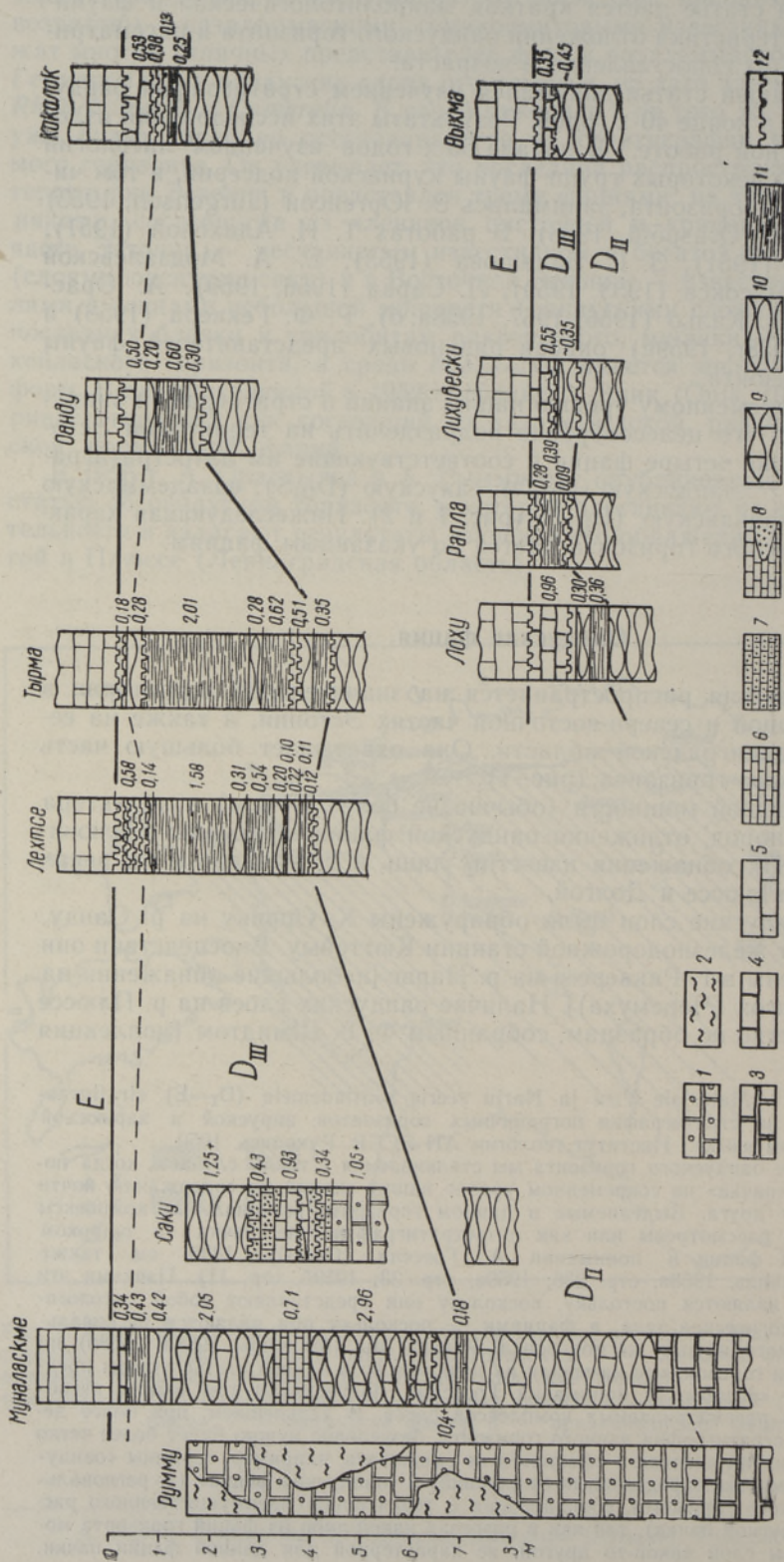


Рис. 2. Основные разрезы оандуского горизонта. 1 — гемикосмитовый известняк; 2 — биогермный известняк; 3 — светло-серый известняк со слаборазвитым раковинистым изломом; 4 — синевато-серый плотный известняк со слаборазвитым раковинистым изломом, с многочисленными мелкими зернами пирита; 5 — светло-серый или желтовато-серый афанитовый известняк с раковинистым изломом; 6 — известняк серый, мелкозернистый; 7 — алевролит доломитовый, толстослоистый; 8 — известняк в чередовании с прослоями светло-серого крупнозернистого алевролита, мергеля и глины; 9 — синевато-серый средне- и мелкозернистый комковатый известняк в чередовании с прослоями мергеля; 10 — зеленовато-серый глинистый комковатый известняк; 11 — мергель и глина; 12 — поверхность перерыва. D<sub>II</sub> — кайлаский горизонт; D<sub>III</sub> — ракрверский горизонт; E — оандуский горизонт.



хранится в Государственном музее естественных наук Эстонской ССР в г. Таллине); в 1955 г. эти обнажения, как и обнажения на р. Долгой, изучались группой эстонских геологов (см. Ораспыльд и Рыму-окс, 1956).

На р. Оанду рассматриваемые отложения представлены следующим стратотипичным разрезом (в метрах, сверху вниз) \*:

- 0,5 — известняк плотный, желтовато-серый, слабо доломитизированный, мелкозернистый, с раковистым изломом; верхняя граница известняка резкая, представлена хорошо выраженной пиритизированной поверхностью перерыва с относительно глыбокими карманами; фауна встречается редко;
- 0,2 — известняк глинистый, желтовато-серый с красными разводами;
- 0,6 — мергель глинистый, зеленовато-серый, комковатый, с богатой фауной брахиопод, мшанок и др.;
- 0,3 — известняк мелкозернистый, серый с фиолетовыми разводами, доломитизированный.

Для большей полноты характеристики приведем еще разрез оандуских слоев по скважине Туду (в метрах, сверху вниз), где они вскрыты в интервале от 50,9 до 52,9 м и имеют следующий характер (рис. 3):

- 0,51 — известняк синевато-серый до пестрого, плотный, среднезернистый, комковатый, с малым содержанием глинистого материала; порода содержит тонкорассеянный пирит и тонкие волнистые прослойки коричневатого-серого глинистого мергеля; верхняя граница известняка представлена сильно развитой пиритизированной поверхностью перерыва, карманы которой заполнены ракуверским афанитовым известняком;
- 0,19 — известняк зеленовато-серый до пестрого, с многочисленными прослойками зеленоватого глинистого мергеля, с обильным тонкорассеянным пиритом и богатой фауной;
- 0,12 — известняк глинистый, синевато-зеленый до пестрого с обильным тонкорассеянным пиритом, с богатой фауной; нижняя граница слоя представлена хорошо развитой пиритизированной поверхностью перерыва;
- 0,05 — мергель синевато-зеленый, с комковатой макротекстурой;
- 0,60 — глина плотная, светло-зеленая, с обильной фауной;
- 0,20 — мергель глинистый, зеленовато-серый, с обильной фауной;
- 0,37 — известняк глинистый, темного синевато-зеленого цвета, комковатый, с обильной фауной; в нижней части слоя мощностью в 12 см имеются многочисленные пиритизированные поверхности перерыва.

В приведенных разрезах, как и в большинстве других изученных разрезов оандуской фации, легко можно выделить четыре следующие слоя или комплекса слоев (сверху вниз):

- плотный известняк ( $D_{III}O^4$ ),
- верхний глинистый известняк ( $D_{III}O^3$ ),
- глинистый мергель ( $D_{III}O^2$ ) и
- нижний глинистый известняк ( $D_{III}O^1$ ).

Нижняя и верхняя границы оандуской пачки весьма четкие. Они маркируются обычно одной или несколькими пиритизированными поверхностями перерыва. Последние часто прослеживаются по всему слою плотного известняка (в разрезе скв. Лехтсе и Рапла их количество до-

\* Данное описание составлено К. Орвику и А. Эпиком в начале 30-х годов; в настоящее время этот разрез обнажается лишь частично.



стигает шести). Нижняя граница пачки отмечается резким исчезновением характерной для кейлаского горизонта фауны (см. Мянниль, 1958в) и появлением характерной оандуской фауны (см. ниже). Принятая в настоящее время верхняя граница пачки в некоторой степени условная, что объясняется недостатком фаунистического материала из комплекса  $D_{III}O^4$ .

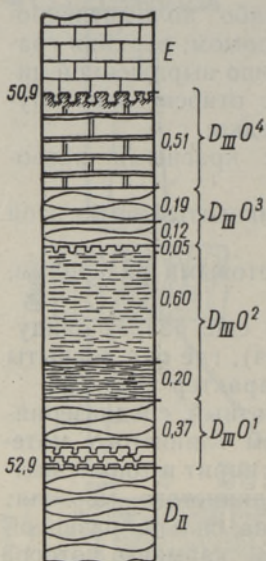


Рис. 3. Разрез оандуского горизонта в скважине Туду.  $D_{III}O^1$  — нижний комплекс глинистых известняков;  $D_{III}O^2$  — комплекс мергелей и глин;  $D_{III}O^3$  — верхний комплекс глинистых известняков;  $D_{III}O^4$  — комплекс известняков со слабо-развитым раковистым изломом. Послойное описание разреза приведено в тексте.

Из последнего в Раквере найдены *Chasmops* sp., *Sowerbyella* (*Sowerbyella*) cf. *tenera* Rõm., *Dalmanella wesenbergensis* (Wysog.), и *Vellamo* sp. На р. Оанду из этого комплекса, непосредственно под его кровлей, обнаружен руководящий для оандуского горизонта вид *Rafinesquina* (*Rafinesquina*) *poljensis* Alich. В литологическом отношении комплекс  $D_{III}O^4$ , однако, стоит ближе к афанитовым породам раквереского горизонта, чем к типичным глинистым породам оандуской пачки.

Мощность оандуской пачки установлена нами по следующим скважинам (в метрах): Коколок — 1,29, Лыппе — 1,21, Тыкке — 1,81, Туду — 2,04, Тырма — 4,23, Лехтсе — 3,94, Сельякула — 1,7, Лоху — 1,6, Рапла — 0,76, Лихувески — 0,9, Выхма — около 0,8, Эйамаа — 0,9 (по данным Э. Юргенсон), Пярну — 1,1, Коце — 0,9 и Муствээ — 0,5. Из этих данных следует, что мощность рассматриваемой пачки в западном и северном направлениях закономерно увеличивается, причем главным образом за счет увеличения мощности комплекса глинистого мергеля ( $D_{III}O^2$ ). Так, мощность последнего составляет у Коколока 0,13, у Лыппе 0,34, на р. Оанду 0,6, у Туду 0,8, у Тырма 2,78 и у Лехтсе 2,43 м. Мощность остальных слоев изменяется в незначительных пределах. Исключительно постоянной мощностью обладает верхний комплекс ( $D_{III}O^4$ ) — в большинстве случаев 0,3—0,5 м. Этот комплекс хорошо выделяется не только во всех разрезах оандуской фации, но и вообще во всех изученных разрезах оандуского горизонта, в том числе и в разрезе скважины Пярну, расположенной на расстоянии около 200 км от скважины Коколок (на р. Нарве).

Фауна оандуской фации, как и фауна других фаций рассматриваемого горизонта, изучена в общем еще недостаточно. Более или менее хорошо известны лишь ругозы, мшанки, брахиоподы, остракоды и трилобиты. К настоящему времени установлено наличие всего 78 видов и подвидов, полный перечень которых приводится в табл. 1. Там же показано распространение соответствующих видов в нижележащем кейласком ( $D_{II}$ ) и вышележащем раквереском (E) горизонтах, а также в сакусской ( $D_{III}S$ ) и вазалеммаской ( $D_{III}IV$ ) пачках. При составлении таблицы использовались и данные А. Ораспыльд (1956), Л. Сарва (1956, 1959), Д. Кальо (1956) и Р. Мянниля (1959а).

Как видно из табл. 1, основная часть оандуской фауны принадлежит мшанкам (30 видов); за ними следуют брахиоподы (17 видов) и остракоды (13 видов). Около 30% всей фауны найдено только в оандуской пачке. К таким руководящим для данной пачки видам относятся, прежде



## Список фауны оандуской фации

	D <sub>II</sub>	D <sub>II-III V</sub>	D <sub>III S</sub>	E
<i>Vermiporella</i> sp. ?	—	—	—	?
<i>Streptelasma orientalis</i> Kaljo	—	—	—	—
<i>Leolasma reimani</i> Kaljo	—	—	—	—
<i>Hoplocrinus oanduensis</i> Männil	—	—	—	—
<i>Achradocystites schmidti</i> Hecker	—	—	×	—
<i>Protocrinites</i> n. sp.	—	—	—	—
<i>Scoliocystis</i> (?) n. sp. a	—	—	—	—
<i>Scoliocystis</i> (?) n. sp. b	—	—	—	—
<i>Corynotrypa delicatula</i> n. subsp.	×	—	—	—
<i>Corynotrypa</i> n. sp.	?	×	—	—
<i>Kukersella borealis borealis</i> (Bassl.)	?	×	?	×
<i>Halloporella dybowskii</i> Bassl.	—	—	—	×
<i>Halloporella wesenbergiana</i> (Dyb.)	×	×	×	×
<i>Diplotrypa petropolitana petropolitana</i> (Nich.)	×	—	—	×
<i>Diplotrypa moniliformis</i> Bassl.	×	—	—	×
* <i>Homotrypa similis</i> Foord	×	×	×	—
<i>Dekayella</i> cf. <i>praenuntia simplex</i> Ulr.	×	×	×	—
* <i>Stigmatella massalis</i> Bassl.	×	×	×	—
<i>Batostoma speciosum</i> Modz.	×	×	—	×
<i>Batostoma speciosum</i> Modz.	—	—	—	—
<i>Anaphragma mirabile cognatum</i> Bassl.	×	×	×	×
<i>Eridotrypa aedilis</i> (Eichw.)	×	×	×	×
* <i>Dittopora colliculata</i> (Eichw.)	×	×	×	×
<i>Hemiphragma subsphaericum</i> Bassl.	—	—	—	×
<i>Hemiphragma</i> cf. <i>tenuimurale</i> Ulr.	×	×	×	×
* <i>Bythopora</i> cf. <i>subgracilis</i> (Ulr.)	×	×	×	—
<i>Vinella repens</i> Ulr.	—	—	—	—
<i>Pseudohornera bifida excedens</i> Männil	×	×	×	?
<i>Stictoporellina</i> n. sp.	×	×	×	—
* <i>Graptodictya</i> n. sp.	×	×	×	—
<i>Proavella proava</i> (Eichw.)	×	×	×	—
<i>Oanduella bassleri</i> Männil	×	×	×	—
<i>Phaenopora</i> n. sp.	—	×	—	×
<i>Escharopora</i> cf. <i>subrecta</i> Ulr.	—	—	×	—
<i>Escharopora</i> n. sp.	×	×	×	—
<i>Pachydictya</i> n. sp.	—	×	—	—
« <i>Sceptropora</i> » <i>francisca</i> Bassl.	×	—	×	—
<i>Nematopora</i> n. sp.	—	—	—	—
<i>Pholidops</i> sp. ?	—	—	—	—
<i>Vellamo oandoensis</i> Öpik	—	×	×	—
<i>Ilmarinia dimorpha</i> Öpik	—	×	×	—
<i>Platystrophia dentata evari</i> Orasp.	—	—	—	—
<i>Platystrophia crassoplicata rava</i> Orasp.	—	—	—	—
<i>Platystrophia lutkevichi</i> Alich.	—	—	—	×
* <i>Dalmanella wesenbergensis</i> Wysog.	—	—	—	×
<i>Dalmanella</i> (?) n. sp.	—	—	—	—
* <i>Sowerbyella</i> ( <i>Sowerbyella</i> ) <i>tenera</i> Rõõmusoks	—	—	—	—
<i>Leptaena fluviatilis</i> Orasp.	—	—	—	—
<i>Rafinesquina</i> ( <i>Rafinesquina</i> ) <i>orvikui</i> Orasp.	—	—	—	—
<i>Rafinesquina</i> ( <i>Rafinesquina</i> ) <i>poljensis</i> Alich.	—	—	—	—
<i>Rafinesquina</i> ( <i>Playfairia</i> )? <i>oanduensis</i> Orasp.	—	—	—	—
<i>Holtedahlina</i> sp. ?	—	—	—	—
<i>Porambonites wesenbergensis</i> Teich.	—	?	?	×
<i>Camerella dura</i> Orasp.	—	—	—	—
<i>Rhynchotrema parva</i> Orasp.	—	—	—	—
<i>Cyclonema lineatum</i> Kok.	—	—	×	—
<i>Brachyotomaria baltica</i> (Vern.)	×	?	×	×
<i>Hormotoma</i> sp. ?	—	—	—	—



	D <sub>II</sub>	D <sub>II-III</sub> V	D <sub>III</sub> S	E
<i>Tallinnopsis iewica</i> (Neckaja)	×	×	—	—
<i>Primitiella</i> ? <i>oanduensis</i> (Sarv)	—	×	—	—
* <i>Bolbina rakverensis</i> Sarv	—	—	×	×
<i>Disulcina perita perita</i> (Sarv)	—	—	×	×
<i>Tvaerenella magna</i> (Sarv)	—	—	—	—
<i>Tvaerenella longa pretiosa</i> (Sarv)	—	—	—	×
<i>Sigmobolbina illativis</i> (Neckaja)	×	—	—	—
* <i>Tetradella litwiensis</i> (Neckaja)	—	—	—	×
<i>Parulrichia minima</i> Sarv	—	—	—	—
<i>Platylbolbina temperata</i> (Sarv)	×	×	×	—
<i>Levisulculus</i> ? <i>rava</i> (Sarv)	—	×	×	—
* <i>Sigmoopsis granulata</i> (Sarv)	—	×	×	×
<i>Lepeditella prima</i> Sarv	×	×	×	×
<i>Chasmops extensus</i> (Boeck)	—	—	×	—
<i>Chasmops musei</i> Öpik	—	—	—	—
<i>Chasmops inge</i> Rõõmusoks	—	—	—	—
<i>Conolichas eichwaldi</i> (Nieszk.)	—	×	×	×
<i>Hemiarges wesenbergensis</i> (Schm.)	—	—	—	×
<i>Pharostoma nieszkowski</i> Schm.	—	—	—	×
« <i>Ceratocephala</i> » n. sp.	—	—	—	—

Примечание. Отмеченные звездочкой (\*) формы встречаются в массовом виде.

всего, *Batostoma speciosum* Modz., *Nemaopora* n. sp., *Platystrophia dentata evari* Orasp., *P. crassoplicata rava* Orasp., *Sowerbyella* (*Sowerbyella*) *tenera* Rõõm., *Camerella dura* Orasp., *Rhynchotrema parva* Orasp., *Parulrichia minima* Sarv и др.

Из руководящих для оандуского горизонта (D<sub>III</sub>) видов в оандуской пачке встречаются *Achradocystites schmidti* Hecker, *Stictoporellina* n. sp., *Pachydictya* n. sp., *Vellamo oandoensis* Öpik, *Ilmarinia dimorpha* Öpik, *Cyclonema lineatum* Kok. и *Levisulculus* ? *rava* (Sarv).

Из общего числа видов оандуской фауны 9 являются транзитными, 15 — общими лишь с кейласким горизонтом и 16 — лишь с раквереским горизонтом. Для примера укажем следующие транзитные виды: *Hallopora wesenbergiana* (Dyb.), *Dittopora colliculata* (Eichw.), *Diplotrypa p. petropolitana* (Nich.), *Brachytomaria baltica* (Vern.) и *Lepeditella prima* Sarv. Общими с кейласким горизонтом являются: *Proavella proava* (Eichw.), *Homotrypa similis* Foord, *Stigmatella massalis* Bassl., *Dekayella* cf. *praenuntia simplex* Ulr., *Tallinnopsis iewica* (Neckaja), *Platylbolbina temperata* Sarv и др.; общие с раквереским горизонтом: *Hallopora dybowski* Bassl., *Hemiphragma subsphaericum* Bassl., *Dalmanella wesenbergensis* Wysog., *Bolbina rakverensis* Sarv, *Tetradella litwiensis* (Neckaja), *Sigmoopsis granulata* (Sarv), *Conolichas eichwaldi* (Nieszk.) и др.

По материалам, приведенным в табл. 1, хорошо видно, что мшанки оандуской пачки в общем тесно связаны с мшанками кейлаского горизонта, остракоды и трилобиты — с соответствующими группами фауны раквереского горизонта, а среди брахиопод преобладают специфические для данной пачки виды. Этот пример показывает, что в фаціальном и стратиграфическом отношениях различные группы организмов ведут себя по-разному, и что при решении вопросов стратиграфии обязательно нужно учитывать весь комплекс фауны.



## Сакуская фация

Сакуская фация в литологическом и фаунистическом отношении является переходной между оандуской и вазалеммаской фациями. Она известна лишь по одному основному местонахождению — каменоломне Саку, расположенной в 10 км к югу от г. Таллина. Кроме того, к этой фации можно условно отнести и известняки, вскрытые скважиной Муналаске в районе к югу от известного Руммуского карьера гемникосмитового известняка. Площадь распространения сакусской фации не определена; можно лишь предполагать, что она в виде узкой полосы примыкает к вазалеммаской фации, по меньшей мере с юга и востока (см. рис. 1).

Ввиду переходного характера и очень ограниченного площадного распространения сакусской фации некоторые исследователи рассматривали ее как часть вазалеммаской, называя «сакусской микрофацией вазалеммаской мезофации» (Jügenson, 1953; Ogasröld 1953; Сарв, 1956; Ораспыльд, 1956). Отложения сакусской фации изучены, однако, еще недостаточно и в настоящее время мы еще не знаем их точных отношений к вазалеммаской и оандуской пачкам. Поэтому вряд ли целесообразно условно подчинять сакусскую фацию, характеризующуюся определенным литологическим типом разреза и довольно

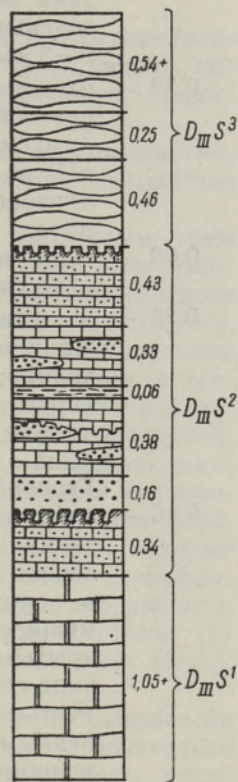


Рис. 4. Разрез оандуского горизонта в каменоломне Саку.  $D_{III}S^1$  — комплекс доломитизированных грубозернистых известняков;  $D_{III}S^2$  — изменчивый комплекс известняков с содержанием зерен кварца, косослоистых известково-доломитовых алевролитов, мергелей и глин;  $D_{III}S^3$  — комплекс глинистых известняков. Послойное описание разреза приведено в тексте.

специфическим составом фауны той или другой из указанных «основных» фаций. По этой причине мы в настоящей сводке рассматриваем сакусскую фацию как самостоятельную, более или менее равноценную с остальными фациями оандуского горизонта.

В своем стратотипичном разрезе в каменоломне Саку сакусские слои вскрыты на неполную мощность в 4,0 м. Нижняя и верхняя их границы не обнажаются. Разрез представлен внизу грубозернистыми, отчасти доломитизированными известняками, в средней части — мергелями, косослоистыми известково-доломитовыми алевролитами с зернами кварца и глинистыми известняками, а в верхней части — тонкослоистыми глинистыми известняками (рис. 4).

Детальный разрез в каменоломне Саку следующий (в метрах, сверху вниз):

- 0,54 — глинистый известняк, желтовато-серый, тонкослоистый;
- 0,25 — глинистый известняк, желтовато-серый, тонкослоистый, с прослойками и линзовидными включениями среднезернистого детритового известняка;
- 0,46 — известняк среднезернистый, синевато-серый до желтовато-серого, с многочисленными прослойками мергеля; нижняя



- граница слоя представлена волнистой поверхностью перерыва с небольшими (диаметром до 1,5 см) норами глубиной до 6 см; последние заполнены светло-зеленым мергелем, содержащим мелкие зернышки кварца;
- 0,43 — алевролит синевато-серый, крупнозернистый, доломитовый, толстослоистый, с тонкорассеянным пиритом; порода пронизана вертикальными ходами червей, заполненными светло-зеленым мергелем; у основания слоя встречаются тонкие (до 2—3 см) прослойки темного, синевато-серого мергеля;
- 0,33 — известняк синевато-серый, доломитовый, с тонкими (1—2 см) прослойками мергеля, расположенными через каждые 4—6 см; поверхности напластования часто покрыты ходами червей; на западном краю каменоломни в этом слое встречаются линзообразные прослои светло-серого косослоистого алевролита;
- 0,06 — глина известковистая, синевато-серая, пластичная, с редкими известковыми конкрециями;
- 0,38 — известняк светло-серый до темного, синевато-серого, с содержанием тонкорассеянного пирита и с мелкими зернами кварца; в слое имеются редкие линзовидные прослои светло-серого косослоистого алевролита; в середине толщи отмечается относительно слабо выраженная поверхность перерыва с углублениями неправильной формы и с норками типа *Trypanites*;
- 0,16 — алевролит светло-серый, крупнозернистый, косослоистый; тонкая слоистость породы обусловлена послойным распределением глинистого материала или тонкорассеянного пирита; в породе встречаются линзообразные прослойки мергеля мощностью до 1 см, нередко приуроченные к волнистым, покрытым знаками ряби поверхностям наслоения; нижняя граница слоя представлена волнистой пиритизированной поверхностью перерыва с глубокими (до 12 см) норками, заполненными светлым зеленовато-серым мергелем с мелкими зернами кварца;
- 0,34 — алевролит синевато-серый, темный, крупнозернистый, доломитовый, местами с тонкой косослоистой текстурой; в слое встречаются 2—3 тонких прослоя темно-синего мелкозернистого алевролита с очень тонкой слоистостью; поверхности наслоения нередко покрыты знаками ряби или ходами червей;
- 1,05 — известняк синевато-серый, крупнозернистый, детритовый, доломитовый; нижняя третья часть известняка относительно сильно доломитизирована, пористая, с небольшими кавернами; у самого основания слоя встречаются знаки ряби; фауна обильная, но обычно плохо сохранившаяся.

Приведенный разрез измерен в средней части каменоломни. У западного конца ее, на расстоянии 30 м от первой точки, разрез рассматриваемых слоев уже несколько видоизменен: здесь имеются лишь два хорошо выделяющихся слоя светло-серого алевролита, нижний из которых является продолжением слоя алевролита (мощностью 0,16 м) вышеописанного разреза; непосредственно над ним залегает слой синевато-серого крупнозернистого детритового известняка с большим содержанием мелкорассеянного пирита и с обильно развитыми колониями *Solenopora spongioides* Dyb. Прослою известковистой глины (мощностью 0,06 м) вышеописанного разреза здесь соответствует зеленовато-серый



глинистый известняк и т. д. Это говорит о значительной изменчивости характера осадков сакуской фации в горизонтальном направлении.

В общем, разрез каменоломни Саку можно подразделить на три комплекса (сверху вниз):

$D_{III}S^3$  — глинистые известняки, тонкослоистые, с прослоями и линзообразными включениями детритового известняка, общей мощностью 1,25 м;

$D_{III}S^2$  — изменчивый средний комплекс, состоящий преимущественно из известняков с содержанием мелких зерен кварца, косослоистого известково-доломитового алевролита, мергелей и глин, общей мощностью 1,70 м;

$D_{III}S^1$  — известняки грубозернистые, органогенные, толстослоистые, более или менее доломитизированные, общей мощностью более 1,05 м.

Фаунистический материал собран отдельно по указанным трем комплексам, причем результаты предварительной его обработки изложены в табл. 2. Как видно из таблицы, общих для всех трех комплексов видов довольно мало. Это эврифацальные формы (*Solenopora*, *Dittopora*, *Ilmarinia*, *Proavella*), которые широко распространены и в отложениях оандуской, а также вазалеммаской фации. Большинство видов, встречаемых одновременно в среднем и верхнем комплексах, распространяются и в других фациях (*Cyclonema* и *Conolichas* — в оандуской, *Rhynchotrema* — в вазалеммаской фации). Наряду с общими видами, каждый комплекс характеризуется некоторыми количествами «руководящих» видов. В нижнем комплексе встречается целая группа форм (*Pseudocryptaenia*, *Platyceras*, «*Proetus*», *Bumastoides* и др.), которые пока не найдены в других слоях среднего ордовика Эстонии. Специфичными для среднего комплекса являются иглокожие *Achradocystites* и *Proteroblastus*, а для верхнего комплекса — брахиоподы *Leptaena* (?) *luhai* Sokolsk.\*, *Zygospira gutta* Orasp., *Holtedahlina sakuensis* Orasp. и др.

Распределение фауны в пределах нижнего и верхнего комплексов более или менее равномерное, что хорошо согласуется с их относительно однообразным литологическим составом. Этого нельзя сказать, однако, о среднем комплексе.

В прослойках светло-серого алевролита среднего комплекса сакуского разреза ( $D_{III}S^2$ ) найдены пока только фрагменты граптолитов и конодонты. Бентонные организмы во время накопления этих косослоистых алевролитов, по-видимому, в данном районе отсутствовали. Относительно обильны органические остатки в слое мощностью 0,10—0,15 м, а также в слое, залегающем приблизительно на 0,1 м ниже средней поверхности перерыва (см. рис. 4). В этом прослое найдены *Solenopora spongioides* Dyb. (в массовом виде), *Ilmarinia dimorpha* Öpik, *Vellamo oandoensis* Öpik и *Boreadorthis* sp. Выше поверхности перерыва фауна редка. В прослое глины мощностью 0,06 м найдены *Achradocystites schmidti* Heck., *Conolichas eichwaldi* (Nieszk.), *Ilmarinia dimorpha* Öpik, *Vellamo oandoensis* Öpik, *Solenopora spongioides* Dyb., *Platystrophia dentata triata* Orasp., *Sowerbyella* sp., *Dittopora colliculata* (Eichw.) и *Hemicosmites* sp. В верхней части среднего комплекса найден *Stroma-*

\* Данный вид установлен А. Н. Сокольской (1954) и переописан А. Ораспыльд (1956) под названием «*Leptaena luhi*». Так как вид назван в честь академика АН ЭССР А. Г. Луха (A. Luha), то название его согласно номенклатурным правилам следует писать «*luhai*» (вместо «*luhi*»). Наличием кольцевого валика на спинной створке и некоторыми другими признаками данный вид резко отличается от типичных представителей рода *Leptaena* и, видимо, должен быть отнесен к особому роду или подроду.



Распространение фауны в отдельных комплексах разреза Сакуской каменоломни \*

Наименование видов	Оандус- кая фа- ция	Сакуская фация			Вазалемма- ская фация
		D <sub>III</sub> S <sup>1</sup>	D <sub>III</sub> S <sup>2</sup>	D <sub>III</sub> S <sup>3</sup>	
<i>Solenopora spongioides</i> Dyb.	?	×	×	×	×
<i>Ilmarinia dimorpha</i> Öpik	×	×	×	×	×
<i>Proavella proava</i> (Eichw.)	×	×	×	×	×
<i>Dittopora colliculata</i> (Eichw.)	×	×	×	×	×
<i>Brachytomaria baltica</i> (Vern.)	×	×	—	×	—
<i>Encrinuroides cf. seebachi</i> (Schm.)	—	×	—	—	×
<i>Bumastoides</i> sp.	—	×	—	—	—
« <i>Proetus</i> » sp.	—	×	—	—	—
<i>Lichas</i> n. sp.	—	×	—	—	—
<i>Pseudocryptaenia lahuseni</i> Kok.	—	×	—	—	—
<i>Platyceras meyndorfi</i> Kok.	—	×	—	—	—
<i>Rafinesquina</i> (R.) <i>poljensis</i> Alich.	×	×	—	—	—
<i>Ptilodictya</i> sp. ?	—	×	×	—	—
<i>Stromatocerium canadense</i> Nich. et Murie	—	—	×	—	—
<i>Boreadorthis</i> sp.	—	—	×	—	—
<i>Achradocystites schmidti</i> Heck.	×	—	×	—	—
<i>Proteroblastus schmidti</i> Jkl.	×	—	×	—	—
<i>Sowerbyella</i> sp.	—	—	×	—	—
<i>Hemicosmites</i> sp.	—	—	×	×	—
<i>Hemicosmites pulcherrimus</i> Jkl.	—	—	×	?	—
<i>Cyclonema lineatum</i> Kok.	—	—	×	×	—
<i>Platystrophia dentata triata</i> Orasp.	—	—	×	×	—
<i>Vellamo oandoensis</i> Öpik	×	—	×	×	×
<i>Rhynchotrema nobilis</i> Orasp.	—	—	×	×	×
<i>Conolichas eichwaldi</i> (Nieszck.)	×	—	×	×	?
<i>Brachyelasma concava</i> Kaljo	—	—	—	×	—
<i>Brachyelasma cylindricum</i> (Troedsson)	—	—	—	×	—
<i>Tryplasma praecox</i> Kaljo	—	—	—	×	?
<i>Tvaerenella longa longa</i> (Sarv)	—	—	—	×	×
<i>Bolbina rakverensis</i> Sarv	×	—	—	×	—
<i>Disulcina perita perita</i> Sarv	×	—	—	×	—
<i>Platylbolbina temperata</i> Sarv	×	—	—	×	×
<i>Levisulculus</i> ? <i>rava</i> Sarv	×	—	—	×	×
<i>Sigmoopsis granulata</i> (Sarv)	×	—	—	×	×
<i>Leperditella prima</i> Sarv	×	—	—	×	×
<i>Leptæna</i> (?) <i>luhai</i> Sokolsk.	—	—	—	×	—
<i>Porambonites wesenbergensis</i> Teich.	×	—	—	×	—
<i>Zygospira gutta</i> Orasp.	—	—	—	×	—
<i>Holtedahlina sakuensis</i> Orasp.	—	—	—	×	—
<i>Stictoporellina</i> n. sp.	×	—	—	×	×
<i>Monticulipora arborea bispinnata</i> Bassl.	—	—	—	×	—
<i>Anaphragma mirabile cognata</i> Bassl.	×	—	—	×	—

\* Остракоды приводятся по Л. Сарву (1956, 1959), ругозы — по Д. Калью (Kaljo, 1956).

*tocerium canadense* Nich. et Murie, который является наиболее древним известным видом строматопоронидей в ордовике Эстонии. Диаметр ценостеума указанного экземпляра достигал 0,5 м, и последний залегал на 0,4 м ниже верхней границы среднего комплекса.

Таким образом, мы видим, что основные комплексы слоев сакуского разреза являются не только литологическими, но и фаунистическими подразделениями. Их можно было бы рассматривать как подпачки сакуской пачки, но, ввиду отсутствия в настоящее время данных об их распространении и соотношении с отложениями соседних пачек данного горизонта, нам представляется целесообразным пока воздержаться от выделения на их базе определенных литостратиграфических единиц.



Весьма своеобразно выражены отложения оандуского горизонта в скважине Муналаскме, где они вскрыты в интервале от 3,84 до 10,93 м и достигают общей мощности в 7,09 м. Оандуский горизонт представлен здесь (в метрах) следующим разрезом (сверху вниз; см. обобщенную колонку на рис. 2):

- 0,26 — известняк мелкозернистый, синевато-серый, с многочисленными зеленовато-серыми ходами червей; на верхней границе залегают тонкий прослой зеленовато-серого мергеля;
- 0,08 — известняк мелкозернистый, серый, со слабо выраженным раковистым изломом;
- 0,43 — мергель и глинистый мергель, синевато-серые, с редкими органическими остатками;
- 0,42 — глинистый известняк, синевато-серый до зеленовато-серого, комковатый, с тонкими прослойками мергеля, с редкими фрагментами органических остатков;
- 0,82 — известняк среднезернистый до мелкозернистого, темного синевато-серого цвета, комковатый, образует слои мощностью 3—5 см и чередуется с более тонкими прослоями мергеля и глинистого мергеля менее темного, синевато-серого до зеленовато-серого цвета; в нижней части комплекса много членников и других фрагментов иглокожих;
- 0,09 — известняк мелкозернистый, темного, синевато-серого цвета, со слабо выраженной тонкой горизонтальной слоистостью;
- 1,14 — известняк среднезернистый до мелкозернистого, темного, синевато-серого цвета, комковатый, чередуется с прослоями мергеля более светлого цвета;
- 0,71 — известняк мелкозернистый, темный, синевато-серый, с содержанием тонкорассеянного пирита, чередуется с тонкими прослоями мергеля;
- 0,44 — известняк среднезернистый, синевато-серый, комковатый с относительно крупными зернами пирита, чередуется с прослоями мергеля; встречаются две слабо выраженные поверхности перерыва;
- 0,11 — цистонидный известняк, крупнокристаллический, с мелкими зернами пирита;
- 0,07 — известняк мелкозернистый, плотный, светло-серого цвета.

Из приведенной макролитологической характеристики разреза видно, что оандуский горизонт в районе Муналаскме почти целиком складывается чередующимися слоями мелко- или среднезернистого комковатого известняка и мергеля. Типичный цистонидный вазалеммаский известняк здесь отсутствует, если не учитывать маломощного прослоя у основания разреза. Последний представляет собой, по-видимому, конец некоего «языка» вазалеммаской пачки. Верхнй разреза, мощностью 1,19 м, представлены породами, весьма сходными с породами оандуской фации. Этот комплекс, по-видимому, соответствует верхней части разреза скважины Лехтсе и должен, по существу, рассматриваться как «язык» оандуской пачки.

Большое различие между разрезами скважины Муналаскме и каменистом Саку указывает на разнообразие сакуской фации как переходного образования между вазалеммаской рифовой и нормальной фациями оандуского горизонта. Ввиду этого на современном уровне наших знаний детальное сопоставление указанных двух разрезов не может быть еще проведено.



## Вазалеммаская фация

Вазалеммаская фация оандуского горизонта слагается в основном верхней частью вазалеммаской пачки. Под вазалеммаской пачкой мы, следуя Э. Эйхвальду (Eichwald, 1854), Ф. Б. Шмидту (Schmidt, 1881), П. Раймонду (Raymond, 1916) и др., подразумеваем комплекс цистонидных известняков и биогермов, который залегает в северо-западной части Эстонии между пязэскюлаской пачкой кейлаского горизонта и раквереским горизонтом. По возрасту этот комплекс относится отчасти к кейласкому, отчасти к оандускому горизонту (см. ниже, а также Мянниль, 1958а, 1958в). Поскольку вазалеммаская пачка представляет собой единое литологическое тело и граница между ее разновозрастными частями до сих пор еще не установлена, мы вынуждены пока рассматривать эту пачку как нерасчлененную толщу. При этом мы имеем в виду, что по площади распространения вазалеммаская пачка в общих чертах совпадает с вазалеммаской фацией оандуского горизонта (см. рис. 1).

Как уже сказано, вазалеммаская пачка развита только в северо-западной части Эстонии, где занимает узкую (2—3 км) полосу протяженностью 35—40 км. Крайними пунктами выхода пачки являются на западе — Пазкюла и Мяэра, на востоке — Туула, Йыгисоо и Юкснурме. Обнаженность вазалеммаской пачки исключительно хорошая. На небольшой площади ее распространения известно около 50 каменоломен и карьеров, в том числе целый ряд крупных (в районе Румму и Вазалемма).

На полную мощность вазалеммаская пачка нигде не вскрыта, ее неполная же мощность достигает, по устным данным геолога Х. Хейн, местами до 14—15 м.

Пачка слагается более или менее яснослоистым грубокристаллическим цистонидным известняком (так наз. вазалеммаским мрамором), включающим мшанково-водорослевые биогермы. Последние слагаются отчасти афанитовым водорослевым, отчасти же глинистым, богатым мшанками цистонидным известняком.

Обследование каменоломен и карьеров, а также кернов буровых скважин показывает, что нижняя часть вазалеммаской пачки в районе Вазалемма слагается обычно цистонидным известняком, а биогермы приурочены преимущественно к верхней части пачки; их количество и размеры вверх по разрезу постепенно увеличиваются. Это хорошо отражается и в рельефе местности там, где четвертичный покров маломощен или отсутствует. В северной зоне полосы выхода выступают слоистые гемикосмитовые известняки, слагающие нижнюю часть разреза, и рельеф здесь ровный. В южной же зоне полосы выхода, где обнажаются сложенные неслоистыми известняками биогермы, — рельеф местности волнистый и характеризуется наличием многочисленных бараньих лбов.

Литологический характер вазалеммаских пород рассматривается в работах Э. Мэльса (Möls, 1946), В. Я. Степанова и В. П. Маслова (1953) и Э. Юргенсон (1953). Цистонидный известняк представляет собой грубодетритовую породу, состоящую из члеников и табличек иглокожих (преимущественно цистонидей), а также из обломков мшанок и других организмов. Цементирующим материалом служит вторичный кальцит или глинистое вещество. Характерно небольшое содержание в породе терригенного материала (в среднем 0,16% по Юргенсон, 1953). Присутствие тонкорассеянного пирита придает в общем светлой породе синеватый оттенок.

Афанитовый биогермный известняк представляет собой синевато-серую до голубоватой плотную водорослевую породу, выдвинутую как особый тип вазалеммаских пород еще Ф. Б. Шмидтом (Schmidt, 1881,



стр. 34). Указанный автор говорит о плотных светлых породах, постепенно переходящих в ракверескую («везенбергскую») породу. В разрезах видно, что афанитовый известняк тесно связан с третьим типом вазалеммских пород — синевато-серым глинистым, богатым относительно хорошо сохранившимися мшанками и цистоидеями известняком. Этот

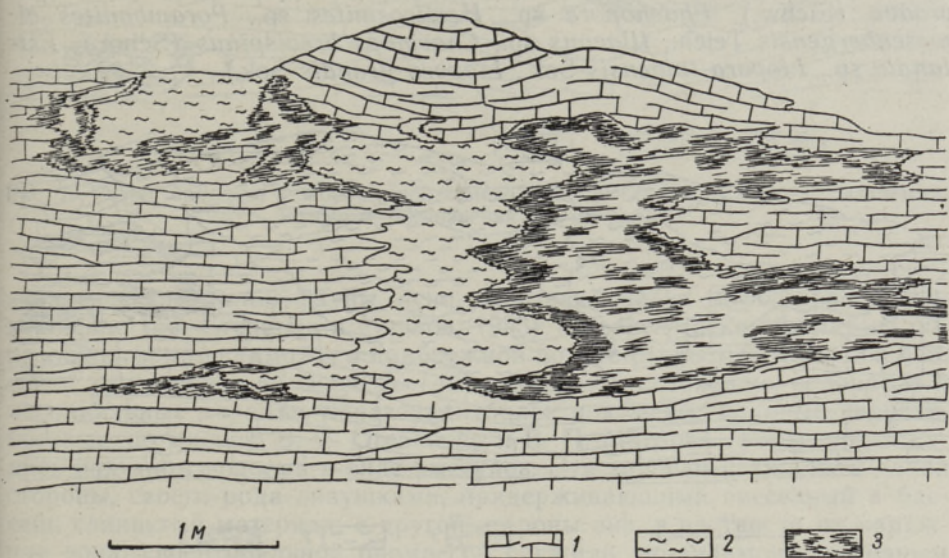


Рис. 5. Разрез биогерма в каменоломне у шоссе Кейла-Хаапсалу, против б. Вазалеммской корчмы. 1 — слоистый цистоидный (гемикосмитовый) известняк; 2 — биогермный афанитовый известняк; 3 — биогермный глинистый известняк.

тип породы был также известен Ф. Б. Шмидту, который писал, что и в энкринитовых известняках заключены некоторые более рыхлые («lockere») части, в которых фауна сохранилась лучше (Schmidt, 1881. стр. 34). Глинистый известняк отличается, прежде всего, большим содержанием терригенного материала, который встречается в породе в виде неправильных прослоек и включений.

Фаунистически вазалеммские породы изучены пока еще слабо. Лучшее всего известен состав фауны глинистого биогермного известняка, из которого происходят почти все известные из окрестности Вазалемма виды иглокожих, мшанок и кораллов. Среди последних в массовом виде встречаются *Cyathocystis rhizophora* Schm., *Hemicosmites rudis* Jkl., *Homotrypella cribrosa* Bassl., *Homotrypa similis* Foord, *Dittopora colliculata* (Eichw.), *Diplotrypa petropolitana ligniformis* (Dyb.), *Orbignyella germana* Bassl., *Diazipora milleporacea* (Bassl.), *Eofletcheria orvikui* (Sok.), *Tallinnella modulata* Sarv, *Tallinnopsis iewica* (Neckaja) и *Leperditella prima* Sarv. Брахиоподы (*Porambonites* cf. *wesenbergensis* Teich., *Platystrophia*, *Ilmarinia dimorpha* Örik), *Ischadites* и наутилондеи встречаются реже. Трилобиты и гастроподы исключительно редки. Таким образом, в фауне глинистого биогермного известняка резко преобладают формы, которые по своему образу жизни относятся к прикрепленным животным. Это весьма характерно для рифовых образований.

Фауна афанитового известняка в общих чертах сходна с фауной глинистого известняка. Здесь преобладают *Cyathocystis rhizophora* Schm., *Hemicosmites*, *Ischadites* и цефалоподы (*Leurocycloceras*, *Schroederocera*



ras и др.), к которым присоединяется *Iliaenus* cf. *jevensis* Holm и некоторые другие. Микроскопический характер породы указывает на то, что в ее образовании определенную роль могли играть бесскелетные водоросли, которые не оставляли в породе ясных следов.

Фаунистический состав цистойдного известняка специально не изучался, пока имеются лишь его единичные определения [*Proavella proava* (Eichw.), *Phaenopora* sp., *Hemicosmites* sp., *Porambonites* cf. *wesenbergensis* Teich., *Iliaenus* sp., *Chasmops brevispinus* (Schm.), *Estlandia* sp., *Liopora tulaensis* Sok., *Liopora grandis* Sok.].

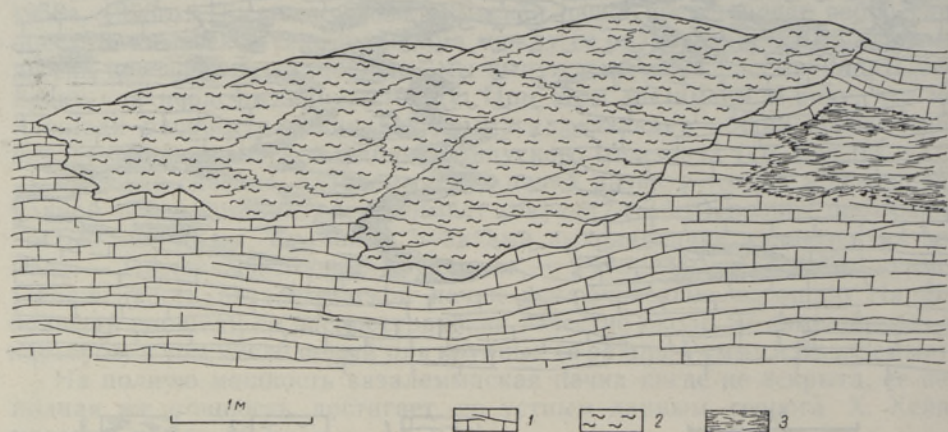


Рис. 6. Разрез относительно однородного биогерма в заброшенной каменоломне, в 900 м к ЗСЗ от ст. Вазалемма. Условные обозначения см. на рис. 5.

Фауна вазалеммских известняков, как и оандуского горизонта в целом, изучена, по сравнению с большинством других горизонтов вирусской серии, еще недостаточно и требует специальной ревизии в связи с изучением ее палеоэкологии.

Для выяснения происхождения вазалеммских пород большое значение имеет изучение характера их залегания. Как уже сказано выше, глинистый и афанитовый массивные известняки слагают биогермные тела, включенные в слоистые цистойдные известняки. Какой-либо закономерности в распределении в пределах биогермных тел глинистых и афанитовых разновидностей пород пока не установлено. Встречаются биогермы, в которых глинистые разновидности пород преобладают (рис. 5), но наряду с ними известны биогермные тела, сложенные одним лишь афанитовым известняком (рис. 6). Форма и размеры биогермов колеблются в широких пределах. В стенках карьеров видно, что биогермы нередко образуют широкие конусообразные тела, расположенные обычно вершиной вниз (рис. 6), но чаще встречаются биогермы неправильной формы (рис. 5, 7). Наблюдаемый в карьерах максимальный диаметр биогерма обычно не превышает 10—15 м, их максимальная высота — 3—4 м. Контакт между биогермной и вмещающими цистойдными породами местами довольно резкий, местами же указанные породы постепенно переходят одна в другую. Линия контакта бывает на отдельных участках более или менее прямой, наклонной к горизонту под углом до 45 градусов и более (рис. 6), в других же местах — это линия сложного сцепления (рис. 5, 7).

Описанный выше характер залегания биогермных пород и их отношение к вмещающему цистойдному известняку, наряду со своеобразным



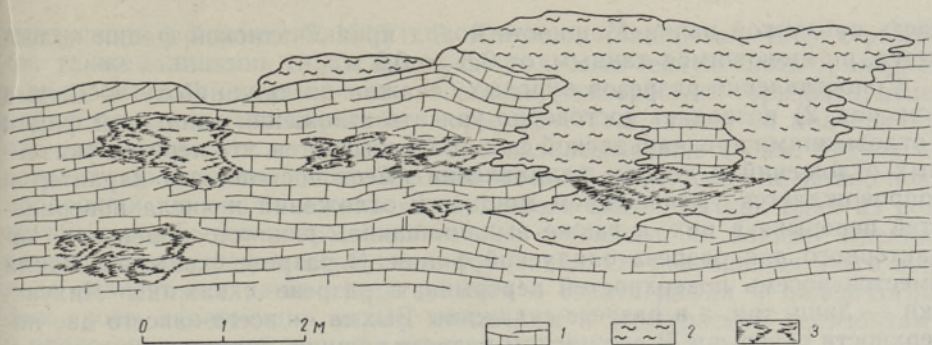


Рис. 7. Разрез биогерма в заброшенной каменоломне, в 900 м к ЗСЗ от ст. Вазалемма. Условные обозначения см. на рис. 5.

экологическим типом фауны, ясно указывают на их рифогенное происхождение (ср. Степанов и Маслов, 1953). Вазалеммские биогермы образовались, по-видимому, в прибрежной полосе открытого морского бассейна при глубине не более 20—40 м. Мшанки, иглокожие, водоросли и колониальные кораллы образовали более или менее крупные заросли, которые, по мнению В. Я. Степанова и В. П. Маслова (1953), возвышались над дном водоема в виде выступов. Эти заросли служили, с одной стороны, своего рода ловушками, придерживающими внесенный в бассейн глинистый материал; с другой стороны они, в частности их наружная зона, своей обильной биомассой служили, по-видимому, основным источником органического детрита, отлагавшегося на пространстве между биогермами. За счет этого детрита в основном и образовались вмещающие цистонидные известняки.

Образование биогермов объясняется существованием течения и первоначальных неровностей дна в бассейне, где и селились рифостроящие организмы (Степанов и Маслов, 1953). По нашему мнению, важной предпосылкой для образования биогермов служило, кроме того, и обмеление бассейна в рассматриваемом районе в конце вирусской эпохи. Это обмеление было вызвано поднятием дна бассейна на северо-западе Эстонии еще в начале лаагриского времени (Мянниль, 1958в).

### Ярвакандьдиская фация

Ярвакандьдиской фацией мы называем маломощные отложения, слагающие оандуский горизонт в районе к югу и юго-западу от площади распространения оандуской фации, т. е. в средней и южной частях Эстонии. Эти отложения, по имеющимся данным, нигде не доходят до полосы выхода горизонта и поэтому вскрыты лишь буровыми скважинами (у Лихувески, Эймаа и Выхма) (см. рис. 1).

Породы ярвакандьдиской фации представлены в нижней своей части синевато-серыми комковатыми глинистыми известняками, практически не отличающимися от глинистых пород нижележащих горизонтов. В литологическом отношении глинистые известняки ярвакандьдиской фации представляют, таким образом, часть комплекса однородных глинистых пород, который в средних и южных районах Эстонии слагает весь разрез курнаской подсерии. Верхняя часть ярвакандьдиской фации представлена серым мелкозернистым известняком — аналогом плотного известняка оандуского разреза (см. выше). Его можно рассматривать как



часть оандуской пачки Мощность пород ярвакандиской фации колеблется, по имеющимся данным, от 0,5 до 0,9 м.

Сопоставление разрезов буровых скважин по линии Лоху — Выхма (см. рис. 2) позволяет достоверно увязать отложения оандуской фации с отложениями ярвакандиской фации. Оказывается, что переход указанных отложений в южном направлении имеет постепенный характер и сопровождается уменьшением мощности отложений и числа поверхностей перерыва в них, а также выклиниванием глинистого мергеля, характерного для разреза оандуской фации. В разрезе скважины Рапла имеется восемь поверхностей перерыва, в разрезе скважины Лихувески — лишь три, а в разрезе скважины Выхма — всего-навсего две поверхности перерыва. В выхмаском разрезе нижняя, приуроченная к нижней границе оандуского горизонта поверхность отсутствует, и это говорит о непрерывном переходе кейласких известняков в известняки ярвакандиской фации. Последние, по имеющимся данным, могут быть здесь вообще выделены лишь условно.

Несмотря на некоторые литологические особенности ярвакандиской фации, основным критерием для выделения ее как самостоятельной фациальной единицы оандуского горизонта служат палеонтологические данные.

В глинистых известняках лихувескиского и эйамааского разрезов, которые, несомненно, одновозрастны с нижними пачками стратотипичного разреза оандуского горизонта (см. ниже), обнаружена фауна, характерная для нижележащего кейлаского горизонта. Так, в скважине Лихувески, в интервале от 190,8 до 191,2 м, нами обнаружены *Aşaphus (Neoaşaphus) nieszkowskii* Schm. (несколько экземпляров), *Monotrypa jewensis* Bassl. и *Melanostrophus* sp. В скважине Эйамаа в интервале от 174,28 до 174,30 м Л. Сарвом установлено наличие *Bichilina prima* Sarv, *Polyceratella spinosa* Sarv, *Sigmobolbina quanta* Sarv, *Tallinnopsis* n. sp. и *Cytherellina* sp. В плотных известняках верхней части ярвакандиской фации фауна пока не обнаружена.

Своеобразная эндемичная фауна старого типа и литологические особенности пород ярвакандиской фации указывают на то, что они образовались в условиях, достаточно резко отличающихся от условий образования других фаций оандуского горизонта. Это и позволяет выделить рассматриваемые отложения в особый фациальный тип.

### Вопросы сопоставления отдельных разрезов

Охарактеризованные выше основные типы разрезов оандуского горизонта — оандуского, сакусского, вазалеммаского и ярвакандиского — коррелируются между собой на основании имеющихся данных неодинаково достоверно. Если, благодаря постепенному переходу между разрезами оандуского и ярвакандиского типов, данное в настоящей статье их сопоставление не вызывает никаких сомнений, то этого нельзя сказать о достоверности сопоставления вазалеммаского, сакусского и оандуского разрезов. Сопоставление последних в данном нами виде (см. рис. 2) является из-за недостатка фактических данных в значительной мере условным и требует поэтому разъяснения.

Как отмечалось выше, А. Эпик пришел в 30-х годах к заключению о том, что оандуские слои приблизительно одновозрастны с вазалеммаскими известняками. Это и позволило ему рассматривать первые как нормальную, а вторые как рифовую фацию единого вазалеммаского-



оандуского горизонта. В 1945 г. В. Януссон (Jaanusson, 1945, стр. 216, см. также Jaanusson, 1956), опираясь на весьма тесную связь брахиопод и трилобитов оандуских слоев с таковыми раквереского горизонта, отнес оандуские слои к ракверескому горизонту. Тем самым он подчеркнул, что оандуские слои не соответствуют вазалеммаским слоям, будучи по возрасту моложе последних. Это положение В. Януссона не нашло пока поддержки, но оно заслуживает серьезного внимания как один из возможных вариантов разрешения самого основного, по нашему мнению, вопроса стратиграфии оандуского горизонта. От разрешения этого вопроса зависят все наши представления о стратиграфии и палеогеографии слоев, залегающих между кейласким и раквереским горизонтами и представляющих большой практический и научный интерес.

Прежде чем приступить к рассмотрению вопроса о сопоставлении вазалеммаско-сакусских и оандуских слоев, следует остановиться на сопоставлении разрезов вазалеммаской и сакуской фаций.

Сопоставление разрезов близко (всего-навсего на расстоянии 6 км друг от друга) расположенных скважин Муналаске и Румму дано нами в опубликованной недавно статье (Мянниль, 1958в). Оказывается, что сакуской пачке кейлаского горизонта ( $D_{II}S$ , мощностью 3,8 м), а, может быть, также и верхам нижележащей пясъюлаской пачки ( $D_{II}P$ ) муналаскеского разреза в скважине Румму соответствует нижняя часть цистойдного (гемикосмитового) известняка мощностью около 5 м. Данное сопоставление кажется на первый взгляд маловероятным, но нет никакого основания предполагать, что указанным слоям кейлаского горизонта муналаскеского разреза в скважине Румму соответствует нижняя часть осадконакопления, приуроченный к подошве цистойдного известняка (третьего варианта разрешения вопроса сопоставления не существует). Весьма вероятно поэтому, что нижняя часть цистойдного известняка в разрезе скважины Румму по возрасту относится к кейласкому горизонту.

Это, кстати, подтверждается новыми данными, полученными Вазалеммаской геологоразведочной партией Управления геологии и охраны недр при СМ ЭССР при детальной разведке вазалеммаских известняков в районе Вазалемма. По устному сообщению геолога Х. Хейн, в ряде разведочных скважин, пройденных в районе ст. Вазалемма, цистойдные известняки в нижней своей части чередуются с глинистыми известняками, содержащими типичные для кейлаского горизонта брахиоподы (*Clinambon anomalous* (Schl.), *Dalmanella kegelensis* Alich. и др.). Так, например, глинистые известняки сауэской пачки вскрыты скважиной № 118, расположенной на расстоянии около 2 км к югу от ст. Вазалемма, в интервалах от 9,5 до 10,4 и от 10,7 до 12,4 м. Интервалы от 4,0 до 9,5 и от 10,4 до 10,7 м этой скважины сложены цистойдным известняком, а на глубине 12,4 м и ниже встречены уже известняки пясъюлаской пачки ( $D_{II}P$ ). В скважине № 76, расположенной в районе к востоку от ст. Вазалемма, над известняком пясъюлаской пачки залегают цистойдный известняк мощностью 2,8 м (интервал от 8,0 до 10,8 м), за которым вверх по разрезу следует глинистый известняк с *Clinambon anomalous*, мощностью 0,7 м (интервал от 7,3 до 8,0 м), цистойдный известняк мощностью 1,8 м (интервал от 5,5 до 7,3 м), известняки глинистые и детритовые с комковатой текстурой, мощностью 1,5 м (интервал от 4,0 до 5,5 м) и снова цистойдный известняк мощностью 3,4 м (интервал от 0,6 до 4,0 м). Не исключена возможность, что известняки в интервале 4,0—5,5 м данного разреза представляют собой рифогенные образования и по возрасту относятся еще к оандускому горизонту, но нижележащие слои, в частности глинистые известняки в интервале от 7,3 до 8,0 м и ниже-



жащие цистойдные известняки, несомненно, относятся к кейласкому горизонту.

В скважине Муналаскме оандуский горизонт представлен главным образом комковатыми известняками, чередующимися с прослоями мергеля и глин; типичного цистойдного известняка вазалеммаской пачки здесь почти нет. В связи с этим следует подчеркнуть, что рассматриваемая скважина расположена у самой южной границы полосы выхода оандуского горизонта, так как мощность покрывающего раквереского горизонта здесь еще незначительна (1,4 м). Это обстоятельство заставляет считать, что в настоящее время в природе вообще не существует. Дело в том, что вазалеммаские известняки приурочены к северной части полосы выхода оандуского горизонта, где верхняя часть его разреза смыта послеордовикской эрозией; к югу же от полосы выхода, где горизонт залегает в полной мощности, он, возможно, уже повсюду представлен другими литофациями.

Вероятный кейлаский возраст нижней части вазалеммаской пачки и отсутствие полного ее разреза, а также неопределенность в сопоставлении вазалеммаской и оандуской пачек (см. ниже) не позволяет, с точки зрения требований современной детальной стратиграфии, использовать вазалеммаский разрез в качестве стратотипа горизонта  $D_{III}$ . Кроме того известно, что вазалеммаская пачка представлена рифогенными породами, распространенными на весьма ограниченной площади и вообще не характерными для данного горизонта в целом. Исходя из этого, нами (Мянниль, 1958а, 1958в) предложено выбрать в качестве стратотипа для горизонта  $D_{III}$  разрез оандуской пачки на р. Оанду (см. выше) и соответственно называть горизонт  $D_{III}$  не вазалеммаским, а оандуским горизонтом. Оандуские слои имеют широкое распространение, четкие границы с ниже- и вышележащими горизонтами и хорошо охарактеризованы палеонтологически (чего нельзя, например, сказать о цистойдном известняке). Они, таким образом, вполне соответствуют требованиям, предъявляемым к стратотипу хроностратиграфической единицы.

Вернемся к вопросам сопоставления.

В разрезе скважины Муналаскме непосредственно под известняками раквереского горизонта, в интервале от 3,8 до 5,0 м, залегают породы, поразительно похожие на оандуские слои в Восточной Эстонии. Они представлены (сверху вниз) серым тонкозернистым известняком, глинистым мергелем и глинистым известняком. Фауна в этих слоях не найдена.

Факт наличия в муналаскмском разрезе слоев, литологически весьма похожих на оандуские слои в восточных и южных районах, можно было бы принять за доказательство вышеуказанной концепции В. Яанусона о том, что оандуские слои в целом моложе вазалеммаских. Однако ряд обстоятельств заставляет нас пока воздержаться от безоговорочного принятия этой концепции.

Если отложения оандуской фации, или, вернее, их стратотип, действительно соответствует лишь интервалу от 3,8 до 5,0 м муналаскмского разреза, то вся остальная, относимая нами к горизонту  $D_{III}$  часть этого разреза (мощностью 5,9 м), должна в восточных и южных районах отвечать соответственно или 1) верхам кейлаского горизонта, или 2) перерыву в осадконакоплении, приуроченному к подошве оандуской пачки. По первому варианту вазалеммаскую и по меньшей мере часть сакусской пачки следовало бы включить в состав кейлаского горизонта, чему, однако, противоречат палеонтологические данные. В вазалеммаской и сакусской пачках нет видов, характерных для верхней части кей-



лаского горизонта в Восточной Эстонии. Наоборот, в вазалеммаской и сакусской пачках имеется довольно много таких общих с оандуской пачкой видов, которые в кейласком горизонте вообще не встречаются. К таковым относятся, например:

*Cyclonema lineatum* Kok.  
*Vellamo oandoensis* Öpik  
*Ilmarinia dimorpha* Öpik  
*Bolbina rakverensis* Sarv  
*Disulcina p. perita* (Sarv)  
*Levisulculus* (?) *rava* (Sarv)  
*Sigmoopsis granulata* (Sarv)  
*Chasmops extensus* (Boeck)  
*Conolichas eichwaldi* (Nieszk.).

Наличие этих видов говорит о том, что сакусско-вазалеммаские слои в целом биостратиграфически теснее связаны с оандускими слоями, чем с кейласким горизонтом. Таким образом, правильность допущения об одновозрастности сакусско-вазалеммаских слоев (в целом) и верхов разреза кейлаского горизонта в Восточной Эстонии кажется крайне невероятной.

Более правоподобно допущение о том, что верхняя часть вазалеммаской пачки и по меньшей мере часть сакусской пачки соответствуют перерыву в осадконакоплении в восточных и южных районах территории. Опровергнуть это допущение, исходя из палеонтологического материала, невозможно. Трудно это сделать и на основании литологических данных, так как в названных районах в основании оандуских слоев почти повсюду встречаются хорошо развитые поверхности перерыва. Однако этому допущению противоречат наши общие представления об условиях осадконакопления в Прибалтийском ордовикском бассейне. Изучением литологии и стратиграфии ордовика выяснено, что северо-западная часть территории Эстонии в течение всего периода была наиболее мелководной и наиболее близко расположенной к берегу частью бассейна, а восточные и южные районы представляли собой относительно глубоководную часть бассейна с наиболее спокойными и устойчивыми условиями осадконакопления. Как правило, в восточном и южном направлениях мощность нижнего и низов среднего ордовика увеличивается. Мощность же всех горизонтов курнаской подсерии, т. е. верхней части вируской серии, наоборот, в этих направлениях убывает. Это убывание, однако, не связано с увеличением размаха и числа перерывов в осадконакоплении, как это характерно для нижнего ордовика в противоположном направлении (т. е. к северо-западу), а, по-видимому, лишь с медленным осаждением осадков. Возможно, что здесь наряду с ограниченным приносом терригенного материала отсутствовали благоприятные условия для осаждения карбонатов кальция. В пользу такого представления о медленном накоплении осадков говорит и литологический характер оандуских и ярвакандиских слоев (убывание мощности, уменьшение числа поверхностей перерыва).

На основании изложенного кажется маловероятным и вариант сопоставления, согласно которому верхней части вазалеммаской пачки и части сакусской пачки в восточных и южных районах соответствует перерыв, и мы должны предполагать, что указанные слои соответствуют нижней части оандуских слоев в Восточной Эстонии. В пользу этого положения говорят, кроме изложенных выше общих соображений, еще 1) наличие сакусской фации, как переходной между рифовой и нормальной фациями данного горизонта, 2) значительная мощность отложений оандуской фации в районе Лехтсе—Тырма (невероятно, что она к



западу снова убывает) и 3) значительное количество общих видов фауны.

Что касается сопоставления верхней части оандуского разреза с северо-западными разрезами, то она соответствует, по всей вероятности, верхам муналаскмесского разреза и, возможно, верхнему и среднему комплексам сакусского разреза.

Дальнейшие исследования должны подтвердить или опровергнуть предложенную здесь схему сопоставления отдельных разрезов оандуского горизонта.

### Об аналогах оандуского горизонта в Скандинавии и Южной Прибалтике

Более или менее достоверные аналоги оандуского горизонта известны пока лишь в районе Осло (Норвегия). В Швеции и в Южной Прибалтике наличие соответствующих по возрасту оандускому горизонту отложений может быть намечено лишь условно.

Аналогами оандуского горизонта в Норвегии являются известняки мёса района Нес-Хамар и Рингсакар и энкринитовый известняк района Лангесунн, а также, по-видимому, часть верхнего хасмопсового известняка (4bδ) района Осло, Рингерике и Хаделанн.

Известняк мёса, согласно Л. Стёрмеру (Størmer, 1953) и Д. Хилл (Hill, 1953), содержит *Solenopora compacta* (Bill.), *Stromatopora* sp., *Eofletcheria subparallela* Hill, *Liopora favosa* (McCoy) ?, *Nyctopora aif. parvotubulata* Kiaer, «*Rhynchonella borealis*» и характеризуется развитием строматопоровых биогермов с кораллами. Из перечисленных видов ископаемых *Solenopora compacta*, возможно, идентичен с встречающимся в массовом количестве в вазалеммаской и сакусской пачках видом *Solenopora spongioides* Dyb. (см. Bassler, 1915, стр. 1164); *Eofletcheria subparallela* и *Liopora favosa* весьма сходны с видами *E. orvikui* (Sok.) и *L. tulaensis* Sok., характерными для вазалеммаской пачки в Эстонии (Kaljo, 1956, стр. 204). По письменному сообщению доктора Н. Спельднэса (Осло), в известняке мёса встречаются следующие характерные для оандуского горизонта мшанки: «*Pachydictya flabellum* (Leucht.)», *Homotrypella cribrosa* Bassl., *Hallopora multitubulata* (Ulr.), «*Batostoma*» *mickwitzi* Bassl. и *Hemiphragma glabrum* Bassl.

Энкринитовый известняк района Лангесунн представлен преимущественно синевато-серым грубокристаллическим известняком мощностью около 40 м, который местами развит в виде рифовой фации. Встречаются волноприбойные знаки и трещины усыхания (Størmer, 1953). К типичной фауне относятся *Solenopora* cf. *spongioides* Dyb., «*Tryplasma*» *previkense* Hill, *Eofletcheria irregularis* Hill, *Liopora tenuis* Hill, *Kjerulfina* cf. *asmusi* (Vern.), *Chasmops extensus* (Boeck) и др. Из перечисленных форм *Solenopora spongioides* и *Chasmops extensus* встречаются и в оандуском горизонте, а *Liopora tenuis* по Д. Калью (Kaljo, 1956) близок к эстонскому вазалеммаскому виду *Liopora grandis* Sok.

Верхнехасмопсовый известняк Норвегии, по опубликованным данным, за исключением *Chasmops extensus*, не содержит общих с оандуским горизонтом видов, но его рассматривают (Størmer, 1953) как эквивалент энкринитового известняка и известняка мёса. Интересно отметить, что верхнехасмопсовый известняк содержит, согласно сообщению доктора Н. Спельднэса, наряду с другими мшанками, *Anolotichia rhombica* (Dyb.), *Ceramoporella uxnormensis* Bassl., *Crepipora* cf. *lunatifera* Bassl., *Pseudohornera* n. sp. и *Nematotrypa* n. sp., которые,



по меньшей мере отчасти, характерны для оандуского и раквереского горизонтов Эстонии. С энкринитовым известняком сопоставляется (Størmer, 1953) и сферонидовый известняк района Хаделанн и Тутен, содержащий «*Streptelasma*» *compactum* Hill, «*Streptelasma*» *holtedahli* Hill и «*Grewingkia*» sp. Hill (Hill, 1953). Эти виды близки к *Lambeophyllum dubowskii* Kaljo из C<sub>III</sub>—D<sub>I</sub>, к *Leolasma sociale* Kaljo и *Brachyelasma concava* Kaljo из D<sub>III</sub> Восточной Эстонии (Kaljo, 1956). Поэтому можно полагать, что часть сферонидового известняка несколько моложе энкринитового.

В Швеции элементы фауны ни вазалеммаских, ни оандуских слоев, за исключением одиночной находки *Ilmarinia dimorpha* Örik из валунов о-ва Эланд, пока не обнаружены (Jaanusson, 1956). По-видимому, здесь в тех районах, где в конце вирусской эпохи происходило непрерывное осадконакапление (Остерготланд, Даларна), господствовали условия, в общем аналогичные условиям, характерным для ярвакандиской фации Эстонии. Лишь местами, видимо, существовали фациальные условия, благоприятные для развития биогермов. Об этом говорит наличие биогермного известняка куллсберг в провинции Даларна, часть которого вполне может быть сопоставлена с оандуским горизонтом.

В Южной Прибалтике к настоящему времени ордовикские отложения вскрыты уже значительным количеством скважин, пробуренных главным образом на территории Литовской ССР. Ордовик расчленен здесь на горизонты Т. Н. Алиховой (см. Алихова, 1954) и И. Пашкевичюсом (1957, 1958, 1959).

Согласно Т. Н. Алиховой (1954), в среднем ордовике Южной Литвы выделяются (снизу вверх): 1) нерасчлененный комплекс горизонтов от азериского (C<sub>1a</sub>) до ухакусского (C<sub>1c</sub>) (= таллинские слои по схеме Алиховой), 2) кукрузеский горизонт и 3) нижняя часть идаввереского горизонта (= итферские слои по номенклатуре Алиховой). На последней с перерывом залегает уже верхнеордовикский раквереский горизонт («везенбергские слои»). Таким образом, согласно интерпретации Т. Н. Алиховой, курнаская подсерия (= группа Д Ф. Б. Шмидта) в Южной Литве целиком отсутствует.

И. Ю. Пашкевичюс (1957), опираясь на найденные в нижней части раквереского («везенбергского») горизонта (в понимании Алиховой) *Rafinesquina orvikui* Orasp., *Camerella* n. sp. и *Dalamanella wesenbergensis* Wysog. var., выделил соответствующие слои условно, как оандуский («вазалеммаский») горизонт.

С указанными интерпретациями разреза Южной Литвы, однако, трудно согласиться. Как показал пересмотр керна и фауны из ряда скважин Южной Прибалтики, произведенный в 1958 г. автором совместно с И. Ю. Пашкевичюсом, А. К. Рыымусоксом и др., залегающую на фаунистически охарактеризованном кукрузеском горизонте толщу зеленовато-серых глинистых известняков мощностью 3—12 м нет основания рассматривать в качестве аналога одного лишь идаввереского горизонта. Эта толща, по данным самой Т. Н. Алиховой, содержит фауну [*Platystrophia lynx lynx*, *Cyrtotonotella concava* (= *C. kuckersiana* fręchi), *Clitambonites schmidtii epigonus* и др.], которая в Северной Прибалтике характерна почти для всей верхней части вирусской серии, а не специфична лишь для идаввереского горизонта (см. Пашкевичюс, 1958). С другой стороны, нет достаточного основания предполагать, что нижняя часть афанитовой толщи, рассмотренной Т. Н. Алиховой вполне обоснованно как раквереский горизонт, представляет собой возрастной аналог оандуского горизонта. Оандуский горизонт на выходе в Северной Эсто-



нии, как мы видели выше, литологически тесно связан с нижележащими слоями, а на преобладающей территории к югу от выхода вообще литологически (а может быть, и палеонтологически) от них не различим. Маловероятно поэтому, что в Южной Литве этот горизонт представлен афанитовой литофацией, повсеместно характерной лишь для раквереского горизонта и вышележащих слоев. Наблюдаемую повсюду у основания афанитовой толщи поверхность перерыва правильнее рассматривать и в Южной Прибалтике как подошву не оандуского, а раквереского горизонта.

Итак, отложения оандуского времени следует в Южной Прибалтике искать не в афанитовой толще, а в нижележащей нерасчлененной толще глинистых известняков. Другой вопрос, имеются ли вообще в Южной Прибалтике отложения оандуского времени, т. е. не отвечает ли им перерыв, наблюдаемый в кровле нерасчлененной толщи. Этот вопрос из-за отсутствия соответствующих данных остается пока открытым. Об отсутствии оандуского горизонта здесь якобы говорит незначительная мощность (3—12 м) нерасчлененной толщи, но это само по себе еще не доказательство. Во избежание возможных необоснованных выводов о наличии значительного перерыва между вируской и харьюской сериями в Южной Прибалтике, мы считаем допустимым предположить, что оандуский горизонт здесь не отсутствует, а слагает, по-видимому, верхи вышеуказанной нерасчлененной толщи. Такая интерпретация разреза хорошо согласуется с характером оандуского горизонта в средней части Эстонии и его предполагаемых аналогов в некоторых районах Швеции.

### О возрасте оандуского горизонта

Оандуский горизонт обычно относится к верхам вируской серии (=средний ордовик Балтоскандии) (Örik, 1930, 1952; Соколов, 1951, 1953; Алихова, 1953, 1957; Обут, 1958; Мянниль, 1958б, 1958в и др.). К среднему ордовику всегда относились и отложения Норвегии и Швеции, рассмотренные выше в качестве аналогов оандуского горизонта.

В 1945 г. В. Яануссон, опираясь на резкое обновление фауны на границе между кейласким и оандуским («вазалеммаским») горизонтами, провел, однако, верхнюю границу вируской серии по кровле кейлаского горизонта. Впоследствии он (Jaanusson and Strachan, 1954; Jaanusson, 1956) отказался от своей прежней концепции, но последняя нашла поддержку у многих эстонских геологов и уже широко вошла в литературу (Келлер, 1954; Рымусокс, 1956; Сарв, 1955, 1956, 1959; Kaljo jt., 1956; Ораспыльд и Рымусокс, 1956 и др.). Особенно энергично защищал первоначальную точку зрения В. Яануссона А. Рымусокс (Рымусокс, 1956, стр. 17 и 26; Ораспыльд и Рымусокс, 1956, стр. 297 и 300). Мы не собираемся останавливаться здесь подробно на вопросе о границе между вируской и харьюской сериями в Прибалтике, а ограничимся лишь некоторыми замечаниями.

Защищая концепцию о верхнеордовикском возрасте оандуского горизонта, А. Рымусокс пишет, что «все противоположные точки зрения, учитывая современный уровень палеонтологической изученности фауны нашего ордовика, являются совершенно необоснованными» (Рымусокс, 1956, стр. 17). По нашему мнению, с таким утверждением нельзя согласиться. Дело в том, что резкое обновление фауны на границе между кейласким и оандуским горизонтами в значительной своей части, по-видимому, обусловлено не возрастными, а чисто фациальными изменениями, приуроченными к этой границе. Как мы уже видели, оандуский горизонт в Север-



ной Эстонии представлен относительно мелководными отложениями, довольно резко отличающимися от более глубоководных отложений ниже лежащих горизонтов. Новая («верхнеордовикская») фауна приурочена именно к этим мелководным образованиям. Такие роды, как *Revalocystis*, *Estonocystis*, *Anarchocrinus* и *Metabolocrinus*, являются крайне редкими и приурочены, видимо, лишь к прибрежным глинистым литофациям. *Eofleischeria*, *Liopora*, *Nekhorosheviella* и некоторые другие роды связаны лишь с биогермной литофацией и при этом вообще не характерны для верхнего ордовика.

Многие из перечисленных А. Рымусоксом (1956) родов, появляющихся в Эстонии впервые в оандуском горизонте, не являются узковерхнеордовикскими. Так, например, род *Camerella* известен уже из нижнего ордовика Северной Америки; род *Rhynchotrema* рассматривается как дериват рода *Rostricellula*, который появляется в низах среднего ордовика. Род *Zygospira* появляется в Северной Америке в низах (?) блекривера, т. е. примерно в середине среднего ордовика, и т. д. *Orbigynella*, *Bythopora*, *Monticulipora* и некоторые другие роды встречаются, согласно новым данным, уже в кейласком горизонте или в еще более древних слоях среднего ордовика Эстонии.

Несмотря на указанные обстоятельства, резкое местное обновление фауны в начале оандуского времени остается фактом и оно могло бы послужить основанием для проведения границы между вируской и харьюской сериями по подошве оандуского горизонта, если бы этому не противоречил ряд других существенных обстоятельств. К ним относится, в первую очередь, тот факт, что вазалеммаская и оандуская фауны были распространены на весьма ограниченной площади, в то время как на преобладающих пространствах существовала еще старая эндемичная фауна кейлаского типа. Всеобщего распространения достигли определенные элементы новой фауны (*Hallopora dybowskii*, *Dalmanella wesenbergensis*, *Conolichas eichwaldi*, *Encrinuroides* и др.) лишь в однообразных фациальных условиях следующего, раквереского времени. Ограниченное площадное распространение новой фауны в оандуское время заставляет рассматривать соответствующие отложения как переходные между вируской и харьюской сериями. В связи с этим вопрос о расположении границы между последними приобретает в определенной степени условный характер. При условном же проведении границы между вируской и харьюской сериями нельзя пренебрегать такими моментами, как принцип приоритета и практичность проведения границы. Что касается первого, то оандуский горизонт вплоть до 40-х годов текущего столетия всеми исследователями рассматривался вместе с нижележащими горизонтами, т. е. относился к среднему ордовика. В настоящее время этого взгляда придерживается большинство исследователей. В отношении второго момента следует указать, что нижняя граница оандуского горизонта резко выражена лишь в относительно узкой полосе распространения оандуской и сакусской пачек. Во всех других районах она как в литологическом, так и фаунистическом отношении не отличается четкостью и может быть поэтому проведена лишь сугубо условно. Верхняя же граница рассматриваемого горизонта отчетливо прослеживается на территории не только Эстонии, но и всей Прибалтики, а возможно, и Балтоскандии. Она может быть повсюду легко проведена на основании как литологических, так и фаунистических признаков.

Таким образом, с точки зрения приоритета и практичности проведения границы между вируской и харьюской сериями, оандуский горизонт также должен быть отнесен к вируской серии.



## ЛИТЕРАТУРА

- Алихова Т. Н. 1951. Брахиоподы нижнего силура Ленинградской области и их стратиграфическое значение. Госгеолиздат, М.
- Алихова Т. Н. 1953. Руководящая фауна брахиопод ордовикских отложений северо-западной части Русской платформы. Тр. ВСЕГЕИ.
- Алихова Т. Н. 1954. Общая характеристика отложений ордовика и готландия южной части Литовской ССР. В кн.: Полевой атлас характерных комплексов фауны отложений ордовика и готландия южной части Литовской ССР, под редакцией Т. Н. Алиховой. Тр. ВСЕГЕИ.
- Алихова Т. Н. 1957. К вопросу о расчленении ордовикской системы. Советская геология, № 55, стр. 93—113.
- Балашов З. Г. 1953. Свернутые и полусвернутые наутилоидеи ордовика Прибалтики. Тр. ВНИГРИ, нов. сер., вып. 78.
- Геккер Р. Ф. 1958. Новые данные о роде *Achradocystites* (Echinodermata, Paracripoidea). Тр. Ин-та геол. АН ЭССР, III.
- Кальо Д. Л. О стрептелазмидных ругозах прибалтийского ордовика. Тр. Ин-та геол. АН ЭССР, I.
- Кальо Д. 1957. Codonophyllacea ордовика и лландовери Прибалтики. Ежегодн. О-ва естествоиспыт. при АН ЭССР, т. 50.
- Кальо Д. Л. 1958а. К систематике рода *Streptelasma* Hall. Описание нектоорых новых тетракораллов. Тр. Ин-та геол. АН ЭССР, II.
- Кальо Д. Л. 1958б. Некоторые новые и малоизвестные ругозы Прибалтики. Тр. Ин-та геол. АН ЭССР, III.
- Келлер Б. М. 1954. Типовые разрезы ордовика. Тр. Ин-та геол. наук АН СССР, вып. 154, геол. сер. (№ 65).
- Модзалевская Е. А. 1953. Трепостоматы ордовика Прибалтики и их стратиграфическое значение. Тр. ВНИГРИ, нов. сер., вып. 78.
- Мянниль Р. 1958а. Стратиграфия и палеогеография оандуского горизонта (D<sub>III</sub>) в Эстонии. Тезисы докладов научной сессии, посвященной 50-й годовщине со дня смерти академика Ф. Б. Шмидта. Ин-т геол. АН ЭССР. Таллин, стр. 34—37.
- Мянниль Р. М. 1958б. Ордовикская система. В кн.: Обзор стратиграфии палеозойских и четвертичных отложений Эстонской ССР. Под общей редакцией К. К. Орвику. Ин-т геол. АН ЭССР. Таллин, стр. 9—22.
- Мянниль Р. М. 1958в. Основные черты стратиграфии кейлаского горизонта (D<sub>II</sub>, ордовик) в Эстонии. Изв. АН ЭССР, т. VII, сер. техн. и физ.-мат. наук, № 3, стр. 235—244.
- Мянниль Р. М. 1958г. Новые мшанки отряда *Cryptostomata* из ордовика Эстонии. Изв. АН ЭССР, т. VII, сер. техн. и физ.-мат. наук, № 4, стр. 330—346.
- Мянниль Р. М. 1959а. Вопросы стратиграфии и мшанки ордовика Эстонии. Диссертация. Ин-т геол. АН ЭССР. Таллин.
- Мянниль Р. М. 1959б. Вопросы стратиграфии и мшанки ордовика Эстонии. Автореферат диссертации на соиск. учен. степ. канд. геол.-мин. наук. АН ЭССР, Таллин.
- Мянниль Р. М. 1959в. Новые представители рода *Hoplocrinus* из среднего ордовика Эстонии. Уч. зап. Тартуского гос. ун-та, № 75.
- Обут А. М. 1960. Корреляция некоторых частей разреза ордовикских и силурийских отложений Эстонской ССР по граптолитам. Тр. Ин-та геол. АН ЭССР, V.
- Ораспыльд А. Л. 1956. Новые брахиоподы ййхвисского, кейлаского и вазалеммаского горизонтов. Тр. Ин-та геол. АН ЭССР, I.
- Ораспыльд А. Л. и Рыымусокс А. К. 1956. О вазалеммаском горизонте (D<sub>III</sub>) в Эстонской ССР и в Ленинградской области. Ежегодник О-ва естествоиспыт. при АН ЭССР, т. 49, стр. 295—308.
- Пашкевичюс И. 1958. Стратиграфия и фауна ордовикских-силурийских отложений южной Прибалтики. Автореферат диссертации на соиск. учен. степ. канд. геол.-мин. наук. Вильнюсский гос. ун-т.
- Пашкевичюс И. Ю. 1959. Ордовик. В кн.: Краткий очерк геологии Литовской ССР. Под общей редакцией И. А. Далинкевичюса. Вильнюс.
- Рыымусокс А. К. 1953. Новые данные о трилобитах рода *Chasmops* из ордовика Эстонской ССР. Юбилейный сборник О-ва естествоиспыт. при АН Эст. ССР. Таллин.
- Рыымусокс А. К. 1956. Биостратиграфическое расчленение ордовика Эстонской ССР. Тр. Ин-та геол. АН ЭССР, I.
- Рыымусокс А. К. 1959. Строфомениды Эстонии I. Род *Sowerbyella*. Уч. зап. Тартуского гос. ун-та, № 75.
- Сарв Л. И. 1955. Фауна остракод ордовика Эстонской ССР. Автореферат диссертации на соиск. учен. степ. канд. геол.-мин. наук. АН ЭССР, Таллин.
- Сарв Л. И. 1956. Новые виды остракод из вазалеммаского горизонта (верхний ордовик Эстонской ССР). Тр. Ин-та геол. АН ЭССР, I.
- Сарв Л. И. 1959. Остракоды ордовика Эстонской ССР. Тр. Ин-та геол. АН ЭССР, IV.



- Соколов Б. С. 1951. Табуляты палеозоя Европейской части СССР, ч. 1. Тр. ВНИГРИ, нов. сер., вып. 48.
- Соколов Б. С. 1953. Стратиграфическая схема нижнепалеозойских (додевонских) отложений северо-запада Русской платформы. Сб.: Девон Русской платформы. ВНИГРИ.
- Сокольская А. Н. 1954. Строфомениды Русской платформы. Тр. Палеонтол. ин-та АН СССР, т. 1.
- Степанов В. Я. и Маслов В. П. 1953. Вазалеммаский облицовочный камень, его происхождение и долговечность в постройках. Сб. Вопросы петрографии и минералогии, т. 1. АН СССР.
- Bassler, R. S. 1915. Bibliographic Index of American Ordovician and Silurian Fossils. U. S. Nat. Mus., Bull. 92, I—II, Washington.
- Bekker, H. 1923. Ajaloolise geoloogia õpperaamat. Tartu.
- Bekker, H. 1925. Lühike ülevaade Eesti geoloogiast. Koguteos «Eesti», Tartu.
- Eichwald, E. 1854. Die Grauwackenschichten von Liev- und Ehstland. Bull. Soc. Imp. Nat. Moscou, 27.
- Gressly, A. 1838. Observations géologiques sur la Jura Souleurois. Nouv. Mém. Soc. Helv. Sci. Nat., t. II, Neuhatel.
- Hill, D. 1953. The Middle Ordovician of the Oslo Region, Norway. 2. Some Rugose and Tabulate corals. Norsk geol. tidsskr., 31.
- Jaanusson, V. 1945. Über die Stratigraphie der Viru- resp. Chasmops-Serie in Estland. Geol. fören i Stockholm förhandl., Bd. 67. H. 2.
- Jaanusson, V. 1956. Untersuchungen über den oberordovizischen Lyckholm-Stufenkomplex in Estland. Bull. Geol. Inst. Uppsala, vol. XXXVI.
- Jaanusson, V. and Strachan, J. 1954. Correlation of the Scandinavian Middle Ordovician with the Graptolite Succession. Geol. fören i Stockholm förhandl., Bd. 76. H. 4.
- Jürgenson, E. 1953. D<sub>I</sub>—D<sub>III</sub>-lademet (ordoviitsium) litoloogia ENSV-s. Dissertatsioon. ENSV TA Geoloogia Instituut.
- Kaljo, D. 1956. Balti ordoviitsiumi ja Llandovery rugoosid, nende levik ja arenemine. Dissertatsioon. Tartu Riiklik Ülikool.
- Kaljo, D., Oraspõld, A., Rõõmusoks, A., Sarv, L., Stumber, H. 1956. Eesti NSV ordoviitsiumi fauna nimestik II. Keskordoviitsium. Loodusuurijate Selts Eesti NSV Tead. Akadeemia juures. Abiks loodusevaatlejale, nr. 25. Tartu.
- Luha, A. 1946. Eesti NSV maavarad. Tartu.
- Moore, R. C. 1949. Meaning of Facies. Geol. Soc. America, Memoir 39.
- Möls, E. 1946. Aluspõhi. Teoses: Jürgenson, L. ja Möls, E. Mineraalsetest ehitusmaterjalidest Eesti NSV-s. Eesti NSV Tööstuse Teadusliku Uurimise Keskinstituut, nr. 2. Tartu.
- Oraspõld, A. 1953. Jõhvi, keila ja vasalemma ea brahhiopoodide-, trilobiitide-, gastropoodide- ja ostrakoodidefauna ökoloogia. Dissertatsioon. Tartu Riiklik Ülikool.
- Paškevičius, J. 1957. Lietuvos TSR teritorijos viršutinio ordoviko stratigrafija. Lietuvos TSR Mokslu Akademijos Darbai, ser. B, 2.
- Raymond, P. E. 1916. The Correlation of the Ordovician strata of the Baltic with those of Eastern North America. Bull. Museum Compar. Zool., vol. 56. Cambridge (Mass.).
- Schmidt, Fr. 1881. Revision der ostbaltischen silurischen Trilobiten nebst geognostischer Übersicht des ostbaltischen Silurgebiets. Mém. Acad. Sci. St.-Petersb., VII Ser., t. XXX, № 1.
- Schmidt, Fr. 1882. On the Silurian (and Cambrian) strata of the Baltic Provinces of Russia, as compared with those of Scandinavia and the British Isles. Quart. J. Geol. Soc. London, vol. 38, pp. 514—535.
- Scupin, H. 1928. Ostbalticum I. Alkonkium, Paläozoikum und Mesozoikum. Die Kriegsschauplätze 1914—1918 geologisch dargestellt, H. 9, Berlin.
- Størmer, L. 1953. The Middle Ordovician of the Oslo Region, Norway. 1. Introduction to Stratigraphy. Norsk geol. tidsskr., 31, p. 37—141.
- Õpik, A. 1930. Brachiopoda Protremata der estländischen ordovizischen Kukruse-Stufe. Tartu Ülikooli Geol. Inst. Toimetised, nr. 20.
- Õpik, A. 1934. Über Klitamboniten. Tartu Ülikooli Geol. Inst. Toimetised, nr. 39.
- Õpik, A. 1952. Das ostbaltische Kambrosilur. Sonderdruck aus S. v. Bubnoff, Fennosarmatia. Akad. Verlag., Berlin.



# OANDU («VASALEMMA») LADEME STRATIGRAAFIA

R. MÄNNIL

## Resüme

Fatsiaalse diferentseerumise ja fauna arenemise seisukohalt on oandu lade üheks Eesti ordoviitsiumi huvitavamaks lüliks. Lade asub viru ja harju seeria piiril, keila ja rakvere lademe vahel ning on tema praeguse tundmise järgi jaotatud neljaks faatsieseks ja ühtlasi viimastele jämedates joontes vastavateks kihistikeks: oandu, saku, vasalemma ja järvakandi faatsieseks (kihistikuks). Kuna vasalemma rifogeense kihistiku terviklik profiil on tänaseni tundmata ning alumine pool selle kihistiku tuntud osast kuulub autori uurimuste kohaselt vanuselt keila lademesse, siis on otstarbekohane valida lademe tüüpprofiiliks mitte vasalemma, vaid oandu kihistiku läbilõige. Autor on soovitanud kasutada selleks oandu jõe profiili ning vastavalt nimetada kõnesolevat ladet mitte vasalemma, vaid oandu lademeks.

Oandu faatsies moodustab olulise osa lademe normaalsest merelisest faatsiesest. Ta levib puurimiste andmeil laialdasel alal Lääne-, Põhja- ja Ida-Eestis, ulatudes siit edasi Leningradi oblastisse (joon. 1). Faatsies moodustub oandu kihistikust ( $D_{III}O$ ), mis koosneb alumises osas peamiselt sinakashallist savikast muguljast lubjakivist ( $D_{III}O^1$ ), keskel merglist ja savist ( $D_{III}O^2$ ) ning viimasel lasuvast savikast lubjakivist ( $D_{III}O^3$ ) ning ülal helehallist peeneteralisest nõrgalt arenenud karpliku murdega lubjakivist ( $D_{III}O^4$ ). Kihistiku paksus kõigub tavaliselt 0,9—2 m piirides, kuid küünib kohati üle 4 m. Paksus väheneb peamiselt lõuna ja ida suunas põhiliselt keskmiste merglite ja savide arvel. Ülemise peeneteralise lubjakivi paksus on laialdasel alal võrdlemisi konstantne (0,3—0,5 m). Kihistiku piirideks on hästi väljakujuenenud diskontinuiteet-pindade kompleksid. Oandu faatsiese fauna on mitmekesine ja rikkalik. Selle olulisemateks esindajateks on *Kukersella borealis borealis* (Bassl.), *Graptodictya* n. sp., *Bythopora* cf. *subgracilis* (Ulr.), *Homotrypa similis* Foord, *Stigmatella massalis* Bassl., *Dekayella* cf. *praenuntia simplex* Ulr., *Vellamo oandoensis* Öpik, *Ilmarinia dimorpha* Öpik, *Dalmanella wesenbergensis* Wysog., *Sowerbyella tenera* Rööm., *Camerella dura* Orasp., *Chasmops extensus* (Boeck), *Conolichas eichwaldi* (Nieszk.), *Tetradella iitwiensis* Neck., *Sigmoopsis granulata* (Sarv), *Parulrichia minima* Sarv jt.

Saku faatsies kujutab endast nii litoloogilises kui faunistilises mõttes üleminekulist moodustist oandu lademe rifi- ja normaalse merelise faatsiese vahel. Ta levib väga kitsal alal, piirates vasalemma faatsiest idast, lõunast ja tõenäoliselt ka läänest. Saku faatsiese tundmine põhineb praegu ainult kahel läbilõikel, milledeks on Saku paemurd (joon. 4) ja Munalaskme puurauk. Litoloogiliselt on faatsies väga mitmekesine. Saku paemurrus koosneb ta all jämedateralisest paksukihilisest, osalt dolomiidistunud organodetriitist lubjakivist ( $D_{III}S^1$ ), keskel peene- kuni jämedateralisest lubjakivist helehalli põimjaskihilise aleuroliidi ning sinakashalli mergli ja savi vahekihtidega ( $D_{III}S^2$ ) ning ülal savikast muguljast lubjakivist ( $D_{III}S^3$ ). Kihistiku paksus on siin 4 m+. Saku paemurrust kogutud fauna esialgse läbitöötamise tulemused on esitatud venekeelses tekstis (tabel 1) üksikute kihikomplekside kaupa. Munalaskme profiili iseloomustab üldiselt keskmise kuni peeneteralise mugulja lubjakivi sage vaheldumine õhukeste mergli- ja savikihtidega. Profiili allosas esineb õhuke tsüstiidlubjakivi «keel», kuna selle kõige ülemine osa 1,19 m paksuses



moodustub merglitest, savikast lubjakivist ja peeneteralisest lubjakivist, mis tõenäoliselt vastavad oandu faatsiese ülemisele osale.

Oandu lademe vasalemma (rifi-) faatsies moodustub vasalemma kihistiku (D<sub>II-III</sub>V) ülemisest poolest. Kuigi selle kihistiku alumise poole kuuluvust keila lademesse võib praegu juba tõestatuks lugeda, on piir tema erivanuseliste osade vahel tänaseni kindlaks määramata. Vastavalt sellele vaadeldakse käesolevas artiklis vasalemma kihistikku tervikuna. Vasalemma kihistiku levik piirub umbes 35—40 km pikkuse ja 2—3 km laiuse vööndiga Paeküla—Üksnurme vahelisel alal (joon. 1), kus ta paljandub arvukates paemurdudes. Kihistiku maksimaalne teadaolev paksus küünib 14—15 m-ni. Vasalemma kihistik koosneb peamiselt jämedakristallilisest tsüstiidlubjakivist, milles esineb arvukalt bioherme (eriti kihistiku ülemises osas). Viimased koosnevad osalt mikrokristallilisest (afaniitsest) kihitamata vetik-(?)lubjakivist, osalt savikast sammalloomaderikkast tsüstiidlubjakivist. Biohermide läbimõõt on paemurdude seinamites 10—15 m, kõrgus 3—4 m. Kolm tüüpilisemat biohermi läbilõiget on esitatud joonistel 5, 6 ja 7. Vasalemma biohermid kujunesid nähtavasti avatud merelise basseini rannalähedases vööndis umbes 20—40 m sügavuses. Sammalloomad, okasnahksed, vetikad ja koloniaalsed korallid moodustasid veekogu põhjas külmjaid puhmastikke, mis püüdsid kinni basseini kantava savika ainese. Samal ajal olid nimetatud puhmastikud peamiseks orgaanilise detriidi allikaks, millest moodustus bioherme ümbritsev tsüstiidlubjakivi. Biohermide kujunemise eelduseks oli nähtavasti veekogu põhja ebatasasus, mille kõrgematele kohtadele asusid elama ülalnimetatud rifilembesed organismid. Oluiseks eelduseks biohermide tekkimisele oli maapinna kerkimine Loode-Eestis, mis algas juba keila ea esimesel poolel (laagri ea alguses). Vasalemma kihistiku fauna on üldiselt veel vähe tuntud. Peaaegu kõik kirjeldatud kivistised pärinevad biohermide savikast lubjakivist, kus esinevad massiliselt *Cyathocystis rhizophora* Schm., *Hemicosmites rudis* Jkl., *Homotrypella cribrosa* Bassl., *Dittopora colliculata* (Eichw.), *Diplotrypa petropolitana ligniformis* (Dyb.), *Orbignyella germana* Bassl., *Diazipora milleporacea* (Bassl.), *Eofletcheria orvikui* (Sok.), *Tallinnella modulata* Sarv, *Tallinnopsis iewica* (Neck.), ja *Leperditella pirma* Sarv, Brahhio-poodid (*Ilmarinia dimorpha* Öpik, *Vellamo oandoensis* Öpik, *Platystrophia* jt.) ja tsefalopoodid esinevad harvem, kuna trilobiidid ja gastropoodid on haruldased. Biohermses afaniitises lubjakivis on tavalisteks vormideks *Cyathocystis rhizophora* Schm., *Hemicosmites*, *Ischadites*, *Illaeus* cf. *jewensis* Holm ja tsefalopoodid. Tsüstiidlubjakivis esineb massiliselt *Hemicosmites*'t ja sammalloomi. Peale nende on siit muuhulgas leitud *Liopora tulaensis* Sok., *Liopora grandis* Sok., *Estlandia* sp. ja *Chasmops brevispinus* (Schm.).

Järvakandi faatsies levib teadaolevatel andmetel Kesk-Eestis, kuid tõenäoliselt haarab ta enda alla ka põhilise osa Lõuna-Eestist. Selle faatsiese alal koosneb oandu lade sinakashallist muguljast savikast lubjakivist (all) ja hallikast peeneteralisest lubjakivist (ülal). Savikas lubjakivi siin ei erine praktiliselt lamavate lademetest savikatest lubjakividest, moodustades viimastega ühtse kihistu, mis esindab Kesk- ja Lõuna-Eestis kogu kurna ladejärku. Hallikas lubjakivi on oandu faatsiese ülemise halli lubjakivi (D<sub>III</sub>O<sup>4</sup>) analoogiks ja tuleb lugeda oandu kihistiku koosseisu. Järvakandi faatsiese savikas lubjakivis ei esine seni teadaolevail andmeil oandu lademele tüüpilist faunat. Lihuveski ja Äiamaa puursüdames on nendest kihtidest leitud *Asaphus* (*Neoasaphus*) *nieszkowskii* Schm., *Monotrypa jewensis* Bassl., *Melanostrophus* sp., *Bichilina prima* Sarv, *Polyceratella spinosa* Sarv, *Sigmobolbina quanta* Sarv, *Tallinnopsis* n. sp.



ja *Cytherillina* sp., milledest oandu lademe teistes faatsiestes ei ulatu ükski keila lademe ülemisest piirist kõrgemale. Järvakandi faatsiese savika lubjakivi omapärane endeemilist tüüpi fauna ja litoloogiline omapära põhjustavadki selle käsitlemist iseseisva faatsiesena.

Oandu lademe eri faatsiested põhiliste profiilide korrelatsioon (joon. 2) ei ole kõikides osades ühesuguselt kindel. Kui näiteks Oandu ja Järvakandi profiilide korrelatsioon on tänu järkjärgulisele muutuste jälgimisele vaieldamatu, siis ei saa seda kaugeltki öelda saku ja oandu faatsiese profiilide omavahelise korrelatsiooni kohta, mille detailid on materjali vähesuse tõttu tänaseni ebaselgeks jäänud. Munalaskme profiili ülemine osa 1,19 m paksuses vastab tõenäoliselt vaid Oandu profiili ülemisele poolele, sest vastasel korral peaks vasalemma kihistiku ülemisele osale, Saku profiili alumisele osale ja peaaegu kogu Munalaskme profiilile vastama oandu ja järvakandi faatsiese alal settelünk, mis ei ole aga kooskõlas Eesti alal ordoviitsiumi vältel valitsenud settimistingimuste üldise seaduspärasusega. Nimelt on teada, et sellel perioodil oli kõige rannalähedaseks piirkonnaks Eesti loodeosa, kuna Eesti ida- ja lõunapoolsed rajoonid kujutasid endast suhteliselt sügavaveelist basseini, kus valitsesid rahuliku ja püsiva settimise tingimused.

Oandu lademe enam-vähem kindlaid analooge tuntakse praegu ainult Norras Oslo piirkonnas, kus nendeks tuleb lugeda Nes-Hamari ja Ringsakeri rajooni mjösa lubjakivi ning langesundi enkriniitlubjakivi, aga samuti nähtavasti osa Oslo, Ringerike ja Hadelandi rajooni ülemisest *Chasmops*-lubjakivist. Nimetatud lubjakivides esineb oandu lademele tüüpilisi kivistisi. Rootsisis nendel aladel, kus viru ea lõpus ja harju ea alguses toimus pidev settimine (Ostergotland, Dalarne), on oandu lademele vastavad kihid nähtavasti järvakandi faatsiesele sarnase iseloomuga, s. t. nad ei erine faunistiliselt lamavatest kihtidest. Lõuna-Baltikumis, kus ordoviitsium on viimastel aastatel läbitud paljudes puuraukudes, puuduvad oandu lademe kindlad analoogid samuti. Võib arvata, et viimastena tuleks vaadelda faunistiliselt tõestatud kukruse ja rakvere lademe vahele jääva 3—12 m paksuse liigestamata kompleksi kõige kõrgemaid kihte. Viimastel aastatel on mitmed autorid Jaanussoni (1945) mõjutusel paigutanud oandu lademe harju seeriasse. Seda põhjendatakse nimetamisväärse fauna uuendumisega oandu ea alguses. See uus, arktilise päritoluga fauna on aga valdavalt lühiealine ning koosneb põhiliselt keskordoviitsiumi elementidest. Pealegi levis see uus fauna vaid piiratud territooriumil, kuna valdaval osal Baltikumist püsis edasi endeemiline keila tüüpi fauna. Peale selle ei ole oandu lademe alumine piir Baltikumis litoloogiliselt terav, kohati aga puudub hoopis. Samal ajal on lademe ülemine piir, mis kannab settelünga jälgi ja langeb kokku harju seeria alumisele osale iseloomuliku afaniitse lubjakivi kompleksi alumise piiriga, kõikjal Baltikumis selgelt välja kujunenud. Kõike seda ning prioriteedi printsiipi arvestades on otstarbekohasem lugeda oandu lade viru seeriasse ning asetada seeriatevaheline piir oandu ja rakvere lademe vahele.



# THE STRATIGRAPHY OF THE OANDU («VASALEMMA») STAGE

R. MÄNNIL

## Summary

As to the facial differentiation and to the development of the fauna, the Oandu stage is one of the most interesting parts of the Ordovician in Estonia. That stage is situated on the border of the Viruan and Harjuan series between the Keila and Rakvere stages and, according to the present state of our knowledge, it is divided into four facies and into four members roughly corresponding to the former: the Oandu, Saku, Vasalemma and Järvakandi facies (resp. members). As the entire section of the reefogenous Vasalemma member is unknown up to the present, and the lower strata of the investigated part belong, according to the author's researches, to the Keila stage (in respect to their age), it is more appropriate to take for the type section of the stage the section of the Oandu member and not that of the Vasalemma member. The author recommends to use for that purpose the section on the Oandu River and to name the stage, accordingly, the Oandu stage.

The Oandu facies represents the main part of the normal sea facies of the stage. According to the data of boring, it is distributed over a wide area in the west, north, and east parts of Estonia, stretching from there into the Leningrad District (Fig. 1). The facies is represented by the Oandu member ( $D_{III}O$ ), consisting in the lower part mainly of bluish-grey nodular marly limestone ( $D_{III}O^1$ ), in the middle part — of marl and clay ( $D_{III}O^2$ ) and of marly limestone ( $D_{III}O^3$ ) lying above the latter, and in the upper part — of light-grey fine-grained limestone with weakly developed conchoidal fracture ( $D_{III}O^4$ ). The thickness of the member ordinarily fluctuates between 0.9 to 2 m, but in places attains the thickness of 4 m. The thickness decreases generally in the southern and eastern direction, and that mainly at the expense of marls and clays of the middle part. The thickness of the upper fine-grained limestone is comparatively constant (0.3—0.5 m) over a wide area. The borders of the member are marked by well-developed surfaces of discontinuity. The fauna of the Oandu facies is abundant and rich in individuals. The most typical representatives of that fauna are: *Kukersella borealis borealis* (Bassl.), *Graptodictya* n. sp., *Bythopora* cf. *subgracilis* (Ulr.), *Homotrypa similis* Foord, *Stigmatella massalis* Bassl., *Dekayella* cf. *praenutria simplex* Ulr., *Vellamo oandoensis* Öpik, *Ilmarinia dimorpha* Öpik, *Dalmanella wesenbergensis* Wysog., *Sowerbyella tenera* Rõõm., *Camerella dura* Orasp., *Chasmops extensus* (Boeck), *Conolichas eichwaldi* (Nieszk.), *Tetradella litwiensis* Neck., *Sigmoopsis granulata* (Sarv), *Parulrichia minima* Sarv and others.

The Saku facies represents (in respect to its lithology and facies) a transition between the Oandu reef-facies and the "normal" facies. It is distributed over a very narrow area, bordering on the Vasalemma facies from the east, south and probably also from the west. The study of the Saku facies has been made in two sections only, and namely in the quarry of Saku (Fig. 4) and in the borehole of Munalaskme. Lithologically that facies is very varied. In the section of Saku it consists in the lower part of coarse detritical, thickly layered, partly dolomitized limestone ( $D_{III}S^1$ ), in the middle — of interstratification of fine- to coarse-grained limestone with light-grey cross-bedded aleurolite and bluish-grey marl and clay ( $D_{III}S^2$ ), and on the top — of nodular marly limestone ( $D_{III}S^3$ ). The thickness of the member is there 4 m+. The preliminary results of re-



searches on the fauna collected from the Saku quarry are given in the Russian text (p. 100) according to single bed-complexes. The section of Munalaskme is characterized, on the whole, by medium-sized to fine-grained nodular limestone alternating frequently with beds of marl and clay. In the lower part of the section lies a thin tongue of cystoid limestone, and the top is represented by 1.9 m thick marls, marly limestones and fine-grained limestones that probably correspond to the upper part of the Oandu facies.

The reefogenous Vasalemma facies of the Oandu stage is represented by the upper part of the Vasalemma member (D<sub>II-III</sub>V). Though the lower part of this member can now with certainty be attributed to the Keila stage, its upper border has not been fixed, as yet. Therefore the Vasalemma member is dealt with in the present article as a whole. The distribution of the Vasalemma member is confined to a 35—40 km long and 2—3 km wide area between Paeküla and Üksnurme (Fig. 1) where it is exposed in numerous quarries. The maximal thickness established here attains 14—15 m. The Vasalemma member consists mainly of coarse crystalline cystoid limestone with abundant bioherms (especially in its upper part). The bioherms consist partly of microcrystalline (aphanite) non-bedded algeous (?) limestone and partly of argillaceous cystoid limestone rich in bryozoans. In the section of the quarries the diameter of bioherms attains 10—15 m, the height — 3—4 m. The most typical cross-sections of bioherms are presented in Figs. 5, 6 and 7. The bioherms of Vasalemma were obviously formed in the coastal region of the open sea basin, at the depth of about 20—40 m. On the bottom of the sea the bryozoans, echinodermata, algae and colonial corals formed bumpy clusters which caught up the clay substance that was transported into the basin. At the same time, these clusters were the main sources of organic detrite of which was formed the cystoid limestone surrounding the bioherms. A prerequisite for the formation of bioherms was evidently the uneven bottom of the sea, in the higher parts of which the reefophilous organisms settled. An important prerequisite for the formation of bioherms was the shallowing of the sea in the northwest part of Estonia, which began already in the first half of the Keila time (at the beginning of the Laagri time). The fauna of the Vasalemma member, on the whole, is not well known as yet. Most fossils of that member that have been described occur in the argillaceous limestone of bioherms where we find abundant *Cyathocystis rhizophora* Schm., *Hemicosmites rudis* Jkl., *Homotrypella cribrosa* Bassl., *Dittopora colliculata* (Eichw.), *Diplotrypa petropolitana ligniformis* (Dyb.), *Orbignyella germana* Bassl., *Diazipora milleporacea* (Bassl.), *Eofletcheria orvikui* (Sok.), *Tallinnella modulata* Sarv, *Tallinnopsis iewica* (Neck.) and *Leperditella prima* Sarv. Brachiopods (*Ilmarinia dimorpha* Öpik, *Vellamo oandoensis* Öpik, *Platystrophia* etc.) and cephalopods occur less frequently, whereas trilobites and gastropods are rare. The common forms in the bioherm aphanite limestone are *Cyathocystis rhizophora* Schm., *Hemicosmites*, *Ischadites*, *Iliaenus* cf. *jevensis* Holm and cephalopods. In the cystoid limestone the *Hemicosmites* and bryozoans occur in great numbers. Besides, here have also been found *Liopora tulaensis* Sok., *Liopora grandis* Sok., *Estlandia* sp. and *Chasmops brevispinus* (Schm.).

According to the present data the Järvakandi facies is distributed in the central part of Estonia, but probably it extends to the major part of South Estonia. In that facies, the Oandu stage is represented by bluish-grey nodular argillaceous limestone (below) and by greyish fine-grained limestone (on top). The argillaceous limestone does not in fact differ from the argillaceous limestones of the underlying stages, composing



together with them a homogenous formation which represents the entire Kurna subseries in the central and southern parts of Estonia. The greyish limestone is analogous with the topmost grey limestone of the Oandu facies (D<sub>III</sub>O<sup>4</sup>), and it has to be attributed to the Oandu stage. As far as we know, the argillaceous limestone of the Järvakandi facies does not contain the typical fauna of the Oandu stage. In the Lihuveski and Äiamaa cores have been found *Asaphus* (*Neoasaphus*) *nieszkowskii* Schm., *Monotrypa jewensis* Bassl., *Melanostrophus* sp., *Bichilina prima* Sarv, *Polyceratella spinosa* Sarv, *Sigmobolbina quanta* Sarv, *Tallinnopsis* n. sp. and *Cytherellina* sp. which in the areas of the distribution of the other facies of the Oandu stage never occur higher than in the uppermost strata of the Keila stage. The fauna of an endemic type, occurring in the argillaceous limestone of the Järvakandi facies, together with its lithological peculiarities, is the reason why that facies is dealt with as an independent facial unit.

There is no equal certainty as to the correlation (Fig. 2) of the main sections of the Oandu stage. If, for instance, the correlation of the Oandu and Järvakandi sections is undisputable, owing to the well-defined gradual lithological changes, this cannot be stated about the correlation of sections of the Saku and Oandu facies. The details of that correlation have not been elucidated, as yet. The topmost part of the Munalaskme section, being 1.19 m thick, probably corresponds only to the upper part of the Oandu section. If it were not so (i. e. if the topmost part of the Munalaskme section corresponded to the whole of the Oandu section), then the upper part of the Vasalemma member, the lower part of the Saku section, and almost the whole of the Munalaskme section would correspond to a hiatus in the Oandu and Järvakandi facies, which is not in conformity with the conditions of sedimentation prevailing on the Estonian territory during the Ordovician period. It is namely known that, at that period the north-west part of Estonia was the region nearest to the shore, whereas the eastern and southern parts represented a comparatively deep basin with undisturbed and uninterrupted conditions of sedimentation.

The more or less definite analogue to the Oandu stage is known to be only in Norway, in the Oslo district, and namely the Mjøsa limestone in the region of Nes-Hamar and Ringsaker, the Encrinite Limestone of Langesund and probably also part of the topmost Chasmops Limestone of Oslo, Ringerike and Hadeland districts. In the above-mentioned limestones are found fossils that are typical of the Oandu stage. In those parts of Sweden where, at the end of the Viruan and at the beginning of the Harjuan time, uninterrupted sedimentation was taking place (Östergötland, Dalarne), the beds corresponding to the Oandu stage have probably a character resembling the Järvakandi facies, i. e. they do not differ faunistically from the underlying beds. In the south of the East Baltic, where the Ordovician has been investigated in numerous drill holes, no definite analogues of the Oandu stage are found. We may assume that such may be the uppermost beds of the 3—13 m thick undefined complex lying between the faunistically defined Kukruse and Rakvere stages. During the recent years several authors, influenced by Jaanusson (1945), have attributed the Oandu stage to the Harjuan series. As an argument in that case served the considerable renovation of the fauna at the beginning of the Oandu age. But that fauna of Arctic origin is mainly short-living in Baltoscandia and consists in its major part of Middle-Ordovician elements. Moreover, that fauna is distributed over a limited area only, whereas in the major part of the Baltic the endemic fauna of the Keila-type has prevailed. Besides, the lower boundary of



the Oandu stage in the Baltic is not well-marked lithologically, and in places it is altogether missing. At the same time, well defined throughout the East Baltic is the upper boundary of that stage, bearing traces of a break and coinciding with the lower boundary of the complex of the aphanite limestone typical of the lower part of the Harju series. Considering the above facts as well as the principle of priority, it is more convenient to attribute the Oandu stage to the Viruan series and to place the boundary of the series between the Oandu and Rakvere stages.

*Academy of Sciences of the Estonian S.S.R.  
Institute of Geology*