

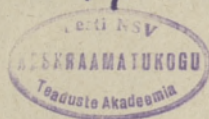
Ep. 5.12

EESTI NSV TEADUSTE AKADEEMIA
АКАДЕМИЯ НАУК ЭСТОНСКОЙ ССР

GEOLOGIA INSTITUUDI
UURIMUSED

ТРУДЫ
ИНСТИТУТА ГЕОЛОГИИ
III

1518
Ep. 1700



EESTI RIIKLIK KIRJASTUS
TALLINN 1958

СТРАТИГРАФИЯ ЮУРУСКОГО (G_I) И ТАМСАЛУСКОГО (G_{II}) ГОРИЗОНТОВ СИЛУРА ЭСТОНСКОЙ ССР

А. О. ААЛОЭ

Юурусский горизонт, как самостоятельная стратиграфическая единица, был установлен Ф. Б. Шмидтом в 1858 г. Шмидт отнес к этому горизонту (Jördensche Schicht — 4) все известные ему слои, соответствующие нынешним горизонтам G_I и G_{II}. В составе юурусского горизонта он выделил как фаціальную единицу известняки, состоящие главным образом из раковин брахиопода *Pentamerus borealis* Eichw., под названием бореалисовой банки. В 1891 г. Ф. Б. Шмидтом была выделена верхняя часть указанного горизонта — известняки с *Pentamerus borealis* Eichw. — под названием пентамерусового горизонта (который А. Эпиком в 1938 г. был назван тамсалуским горизонтом), причем к юурусскому горизонту он относил нижележащие мергелистые известняки с *Coelospira duboysi* (Vern.). Попытки дать более детальное подразделение этих горизонтов были сделаны К. Тейхертом, Э. Розенштейн и Р. Мяннилем.

Юурусский горизонт в промежутке между поселками Амбла и Тамсалу был подразделен Э. Розенштейн (Rosenstein, 1940). Она выделила в составе горизонта следующие слои (снизу вверх):

1. Мергели и доломитизированные известняки с *Coelospira duboysi* (Vern.); мощность 5,5—6 м.

2. Доломитизированные известняки с прослоями мергелей со *Stricklandia* aff. *lens* (Sow.); мощность 2—2,5 м.

3. Мергелистый доломитизированный пестроцветный известняк мощностью 2 м. Из фауны здесь известны только кораллы и строматопоридеи.

Р. Мяннийль,* обрабатывая материал буровой скважины, пробуренной у с. Лихувески, открыл, что в этом районе слои с *Coelospira* встречаются в разрезе выше слоев со *Stricklandia* (фактически, как это показывают все данные автора настоящей статьи, слои с *Coelospira* в разрезе G_I залегают повсюду выше слоев со *Stricklandia*, и Э. Розенштейн при описании разреза юурусского горизонта допустила явную ошибку). Р. Мяннийль пришел к выводу, что на основе распространения этих видов провести подразделение горизонта невозможно. Он выделил в юурусском горизонте два подгоризонта. При этом в нижний из них, варболаский подгоризонт,

* R. M ä n n i l, Gotlandium Lihuveski puuraugus. Рукопись. Институт геологии Академии наук Эстонской ССР, 1949.

включил как слои со *Stricklandia*, так и слои с *Coelospira*. Верхний, куйметсаский, подгоризонт у него совпадает с мергелистым доломитизированным известняком Э. Розенштейн.

В том же году (1949) Р. Мянниль* отнес к юурусскому горизонту и песчанистые, и скрытокристаллические известняки без фауны, открытые Э. Розенштейн в керне буровой скважины у с. Камарику и отнесенные последней к поркунискому горизонту. Эти слои были Р. Мяннилем названы койгиским подгоризонтом. В связи с тем, что автор настоящей статьи обнаружил в койгиском подгоризонте такие типичные виды поркуниского горизонта как *Leptaena acuteplicata* Sokolsk., *Graptodictya obliqua* Bassl. и *Solenopora* sp., эти слои отнесены в настоящее время все-таки к поркунискому горизонту. В этой же работе куйметсаский подгоризонт был Р. Мяннилем переименован в пургаский подгоризонт.

Ниже приводится сопоставление подразделений юурусского горизонта, данных Э. Розенштейн, Р. Мяннилем и автором настоящей статьи (табл. 1).

Таблица 1

Сравнение подразделений юурусского горизонта

Э. Розенштейн, 1940		Р. Мянниль, 1949	А. Аалое, 1958
G ₂		G ₂	
G ₁	Мергелистый доломитизированный пестрый известняк	Пургаский подгоризонт — G _{1γ}	G ₁₁
	Доломитизированные известняки с прослоями мергелей со <i>Stricklandia</i> aff. <i>lens</i> (Sow.)	Варболаский подгоризонт — G _{1β}	Юурусский горизонт — G ₁
	Мергели и доломитизированные известняки с <i>Coelospira duboysi</i> (Vern.)		
F ₂	Койгиский подгоризонт — G _{1α}	F ₂	

К. Тейхерт (Teichert, 1928), подразделяя тамсалуский горизонт на западе материковой части Эстонии и на острове Хийумаа, предложил следующую схему:

G_{1c} — покровный слой,

G_{1b} — рохукулаский и кильтсиский мергель и известняки,

G_{1a} — рохукулаский сирингопоровый мергель.

В этой схеме, хотя она была общепринятой до последнего времени, имеются крупные недостатки. Не учитывая условий залегания, К. Тейхерт считал самые нижние слои тамсалуского горизонта в указанном районе — пентамерусовые известняки, обнажающиеся у с. Пуллапя, — самой верх-

* Р. Мянниль. Обзор стратиграфии силурийских отложений по линии разреза Таллин—Ярваканьди—Выхма (ЭССР). Рукопись. Институт геологии Академии наук Эстонской ССР, 1949.

ней зоной этого горизонта («Gnc — покровный слой»). Недостаточно было обосновано К. Тейхертом отнесение к райккюласкому горизонту верхней части тамсалуского горизонта в том же районе — криноидных известняков мощностью от 3 до 5 м («Gnpb — пуллапя-эйглакюлаская зона») и известняков, обнажающихся на глинте Калласто на острове Хийумаа («Gpa — вахтрапская зона»). Последние фактически сопоставляются с рохукюласкими и кильтсискими мергелем и известняками (см. рис. 5) и, таким образом, относятся к Gc. Основанием для отнесения К. Тейхертом этих слоев к райккюласкому горизонту послужило отсутствие в них *Pentamerus borealis* Eichw. и наличие некоторых кораллов, характерных для райккюлаского горизонта. В действительности фауна этих слоев указывает на тесную связь их с тамсалуским горизонтом, и автором настоящей статьи здесь были сделаны многие находки пентамеруса. По-видимому, основной причиной включения слоев, обнажающихся на глинте Калласто, в райккюлаский горизонт явилось обнажение у подножия глинта пентамерусовых известняков, которые К. Тейхерт ошибочно принял за верхи тамсалуского горизонта.

Детальное литологическое исследование тамсалуского горизонта в окрестностях пос. Тамсалу (восточная Эстония) было проведено Э. Розенштейн в 1938 году.

По вопросу о стратиграфической самостоятельности тамсалуского горизонта до сих пор существовали различные мнения. Многие авторы, как Х. Твенхофель (Twenhofel, 1916), К. Тейхерт (1928) и др., считали, что тамсалуский горизонт является все же частью юурусского горизонта. Основанием для такого взгляда послужили следующие обстоятельства.

1. В центральной и в восточной частях Эстонской ССР к тамсалускому горизонту была отнесена только бореалисовая банка, а все нижележащие слои неправильно относились к юурусскому горизонту, поэтому резкое уменьшение мощности бореалисовой банки (таммикусских слоев* — Gnt в понимании автора) в южном и западном направлениях принималось за доказательство фациальной разности этих слоев в составе юурусского горизонта (рис. 1 и 2).

2. Обнаженность юурусского горизонта весьма плохая. Исследователям были доступны главным образом обнажения «мергелистого доломитизированного пестроцветного известняка» (пургаских слоев — Gnp), который принимался ими за верхи юурусского горизонта. Найденная в этих обнажениях фауна указывала на явную связь их с тамсалуским горизонтом.

3. В западной части Эстонской ССР бореалисовая банка фациально переходит в детритусовые и мергелистые известняки, фауна которых тесно связана с фауной «мергелистого доломитизированного пестроцветного известняка» и которые местами также литологически близки к породам последнего.

Автор настоящей статьи после изучения обширного материала пришел к заключению, что «мергелистый доломитизированный пестроцветный известняк» по Э. Розенштейн, или пургаский подгоризонт по Р. Мяннилю, является составной частью тамсалуского горизонта (пургаские слои — Gnp). Изменение мощности бореалисовой банки (таммикусских слоев — Gnt) происходит за счет развития пургаских слоев (см. рис. 1 и 2 и рис. 4 и 7). В западной части Эстонской ССР пургаские слои фациально сменяются ридаласкими слоями — Gnr, в которых местами обильно встречаются *Pentamerus borealis* Eichw. и другие формы, характерные для тамсалуского горизонта. Пургаские слои и палеонтологически связаны с тамсалу-

* В настоящей статье термином «слои» в сочетании с географическим названием обозначаются литостратиграфические единицы (пачки).

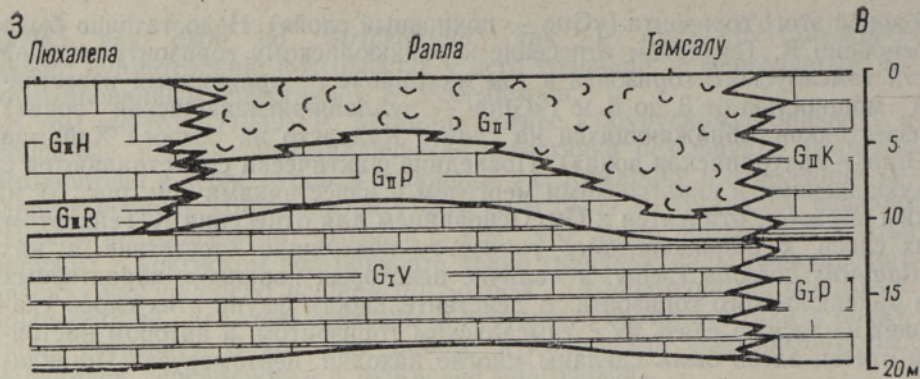


Рис. 1. Широтный разрез юруского и тамсалуского горизонтов по линии Пюхалепа — Рапла—Тамсалу. Горизонтальный масштаб 1 : 2 000 000.

ским горизонтом более тесно, чем с юруским горизонтом. Можно констатировать, что в пургаских слоях не встречается ни одного вида, присущего только юрускому горизонту, но широко распространены виды, характерные для тамсалуского горизонта: *Clathrodictyon conomammillatum* Riab., *Palaeofavosites forbesiformis* var. *limbergensis* Sok., *Homeoaspira aprinis* Vern., *Rafinesquina* (R.) *aequalis* (Teich.) и др. Некоторые авторы, как В. Твенхофель (1916) и др., упоминают о находках *Pentamerus borealis* Eichw. «в верхах юруского горизонта» в области его выхода. Хотя автору этой статьи и не удалось проверить эти данные, они вероятны, так как в разрезах буровых скважин Сулуствере и Йыгева в низах тамсалуского горизонта (G_{II}P) встречаются и одиночные экземпляры пентамеруса.

Отнесением G_{II}P к тамсалускому горизонту разрешается положительно вопрос о синхронности границы юруского и тамсалуского горизонтов, которая многими авторами считалась метакронной. Это также указывает на

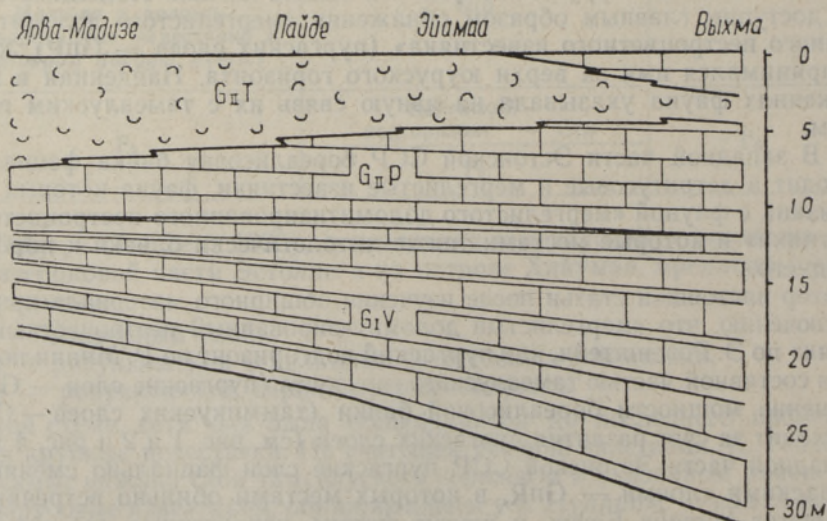


Рис. 2. Меридиональный разрез юруского и тамсалуского горизонтов по линии Ярва-Мадизе—Эйамаа—Выхма. Горизонтальный масштаб 1 : 600 000.

ошибочность мнения о наличии очень тесной связи между фауной юурусского и тамсалуского горизонтов. Несомненно, что юурусский (GII) и тамсалуский (GII) горизонты являются самостоятельными стратиграфическими единицами.

Выходы юурусского и тамсалуского горизонтов простираются в виде непрерывной полосы, шириной от 3 до 22 км, от западного побережья острова Хийумаа до окрестностей г. Муствээ у Чудского озера, где они несогласно покрываются среднедевонскими отложениями (см. рис. 3 и 4). Обнаженность юурусского горизонта плохая; известны только 15 обнажений, из которых большинство представляют собой канавы, колодцы и, в отдельных случаях, альвары. Плохая обнаженность зависит от мергелистого состава породы, непригодной для практического применения и легко подвергающейся эрозии. Поэтому выход юурусского горизонта образует узкую полосу вдоль линии распространения тамсалуского горизонта. Обнаженность тамсалуского горизонта хорошая, что отчасти объясняется наличием карьеров по добыче известняка, идущего на обжиг извести и в качестве строительного камня. Автором изучены 84 обнажения, среди них и такие крупные карьеры, как Сяэзе (Лимберга) в Тамсалу, Камарику около Ракке, Пюхалепа на острове Хийумаа и др.

Юурусский горизонт — GI

Юурусский горизонт представлен главным образом тонкослоистыми органогенными мергелистыми известняками с частыми прослоями мергелей. Как в известняках, так и в мергелях обычно встречается обильная фауна. Граница юурусского горизонта с нижележащим поркуниским горизонтом (F₂) известна только по кернам буровых скважин как переходная, без резкой литологической и палеонтологической маркировки. Так, уже в самых верхних слоях поркуниского горизонта, в скрытокристаллических известняках, имеются тонкие прослой мергеля, а в низах юурусского горизонта на протяжении 20—30 см прослой мергеля сравнительно тонкие и содержание терригенного компонента в породе низкое. Фауна в низах юурусского и в верхах поркуниского горизонтов встречается очень редко. Поэтому граница устанавливается по подошве более мощных прослоев мергеля, которым в разрезе сопутствует и более детритусовая порода. Только в разрезе буровой скважины Вяйке-Маарья № 4 на границе наблюдается поверхность перерыва. Граница с вышележащим тамсалуским горизонтом на площади распространения варболаских слоев юурусского горизонта (GI V) литологически слабо маркирована и определяется по меньшему содержанию мергеля в низах тамсалуского горизонта. Палеонтологически верхняя граница юурусского горизонта, на этой же площади, хорошо выражена благодаря широкому распространению брахиопода *Coelospira duboysi* (Vern.) в верхних слоях горизонта. В области распространения паасвереских слоев юурусского горизонта верхняя граница устанавливается по подошве мергеля козеских слоев тамсалуского горизонта (GI K).

Полная мощность юурусского горизонта в области его выхода составляет примерно 8,5 м и значительно увеличивается в юго-восточном направлении, достигая в районе г. Йыгева 22,05 м (рис. 3).

Достаточное основание для подразделения юурусского горизонта на подгоризонты отсутствует. Как нами уже отмечалось, такие попытки были сделаны Э. Розенштейн и Р. Мяннилем, которые основывались на материалах, собранных только из варболаских слоев этого горизонта, причем за верхний подгоризонт они принимали пургаские слои тамсалуского го-

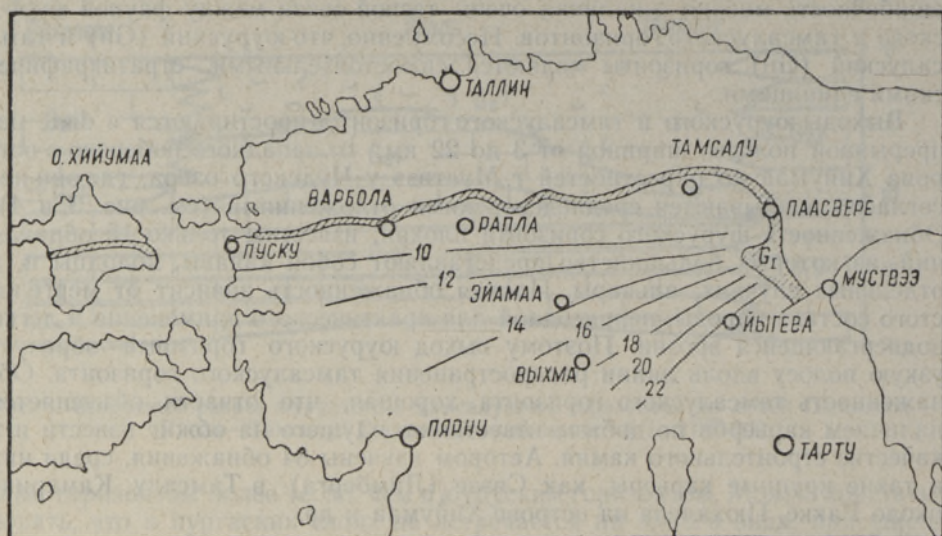


Рис. 3. Выход и изолинии мощностей юурского горизонта. 1 : 2 500 000.

розинта (GiP). Хотя в варболаских слоях в большинстве случаев можно выделить два различных по фауне комплекса: внизу слои со *Stricklandia* и наверху слои с *Coelospira*, синхронная граница между этими комплексами отсутствует и, например, в разрезе буровой скважины Рапла находок *Stricklandia* не имеется, а *Coelospira* встречается и в низах юурского горизонта.

На основе литологического и палеонтологического материала автором в пределах юурского горизонта выделены две группы слоев: варболаские слои — GiV и паасвереские слои — GiP, которые образовались в двух разных по фаціальным условиям областях.

Варболаские слои — GiV по всей мощности горизонта распространены к западу от восточного склона Пандивереской возвышенности. Из обнажений можно назвать альвары в окрестностях поселков Вахтрепа и Оэла, колодец на городище Варбола и др. Эти слои обнаружены и по керну ряда буровых скважин, пробуренных у с. Пуску, пос. Рапла, у с. Лихувески и Эйамаа, г. Йыгева и др.

В составе выделенной группы слоев преобладают богатые фауной тонкослоистые мелкозернистые детритусовые (реже биоморфные брахиоподовые) мергелистые известняки (табл. I, фиг. 5—6 и табл. II, фиг. 1—2) с частыми волнистыми прослоями мергеля. В некоторых случаях породы слабо доломитизированы. В детрите преобладают фрагменты брахиопод, гастропод, мшанок и кораллов. Доминирующей окаменелостью в нижней трети разреза является *Stricklandia lens* (Sow.). В верхней части разреза отмечается массовое распространение *Coelospira duboysi* (Vern.).

В пределах всей толщи варболаских слоев встречаются еще *Clathrodiction nikitini* Riab., *Streptelasma whittardi* Smith, *Palaeofavosites rudis* Sok., *P. forbesiformis* Sok., *Holtedahline silurica* Rõõmusoks (in coll.), *Fardenia pecten* (L.), *Rhipidomella hybrida* (Sow.), *Meristella crassa* Sow., *Plectatrypa imbricata* (Sow.), *Murchisonia exilis* Eichw., *Bythocypris lubrica* K. Stumbur и др.

Содержание терригенного компонента в породах варболаских слоев, которое в области выхода не превышает 10—12%, увеличивается в южном

направлений, достигая уже на некоторых уровнях разреза буровой скважины Эймаа более 20%. Прослой мергеля утолщаются, фауна встречается реже. По имеющемуся описанию разреза опорной скважины Выхма, * варболаские слои в интервале 97,00—114,37 м характеризуются детритусовыми мергелистыми известняками с частыми прослоями мергелей, которые местами преобладают. *Stricklandia* и *Coelospira* здесь не встречаются, но имеются виды, известные на выходе в поркуниском горизонте, такие как *Leptaena acuteplicata* Sokolsk., *Streptis incompta* Ulr. et Cooper и *Bekkerella* cf. *bekkeri* Rosenst. Кроме названных, встречаются и виды, известные на выходе в варболаских слоях, например *Fardenia pecten* (L.), *Hesperorthis* aff. *davidsoni* (Vern.) и др.

Паасвереские слои — G₁P по всей мощности юурусского горизонта распространены к востоку от Пандивереской возвышенности. В обнажениях эти слои известны только в старой каменоломне у с. Паасвере. Паасвереские слои встречены также в разрезах буровых скважин Вяйке-Маарья № 4 и Козе. В состав паасвереских слоев входит мелкозернистый мергелистый, обычно доломитизированный шламмовый известняк (табл. II, фиг. 3) с частыми волнистыми прослойками мергелей. Изредка в породе встречаются мелкие фрагменты брахиопод и членики криноидеи. Фауна встречается очень редко; до сих пор обнаружены одиночные экземпляры *Coelospira duboysi* (Vern.), один строфоменид, отдельные табуляты и ругозы, не поддающиеся более точному определению.

Тамсалуский горизонт — G₁

Тамсалуский горизонт представлен главным образом органогенными и мергелистыми известняками. Нижняя граница горизонта, как указывалось выше, литологически не очень ясная, но палеонтологически почти повсеместно хорошо выделяется в связи с обилием *Coelospira duboysi* (Vern.) в верхах варболаских слоев юурусского горизонта. Граница между тамсалуским и райккюласким горизонтами хорошо устанавливается на основании различного характера слагающих их пород (табл. I, фиг. 3 и табл. II, фиг. 4), а также палеонтологически. В районе распространения тамсалуских слоев тамсалуского горизонта на верхней границе горизонта часто встречается «строматопоровый конгломерат» — конгломератовидный слой, содержащий много окатанных желваков строматопороидеи. Мощность тамсалуского горизонта в районе выхода колеблется в пределах 7—11 м, увеличиваясь в юго-восточном направлении (рис. 4). Мощность горизонта в разрезе буровой скважины Йыгева равна 14,40 м. Обоснованных данных для подразделения горизонта на подгорizontы нет.

На основе литологического и палеонтологического материала автор в составе горизонта выделил пять групп слоев, образовавшихся в различных фациальных условиях: ридалаские (G₁R), хиллистеские (G₁H), пургаские (G₁P), тамсалуские (G₁T) и козеские (G₁K) слои.

Ридалаские слои — G₁R, развитые в низах горизонта, распространены в западной части территории Эстонской ССР, к западу от меридиана г. Хаапсалу, на полуострове Ридала и на острове Хийумаа; мощность их примерно 3,3 м. Из обнажений можно назвать нижнюю часть карьера у с. Рохукюла и некоторые небольшие карьеры и естественные обнажения около с. Пуллапя и с. Вахтрепа. Они обнаружены в разрезе буровой сква-

* Коллектив авторов. Текстовые приложения к отчету по обработке кернового материала опорных скважин, пройденных у ст. Сиверской Ленинградской области и у ст. Выхма Эстонской ССР. Рукопись, ВСЕГЕИ, 1948.

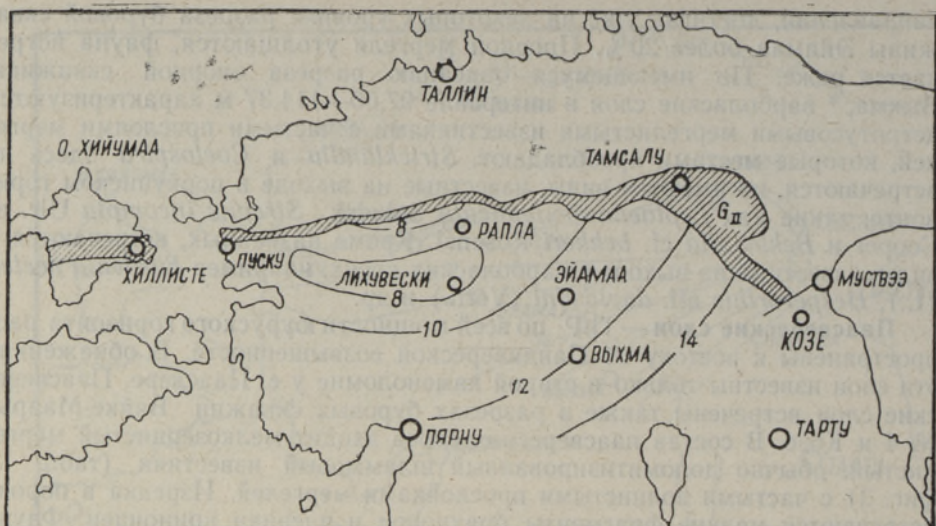


Рис. 4. Выход и изолинии мощностей тамсалуского горизонта. 1:2 500 000.

жины у с. Пуску. В пределах ридаласких слоев выделены три литологических комплекса (снизу вверх):

I — детритусово-обломочный пентамерусовый известняк мощностью около 0,5 м. В породе встречаются, кроме фрагментов и целых раковин *Pentamerus borealis* Eichw., и многие окатанные обломки мелкозернистого известняка поперечником до 1 см. Комплекс обнажается у подножия глинта Калласто на острове Хийумаа, у с. Пуллапя и т. д.

II — детритусовый, частично песчаниковидный (с карбонатными песчинками) известняк (табл. II, фиг. 5) мощностью 1,5 м, обнажающийся у с. Пуллапя. На некоторых уровнях в породе встречаются и окатанные фрагменты фауны. Эти первые два комплекса соответствуют выделенной К. Тейхертом зоне «G₁c — покровный слой», которую он относил к самым верхним слоям тамсалуского горизонта.

III — тонкослоистый детритусовый, частично биоморфный мергелистый известняк, в котором местами встречаются в изобилии *Aulopora* sp. (табл. II, фиг. 6). Мощность комплекса, который обнажается только в карьере около с. Рохукюла, примерно 1 м. Название этого комплекса по К. Тейхерту — «G₁a — рохукюльский сирингопоровый мергель».

В ридаласких слоях из фауны, кроме *Aulopora* sp., можно назвать еще *Brachyelasma estonicum* (Dyb.), *Fardenia pecten* (L.), *Pentamerus borealis* Eichw., *Platystrophia* ex gr. *biforata* Schloth., *Proetus planedor-satus* Schm.

Хиллиестеские слои — G₁H мощностью до 7,7 м залегают над описанными выше ридаласкими слоями и имеют аналогичное им распространение. Породы этих слоев известны по многим обнажениям — в карьерах у Пюхалепа, Хиллисте, Рохукюла, Кильтси, Эйглакюла и др., а также по глинтам у Калласто и Пуллапя. В разрезе хиллиестеских слоев выделены три литологических комплекса (снизу вверх):

IV — среднекристаллические грубодетритусовые и обломочно-детритусовые известняки мощностью около 1,7 м, обнажающиеся в верхней части карьера у с. Рохукюла, в нижней части карьера у с. Кильтси и т. д. В комплексе часто встречаются окатанные обломки кораллов и желваков строматопороидеи, а также обломки мелкозернистого известняка (табл.

II, фиг. 7). Этот комплекс соответствует «рохукюласким и кильтским известнякам» К. Тейхерта.

V — мелкокристаллические мелкодетритусовые и шламмовые мергелистые известняки (табл. III, фиг. 1) с прослойками мергелей, мощностью 1 м (по К. Тейхерту «кильтские мергели»). Этот комплекс обнажается в карьере около Кильтси и в средней части глинта Калласто. В последнем обнажении в комплексе встречается и биоморфный гастроподовый известняк (табл. II, фиг. 8). На острове Хийумаа IV и V комплексы были К. Тейхертом названы вахрапяской зоной и отнесены к райккюласкому горизонту (Gша).

VI — грубокристаллические или разнозернистые грубодетритусовые криноидные известняки (табл. III, фиг. 2—3) мощностью от 3 до 5 м, обнажающиеся во многих карьерах, например около Хиллисте, Пюхалепа, Эйглаюла и др. Этот комплекс был К. Тейхертом назван пуллапя-эйглакюлаской зоной и отнесен к райккюласкому горизонту (Сшб).

Для всех этих трех комплексов характерно наличие биогермов. Последние сравнительно небольшие: их поперечник, по имеющимся данным, не превышает 30 м, а мощность не более 3 м. Для них характерно в первую очередь отсутствие слоистости или очень неправильная волнистая слоистость (табл. I, фиг. 2). Биогермы образованы главным образом кораллами, среди которых в большом количестве встречаются *Mesofavosites fleximurinus* var. *similis* Sok. и *Palaeofavosites paulus* var. *dagoensis* Sok. Часто встречаются *Petrozium losseni* (Dyb.) и *Palaeophyllum tubuliferum* Reim. Из «активных» рифообразователей можно назвать еще мшанок, строматопороидей и криноидей. В биогермах присутствуют и многие «пассивные» формы — брахиоподы, остракоды, гастроподы и т. д. Литологически биогермы характеризуются двумя типами пород. В периферийных частях биогермов распространен главным образом скрытокристаллический мергелистый биогермный известняк (табл. III, фиг. 4), в центральных частях — скрытокристаллический биогермный известняк. Вблизи биогермов часто встречаются брекчевидные органогенные породы.

В хиллистеских слоях из фауны, кроме названных, встречаются еще *Cyathophylloides kassariensis* (Dyb.), *Aulopora* sp., *Palaeofavosites balticus* (Rukh.), *Favosites antiquus* Sok., *Camaratoechia* (?) *borealis* Schloth., *Hesperorthis* aff. *davidsoni* (Vern.), *Homeoaspira aprinis* (Vern.), *Rafines-*

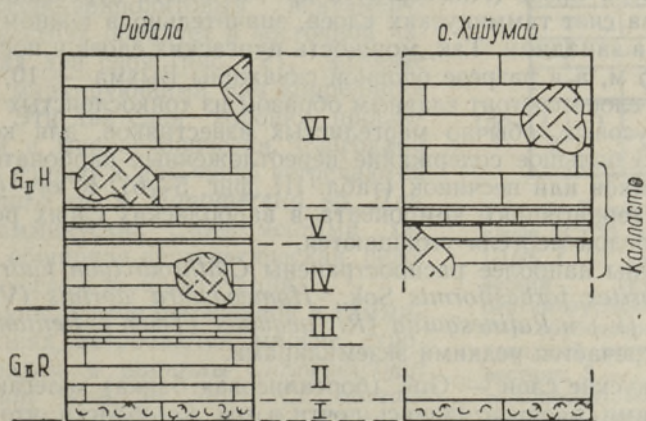


Рис. 5. Сводный разрез тамсалуского горизонта на полуострове Ридала и острове Хийумаа. 1: 200.

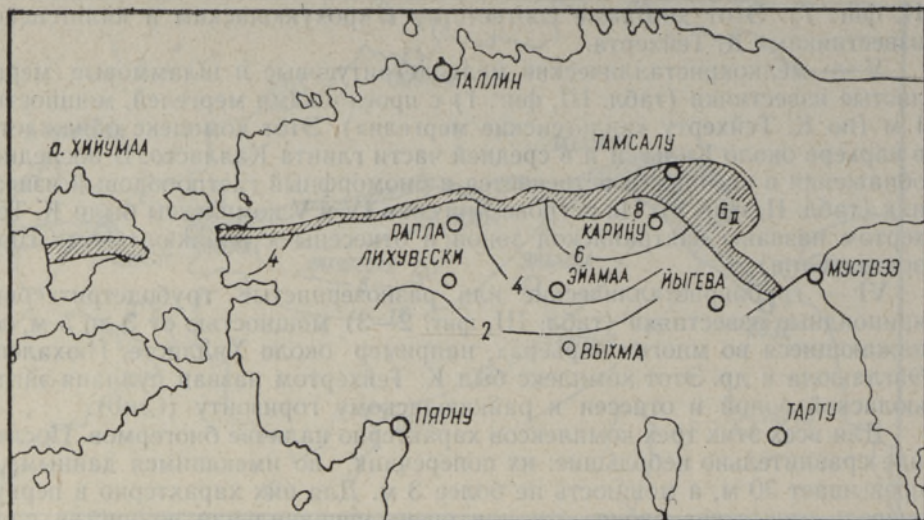


Рис. 6. Выход тамсалуского горизонта и изолинии мощностей таммикских слоев (G1T). 1 : 2 500 000.

quina (R.) *aequalis* (Teich.), *Cyclonema hiiumaa* Teich., *Bythocypris lubrica* K. Stumbur, *Leperditella edita* K. Stumbur, *Encrinurus kiltiensis* Rosenst. и др. *Pentamerus borealis* Eichw., который в хиллистеских слоях на материковой части Эстонской ССР встречается часто, на острове Хийумаа является очень редким.

Пургаские слои — G1P, которые раньше принимались за верхи юурского горизонта, залегают под таммикскими слоями (G1T) и распространены в центральной части Эстонской ССР, между меридианом г. Хаапсалу и восточным склоном Пандивереской возвышенности. По разрезу опорной скважины Выхма пургаские слои залегают и выше таммикских слоев (см. рис. 2). Пургаские слои вскрываются многими буровыми скважинами к югу от выхода горизонта. Из обнажений можно назвать колодец на городище Варбола, карьеры Рыума, Пурга, Юуру, Куйметса, нижнюю часть карьера Сяэзе (Лимберга) и др. Мощность пургаских слоев увеличивается за счет таммикских слоев, значительно в южном направлении и меньше в западном. Так, мощность пургаских слоев у пос. Тамсалу достигает 1,5 м, а в разрезе опорной скважины Выхма — 10, 15 м. Разрез пургаских слоев состоит главным образом из тонкослоистых (табл. I, фиг. 4) детритусовых, обычно мергелистых известняков, для которых часто характерно большое содержание переотложенных карбонатных частиц в виде обломков или песчинок (табл. III, фиг. 5—6). К югу от выхода содержание терригенного компонента в варболаских слоях резко увеличивается, прослой мергеля утолщаются.

Из фауны наиболее распространены *Clathrodictyon kudriavzevi* Riab., *Palaeofavosites forbesiformis* Sok., *Homeoaspira aprinis* (Vern.), *Fardenia pecten* (L.) и *Rafinesquina* (R.) *aequalis* (Teich.). *Pentamerus borealis* Eichw. встречается редкими экземплярами.

Таммикские слои — G1T (бореалисовая банка) залегают над пургаскими слоями, распространяясь почти в той же области, что и последние. Из более значительных обнажений можно назвать карьеры около Сяэзе (Лимберга), Пыдрангу, Надалама, Камарику, Карина, Куусна, Таммику, Хагуди, Ристимулгу, Киримяз и т. д. Эти слои вскрыты и целым рядом

буровых скважин (Камарику, Эймаа, Выхма, Лихувески, Рапла и др.). Наибольшая мощность таммикуских слоев в окрестностях пос. Тамсалу — 9, 99 м, откуда по направлению к западу и югу она уменьшается (рис. 6). В разрезе опорной скважины Выхма мощность этих слоев равна 1,85 м; в разрезах буровых скважин около Сулуствере и Йыгева они целиком замещены пургаскими слоями.

Таммикуские слои представлены главным образом биоморфными известняками, состоящими из раковин и обломков брахиопода *Pentamerus borealis* Eichw. (табл. I, фиг. 1 и табл. IV, фиг. 5), так называемым пентамерусовым известняком (пентамерусовый ракушечник). В пределах выходов таммикуских слоев преобладает среднекристаллический грубодетритусовый пентамерусовый известняк (табл. III, фиг. 8), который обычно на 50—80% состоит из раковин пентамерусов и их обломков. В верхней части разреза карьера Сязе встречается и скрытокристаллический грубодетритусовый пентамерусовый известняк (табл. IV, фиг. 3). В разрезах буровых скважин, расположенных к югу от выходов, преобладает грубодетритусовый мергелистый пентамерусовый известняк с содержанием терригенного компонента в нем до 21%. В западной части выходов, между поселками Хагуди (около пос. Рапла) и Вынну, в составе таммикуских слоев, наряду с грубодетритусовым пентамерусовым известняком, широко распространен и грубодетритусово-обломочный пентамерусовый известняк (табл. III, фиг. 7), который содержит окатанные обломки мелкокристаллического известняка и фауны с поперечником до 3 см. На некоторых уровнях разреза таммикуских слоев встречаются грубодетритусово-песчаниковидный пентамерусовый известняк с карбонатными песчинками (табл. IV, фиг. 2), грубодетритусово-копролитовый пентамерусовый (табл. IV, фиг. 1), детритусовый и шламмовый известняки. Грубодетритусово-копролитовый пентамерусовый известняк образует в восточной части выхода два слоя (рис. 7), которые являются маркирующими при корреляции разрезов. Эти два слоя хорошо прослеживаются и макроскопически, благодаря тому, что только в них часто встречаются *Pleurotomara* sp. и *Monomerella* sp. Для пород таммикуских слоев местами характерна обширная эпигенетическая, реже диагенетическая доломитизация.

Из фауны, кроме отмеченной в таммикуских слоях, встречаются многие строматопорондеи и кораллы *Clathrodictyon vesiculosum* Nich. et Mur., *Cl. boreale* Riab., *Cl. mikrovesiculosum* Riab., *Cl. fastigiatum* Riab., *Palaeofavosites balticus* (Rukh.), *P. forbesiformis* Sok., *P. forbesiformis* var. *limbergensis* Sok., *Mesofavo-*

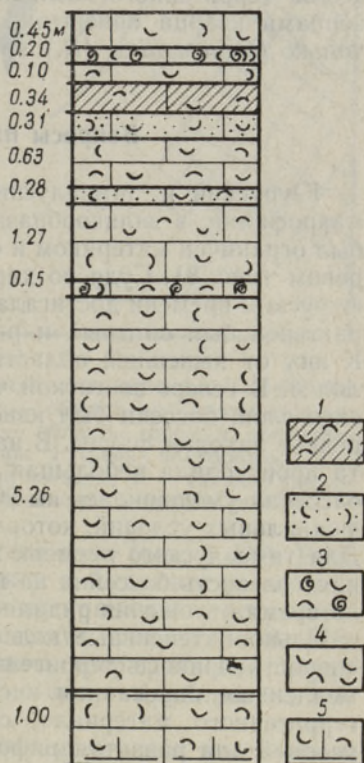


Рис. 7. Колонка таммикуских слоев (СПТ) в карьере Сязе 1:100. 1 — скрытокристаллический грубодетритусовый пентамерусовый известняк; 2 — грубодетритусово-песчаниковидный пентамерусовый известняк; 3 — грубодетритусово-копролитовый пентамерусовый известняк; 4 — грубодетритусовый пентамерусовый известняк; 5 — грубодетритусовый пентамерусовый доломит.

sites fleximurinus Sok., и др. Найдены и отдельные экземпляры *Brachyasma estonicum* (Dyb.), *Fardenia pecten* (L.), *Hesperorthis* aff. *dauidsoni* (Vern.) и др.

Козеские слои — ГИК распространяются к востоку от Пандивереской возвышенности и занимают всю мощность тамсалуского горизонта. Эти слои целиком вскрыты только одной буровой скважиной — Вяйке-Маарья № 4. По керну этой скважины выделены три литологических комплекса (снизу вверх): серый шламмово-детритусовый мергель мощностью 1,50 м; светло-серый мелкозернистый детритусово-шламмовый мергелистый известняк мощностью 3 м; доломитизированный шламмово-детритусовый мергелистый известняк мощностью 5 м. Буровой скважиной Козе вскрыта только нижняя часть козеских слоев, где она представлена зелено-серым мергелем мощностью 6 м, над которым залегает серо-зеленый глинистый мергель мощностью 0,3 м и светло-серый мергелистый доломит мощностью 0,4 м. В составе пород характерно содержание большого количества терригенного компонента, который представлен главным образом зернами кварца поперечником 0,02 — 0,09 мм. Из этих слоев известен только *Rafinesquina* (R.) sp.

Вопросы палеогеографии и корреляции

Юурусский и тамсалуский горизонты образовались в мелководной макрофации, в заливообразном бассейне, который с севера и с востока был ограничен материком и с юго-востока — так наз. Локносским полуостровом (рис. 8). Судя по характеру породы и фауны, глубина бассейна в юурусском времени достигала 50—100 м. Движение воды было слабое. Характерен был сильный и ритмический принос терригенного материала. К югу от нынешней области выхода горизонта бассейн медленно углублялся. В северо-восточной части залива, в которой отлагались паасвереские слои, бассейн был явно слабо опреснен, на что указывают и очень редкие находки фауны. В начале отложения пород тамсалуского горизонта происходила небольшая регрессия лландоверийского моря и глубина бассейна уменьшилась на 20—60 м, что обусловило быстрое чередование фациальных условий, которое отражается и в выделенных группах слоев. Для тамсалуского времени характерно сильное движение воды, нормальная соленость бассейна на широких пространствах и в начале времени, а во время отложения ридаласких и нижней части пургаских слоев — относительно интенсивные колебательные движения и чередующаяся интенсивность приноса терригенного материала. Позже последние сменились медленным опусканием и слабым, относительно равномерным приносом терригенного материала, способствовавшими созданию благоприятных условий для развития рифовой фации в западной части бассейна, в области отложения хиллистеских слоев (рис. 8, I). Образование биогермов происходило в мелководном участке бассейна, на что указывают небольшие размеры биогермов и сильные признаки движения воды в хиллистеских слоях — часто встречаемые брекчевидные органогенные породы, окатанные обломки кораллов и желваков строматопороидей и т. д. В более восточной части бассейна, в окрестностях нынешнего пос. Тамаслу, стали развиваться биостормы пентамеруса, которые, медленно распространяясь на запад и юг, образовали обширную бореалисовую банку (рис. 8, II). Последняя образовалась в основном в мелководных условиях, при небольшом приносе терригенного материала и сильном движении воды. В более глубоководных участках бассейна, в которых принос терригенного материала происходил интенсивнее, одновременно

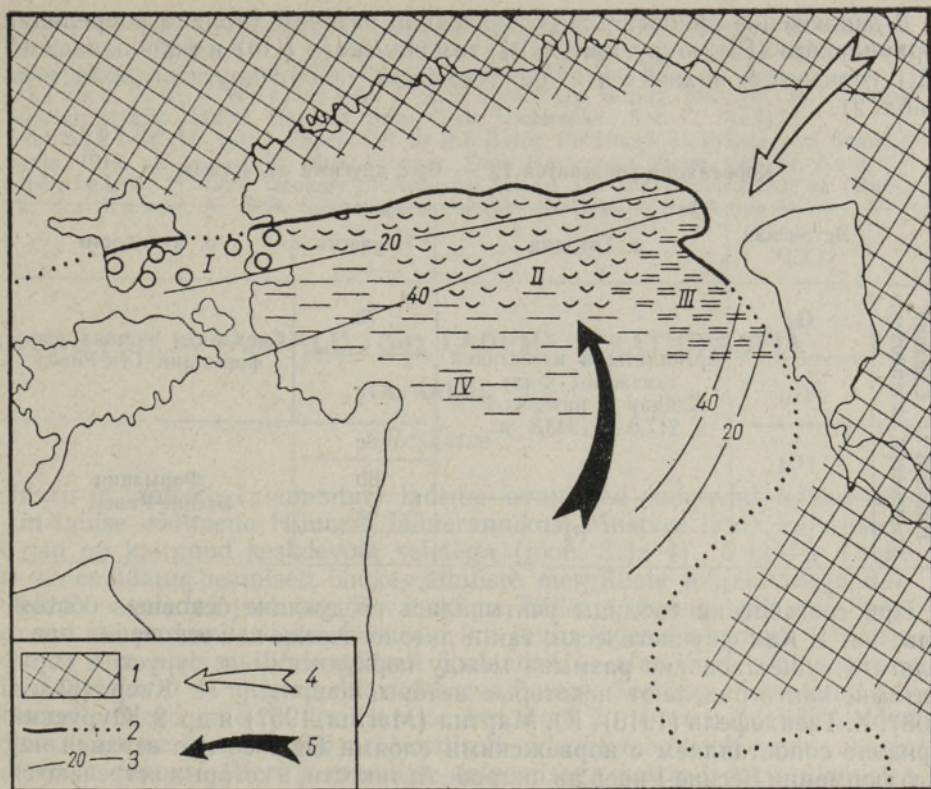


Рис. 8. Схематическая палеогеографическая карта тамсалуского времени. 1:5 000 000. I — рифовая фация; II — бореалисовая банка; III — область отложения козеских слоев; IV — область сноса и отсутствия слоев. 1 — область сноса и отсутствия осадконакопления по Атласу литолого-фациальных карт Русской платформы; 2 — граница палеозойского размыва; 3 — приблизительные изобаты; 4 — главное направление приноса терригенного материала; 5 — направление морского течения.

с таммикускими слоями отложились и пургаские слои (рис. 8, IV). В северо-восточной части залива бассейн был, как и в юруском времени, в некоторой степени опреснен, судя по резкому прекращению распространения фауны. Там происходило отложение козеских слоев (рис. 8, III). На составленной автором схематической палеогеографической карте тамсалуского времени (рис. 8) приведены и очень приблизительные изобаты.

Принос терригенного материала как в юруском, так и в тамсалуском времени шел в основном в двух направлениях — с северо-востока и с юга. На северо-востоке в бассейн, очевидно, впадала какая-то река или временные потоки, на что указывает большое содержание терригенного компонента в породах козеских слоев тамсалуского горизонта и соленость бассейна явно ниже нормальной во время накопления пород как козеских, так и паасвереских слоев юруского горизонта. С юга принос терригенного компонента был обусловлен морским течением, на что указывает повышение содержания терригенного компонента и увеличение размера его зерен в породах юруского и тамсалуского горизонтов в южном направлении. На наличие морского течения указывает и обширное переотложение карбонатных частиц в более западной части тамсалуского бассейна.

В заключение прилагается составленная автором таблица корреляции поркуниского (F_2), юурусского (G_1), тамсалуского (G_1) и райккюлаского (G_3) горизонтов нижнего силура Эстонской ССР с другими областями (табл. 2).

Таблица 2

Корреляция горизонтов F_2 — G_3 с другими областями

	Эстонская ССР	о. Готланд	Норвегия	о. Антикости
Средний лландовери	G_3	Аргиллиты и известняки скважины Филе Хайдар в интервале 217,6 — 243,8 м	7b	Средняя и нижняя часть формации Гуи-Ривер
	G_{11}		7a	
Нижний лландовери	G_1		6c	Формация Бесцие-Ривер
	F_2		6b	
		F_2	6a	
		F_2	5b	

При составлении таблицы учитывались следующие основные обстоятельства: 1. Как фаунистически, так и литологически нет основания предполагать существование размыва между поркуниским и юурусским горизонтами, как это делают некоторые авторы, например И. Кьер (Kjaer, 1908), Х. Гвенхофель (1916), Ю. Мартна (Martna, 1957) и др. 2. Юурусский горизонт сопоставляем с норвежскими слоями 6b и 6c и с верхней частью формации Бесцие-Ривер на острове Антикости, в которых встречаются *Coelospira hemisphaerica* (Sow.) и *Stricklandia lens* (Sow.). Норвежские слои 6a, по мнению автора, сопоставляемы с верхней частью поркуниского горизонта — с койгиским подгоризонтом. 3. Тамсалуский горизонт сопоставляем с норвежскими слоями 7a, в которых местами обильно встречается *Pentamerus borealis* Eichw. 4. На острове Готланд, в разрезе буровой скважины Филе Хайдар, в интервале 200,0 — 217,6 м, встречаются аргиллиты с отдельными бентонитоподобными прослоями. В связи с открытием метабентонитов в адавереском горизонте (H) имеются в некоторой степени основания для сопоставления слоев этого горизонта с упомянутыми слоями в разрезе буровой скважины Филе Хайдар. Следовательно, слои в интервале 217,6 — 243,8 м могут быть сопоставлены с эстонскими горизонтами G_1 — G_3 .

Институт геологии
Академии наук Эстонской ССР

ЛИТЕРАТУРА

- Коллектив авторов. 1952. Атлас литолого-фациальных карт Русской платформы. Часть I, палеозой. Министерство нефтяной промышленности СССР и АН СССР.
- Kjaer, I. 1908. Das Obersilur im Kristiania-Gebiete. Vid. Selskab. Skr. I, B. II.
- Martna, J. 1957. Notes on the Upper Ordovician and Lower Silurian of the Tapu District, Estonia. Medd. Stockh. Högskolas geologiska inst., No 120.
- Rosenstein, E. 1938. Borealis-lubjakivid Tamsalu—Rakke vahelises lubjatööstus-rajoonis. Eesti Loodus, nr. 4.
- Rosenstein, E. 1940. Andmeid Juuru lademe kohta. Eesti Loodus, nr. 4/5.
- Schmidt, Fr. 1858. Untersuchungen über die Silurische Formation von Ehstland, Nord-Livland und Oesel. Arch. Naturk. Liv-, Ehst- und Kurl., Ser. I, Bd. II.
- Schmidt, Fr. 1891. Einige Bemerkungen über das baltische Obersilur in Veranlassung der Arbeit des Prof. W. Dames über die Schichtenfolge der Silurbildungen Gotlands. Bull. Acad. Sci. St.-Petersb., t. XXXIV, p. 381—400.

- Teichert, C. 1928. Stratigraphische und paläontologische Untersuchungen im unterem Gotlandium (Tamsal-Stufe) des westlichen Estland und der Insel Dagö. Neues Jahrb. Mineral., Geol. und Paläontol., Beilageband 60, Abt. B.
- Thorslund, P. and Westergård, A. H. 1938. Deep Boring through the Cambro-Silurian at File Haidar, Gotland. Sver. Geol. Undersökn., Ser. C, No 415.
- Twenhofel, W. H. 1916. Expedition to the Baltic Provinces of Russia and Scandinavia, 1914, pt. 2—3. Bull. Mus. Compar. Zool. Harvard College, vol. VI, No 4.
- Twenhofel, W. H. 1927. Geology of Anticosti Island. Canada Department of Mines.
- Õpik, A., Laasi, A. 1938. Läänemaa geoloogia. Eesti VIII, Läänemaa I.

JUURU (G_I) JA TAMSALU (G_{II}) LADEME STRATIGRAAFIA

A. AALOE

Resümee

Juuru ja tamsalu (alam-silur) lademe avamused kulgevad kokku 3—22 km laiuse vöötmena Hiiumaa läänerrannikust Mustvee linna ümbruseni, kus nad on kattunud keskdevoni setetega (joon. 3 ja 4). Juuru lade (G_I) on esindatud peamiselt õhukesekihiliste mergliliste lubjakividega, milles leidub sageli lainjaid mergli vahekihte. Lademe alumine piir on siirdeline, sest nii porkuni lademe ülemised kui juuru lademe alumised kihid on kokku ca 1 m ulatuses litoloogiliselt ühelaadsed — afaniitsed kuni peeneteralised lubjakivid — ning sisaldavad harva faunat. Seetõttu on asetatud piir paksemate mergli vahekihtide algusesse, kus algab ka suurem detriidisisaldus kivimis. Lademe ülemine piir on tavaliselt paleontoloogiliselt terav, seoses *Coelospira duboysi* (Vern.) massilise esinemisega juuru lademe ülemistes kihtides laialdasel alal. Litoloogiliselt on ülemine piir eraldatav vähema merglisisalduse järgi tamsalu lademes. Juuru lademe paksus avamuse piirkonnas on keskmiselt 8,5 m, tõustes Jõgeva puuraugus 22,05 meetrini (joon. 3). Lademes on eraldatud kaks kihistikku (joon. 1 ja 2). Neist v a r b o l a kihistik (G_IV), haarates lademe kogu paksuse, levib Pandivere kõrgustiku idanõlvast lääne pool ja on esindatud õhukesekihiliste peeneteraliste detriitsete (harvem biomorfsete) mergliliste lubjakividega, milles leidub sageli lainjaid mergli vahekihte. Valdavaks kivistiseks kihistiku alumistes kihtides on *Stricklandia lens* (Sow.), ülemistes *Coelospira duboysi* (Vern.). Avamusest kaugemal lõunas (Võhma puuraugus) neid liike pole leitud. P a a s v e r e kihistik (G_IP) levib Pandivere kõrgustikust ida pool, olles esindatud õhukesekihiliste peeneteraliste, tavaliselt dolomitiseerunud mudajate (šlamsete) mergliliste lubjakividega, milles esineb sageli lainjaid mergli vahekihte. Faunat leidub väga harva.

Tamsalu lade (G_{II}) on esindatud peamiselt organogeensete või mergliliste lubjakividega. Lademe alumine piir, nagu varem märgiti, on hästi eraldatav, ülemine piir on nii paleontoloogiliselt kui ka litoloogiliselt väga terav. Tamsalu lademe paksus avamuse piirkonnas on 7—11 m, Jõgeva puuraugus 14,40 m (joon. 4). Lademes on eraldatud viis kihistikku (joon. 1 ja 2). Neist r i d a l a kihistik (G_{II}R) hõlmab lademe alumised kihid paksusega 3,3 m Haapsalu meridiaanist läänes, olles esindatud kolme litoloogilise kompleksiga (alt): I — detriitne, veeriseline pentamerus-lubjakivi 0,5 m paksuses; II — detriitne, osalt psammiitjas lubjakivi 1,5 m paksuses ja III — õhukesekihiline detriitne kuni biomorfne mergliline lubjakivi, milles esineb massiliselt *Aulopora* sp., 1 m paksuses. Hilliste kihistik (G_{II}H) paksusega 7,7 m laseb ridala kihistikul, levides samas piirkonnas. Kihistiku piirides on samuti eraldatud kolm litoloogilist kompleksi (alt): IV — keskkristalliline jämedadetriitne ja veeriselis-detriitne lubjakivi

1,7 m paksuses; V — peenekristalliline peenedetriitne ja mudajas mergliline lubjakivi mergli vahekihtidega 1 m paksuses; VI — jämedakristalliline või varieeruva terasuurusega jämedadetriitne krinoid-lubjakivi 3—5 m paksuses. Hilliste kihistikule on iseloomulikuks jooneks suhteliselt väikeste, peamiselt korallidest moodustatud biohermide esinemine. Purga kihistik (G_{II}P), mida loeti varemalt juuru lademe ülemiseks osaks («fossiilidevaene merglirikas kirju dolomiit-lubjakivi» E. Rosensteini järgi), on, arvestades nii faunat kui ka fatsiaalseid suhteid, asetunud tamsalu lademesse. Kihistik hõlmab lademe alumised kihid Haapsalu meridiaani ja Pandivere kõrgustiku idanõlva vahel. Kihistiku paksus, mis Tamsalus on 1,5 m, suureneb nii lõuna kui lääne suunas, saavutades Võhma puurprofiilis 10,15 m. Purga kihistik on esindatud õhukesekihiliste detriitsete, valdavalt mergliliste lubjakividega, milles esineb tihti ümbersettinud karbonaatseid osakesi. Tammiku kihistik (G_{II}T) lasub eelmisel, levides põhiliselt samas piirkonnas. Kihistiku paksus Tamsalu ümbruses on 9,99 m, sealt lõunasse ja läände see õheneb. Võhma puurprofiilis on tamsalu kihistiku paksuseks 1,85 m, Sulustvere ja Jõgeva puurprofiilis on see täiesti asendunud purga kihistikuga (joon. 7). Tammiku kihistik on esindatud peamiselt *Pentamerus borealis*'e Eichw. kaantest või nende murdosadest koosnevate biomorfsete lubjakivide, nn. pentameruslubjakividega. Muust faunast esinevad neis lubjakivides peamiselt korallid ja stromatopoorid. Pandivere kõrgustikust ida pool leviv kose kihistik (G_{II}K), mis hõlmab lademe kogu paksuse, on esindatud mudajas-detriitsete merglite ja mergliliste lubjakividega, milles faunat esineb äärmiselt harva.

Juuru ja tamsalu lade on settinud madalaveelises makrofaatsieses, lahekujulises basseinis, mis oli põhjas ja idas piiratud mandriga, kagus nn. Lokno poolsaarega (joon. 8). Juuru eal oli basseini sügavus 50—100 m, tamsalu eal 20—60 m. Basseini kirdeosa oli ilmselt teatud määral mahkjastunud, millele viitavad omapärased vähese faunaga setted juuru lademe paasvere ja tamsalu lademe kose kihistikus. Settimistingimused juuru eal olid üldiselt palju rahulikamad kui tamsalu eal. Nii leiame viimase ea setetes rohkesti tugeva vee liikumise tunnuseid — ümbersettinud karbonaatseid osakesi, faunaveeriseid jne. Terrigeense ainese juurdevool on kulgenud põhiliselt kahest suunast: kirdest, kust basseini suubus mingi jõgi või ajutised veevoolud ja lõunast. Viimane suund oli ilmselt põhjustatud hoovusest.

*Eesti NSV Teaduste Akadeemia
Geoloogia Instituut*

STRATIGRAPHY OF THE JUURU (G_I) AND TAMSALU (G_{II}) STAGES

A. AALOE

Summary

The outcrops of the Lower Silurian Juuru and Tamsalu stages from a belt 3 to 22 kilometres wide that runs from the western coast of Hiiumaa to the vicinity of the town of Mustvee, where these stages are overlaid by Middle Devonian deposits (see Figs. 3 and 4). The Juuru stage is made up chiefly of thin-bedded marly limestones which are frequently interstratified with marl. The lower boundary of the stage is transitional because the upper beds of the Porkuni stage as well as the basal beds of the Juuru stage are lithologically similar for about one metre, consisting of cryptocrystalline and fine-grained limestones and containing little fauna. Consequently the lower

boundary is drawn at a horizon where thicker marly interstratifications begin and where the rock begins to contain more shelly detritus. The upper boundary of the stage is usually paleontologically distinct in connection with the widespread and very abundant occurrence of *Coelospira duboysi* (Vern.) in the upper beds of the Juuru stage. It is possible to distinguish the upper boundary lithologically on the basis of the lower marl content of the Tamsalu stage. The thickness of the Juuru stage in the outcrop area averages 8.5 metres and increases to 22.05 metres in the section of the Jõgeva bore hole (Fig. 3). Two members have been distinguished in the stage (Figs. 1 and 2). One of these, the Varbola member (G1V), takes up the entire thickness of the stage and extends westward from the eastern slopes of the Pandivere hills. It consists of thin beds of fine-grained marly limestone of organodetritic origin (more rarely shelly limestone) and frequently contains wavy intercalations of marl. *Stricklandia lens* (Sow.) is the predominant fossil in the lower beds of the member, and *Coelospira duboysi* (Vern.) in the upper beds. These species have not been found further to the south of the outcrop line (the Võhma bore hole). The Paasvere member (G1P) extends to the east of the Pandivere hills and consists of thin-bedded, fine-grained, usually dolomitized marly limestones containing very small fragments of shells and which are frequently interstratified with marl. Fossils are very rare.

The Tamsalu stage (GII) are made up mainly of organogenous or marly limestones. As has already been pointed out, the lower boundary of the stage is clearly defined, the boundary between the Tamsalu stage and overlying Raikküla stage is both paleontologically and lithologically very distinct. The thickness of the Tamsalu stage in the area of the outcrop is 7 to 11 metres and 14.40 metres in the Jõgeva bore hole (Fig. 4). Five members can be distinguished in the stage (Figs. 1 and 2). Of these the Ridala member (GII R) comprises the lower beds of the stage to a thickness of 3.3 metres and extends to the west of the Haapsalu meridian. It is represented by the following three lithological complexes (beginning with the undermost): I Pentamerus-limestone containing shelly detritus and limestone pebbles; thickness 0.5 metre; II limestone consisting of shelly detritus and partly of rounded psammitic grains of limestone; thickness 1.5 metres; III — thin-bedded marli limestone and marly coral-limestone, containing an abundance of *Aulopora* sp.; thickness 1 metre. The Hilliste member (GII H) is 7.7 metres thick, overlies the Ridala member, and occupies the same area. Within the limits of this member, too, three lithological complexes have been distinguished: IV (beginning with the lowest) — medium-grained limestone with limestone pebbles and containing coarse shelly detritus; thickness 1.7 metres; V — fine-grained marly limestone containing fine detritus and very small fragments of shells; thickness 1 metre; VI — crinoidal limestone that is coarse-crystalline or with varying granulation, contains coarse detritus of shells; thickness 3 to 5 metres. A characteristic feature of the Hilliste member is the occurrence of relatively small bioherms formed mainly of corals. The Purga member (GII P) was formerly regarded as the upper part of the Juuru stage (E. Rosenstein refers to it as «marly dolomitic limestone, poor in fossils»). In view of its faunistic and facies relationship the Purga member has been included in the Tamsalu stage. The member embraces the lower beds of the stage over an area lying between the Haapsalu meridian and the eastern slopes of the Pandivere hills. The thickness of the member is 1.5 metres in Tamsalu, but increases towards the south and the west, attaining 10.15 metres in the section of the bore hole at Võhma. The Purga member is made up of thin-bedded organo-detrital and predominantly marly limestones which

often contain redeposited carbonate particles. The Tammiku member (G₁T) overlies the preceding, covering more or less the same area. The thickness of the member in the vicinity of Tamsalu is 9.99 metres and it thins away towards the south and the west. In a bore hole section at Võhma the thickness of the Tammiku member is 1.85 metres. In bore hole sections taken at Sulustvere and Jõgeva it has been completely replaced by the Purga member (Fig. 7). The Tammiku member is represented mainly by shelly limestone, so-called Pentamerus-limestone, composed of the shells or fragments of the shells of *Pentamerus borealis* Eichw. The other fauna occurring in these limestones consists chiefly of corals and stromatoporoids. The Kose member (G₁K) which extends to the east of the Pandivere hills and takes up the whole thickness of the stage, is built up of detrital marls and marly limestones containing very small fragments of shells. It contains very few fossils.

The Juuru and Tamsalu stages were deposited in a shallow-water macrofacies, in a bay-like basin, hemmed in to the north and to the east by the mainland and to the southeast by the «Lokno Peninsula» (Fig. 8). In the Juuru age the depth of the basin was 50—100 metres; in the Tamsalu age, 20—60 metres. The northeastern part of the basin was apparently of somewhat lesser salinity. This is suggested by the peculiar deposits, poor in fauna, that are found in the Paasvere member of the Juuru stage and the Kose member of the Tamsalu stage. The conditions of deposition during the Juuru age were much more placid than in the Tamsalu age. In the deposits of the latter age one finds abundant evidence of the powerful action of moving water: redeposited carbonate particles, the rounded fragments of fossils, etc. The influx of terrigenous material occurred mainly from two directions: from the northeast, where some river or temporary streams flowed into the basin, and from the south. Influx from the latter direction was apparently caused by an ocean current.

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

ТАБЛИЦА I

- Фиг. 1. Разрез выветрелого пентамерусового известняка в карьере Хагуди (G₁T).
 Фиг. 2. Биогермный известняк в карьере Хиллисте (G₁H).
 Фиг. 3. Граница между тамсалуским и райккюласким горизонтами в карьере Киримяэ.
 Фиг. 4. Тонкослоистые известняки в карьере Рыума (G₁P).
 Фиг. 5. Биоморфный брахиоподовый мергелистый известняк с *Coelospira duboysi* (Vern.). × 1. G₁V, Оэла.
 Фиг. 6. Грубодетритусово-биоморфный брахиоподовый мергелистый известняк. Шлиф, × 8. G₁V, Юуру.

ТАБЛИЦА II

- Фиг. 1. Грубодетритусовый, частью биоморфный мергелистый известняк. Шлиф, × 8. G₁V, Метскюла.
 Фиг. 2. Грубодетритусово-биоморфный брахиоподовый мергелистый известняк со *Stricklandia lens* (Sow.). × 1. G₁V, Оэла.
 Фиг. 3. Мелкодетритусово-шламмовый известняк. Шлиф, × 8. G₁P, скв. Вяйке-Маарья № 4.
 Фиг. 4. Граница между тамсалуским и райккюласким горизонтами. Шлиф, × 8. Киримяэ.
 Фиг. 5. Грубодетритусово-песчаниковидный известняк с карбонатными песчаниками. Шлиф, × 8. G₁R, Пуллапя.
 Фиг. 6. Мергелистый известняк с *Aulopora* sp. × 1. G₁R, Рохукюла.
 Фиг. 7. Детритусово-обломочный известняк. Шлиф, × 8. G₁H, Рохукюла.
 Фиг. 8. Детритусово-биоморфный гастроподовый известняк. Шлиф, × 8. G₁H, Калласто.



1



2



3

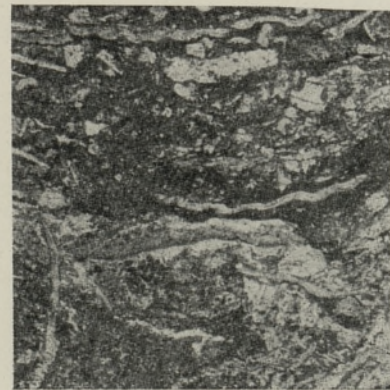
$\frac{\sigma_3}{\sigma_{II}}$



4

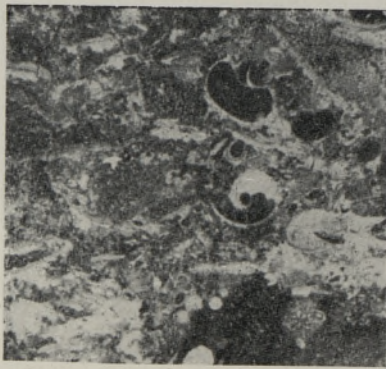


5



6

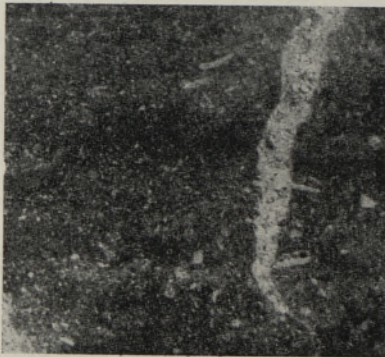
ТАБЛИЦА II



1



2

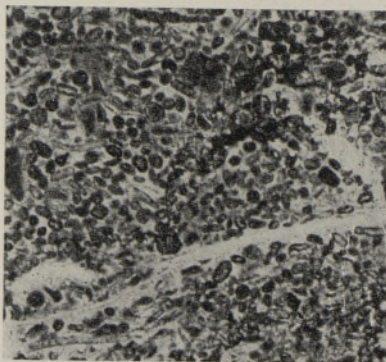


3

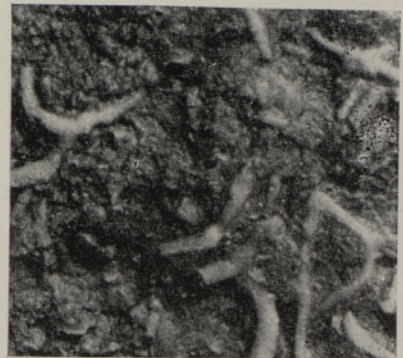


4

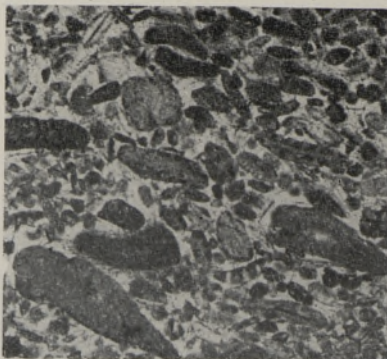
$\frac{G_3}{G_7}$



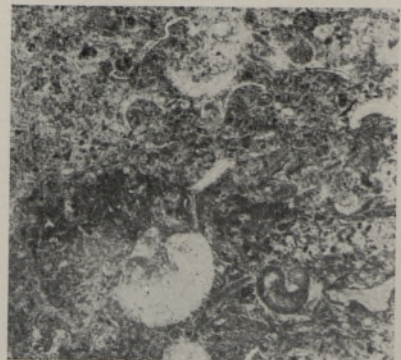
5



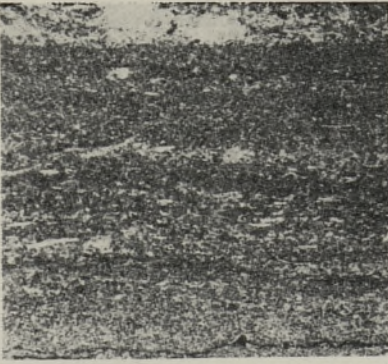
6



7



8



1



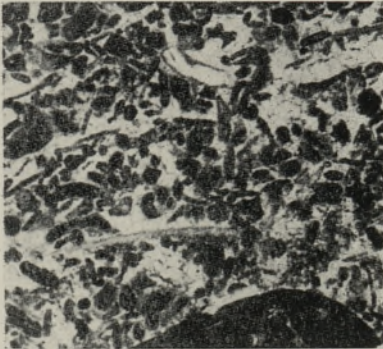
2



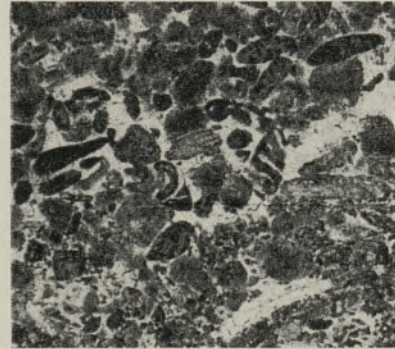
3



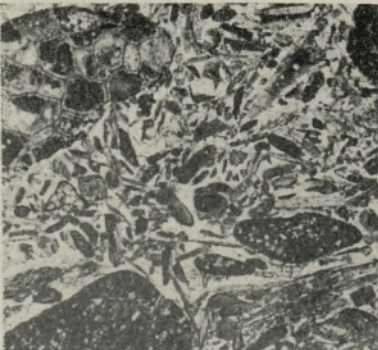
4



5



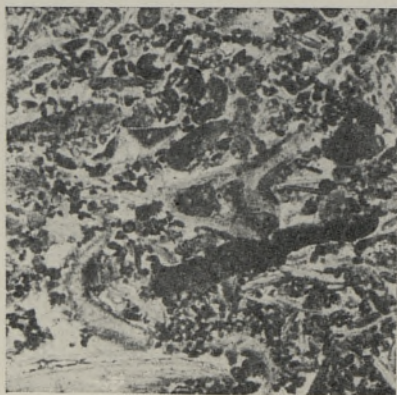
6



7



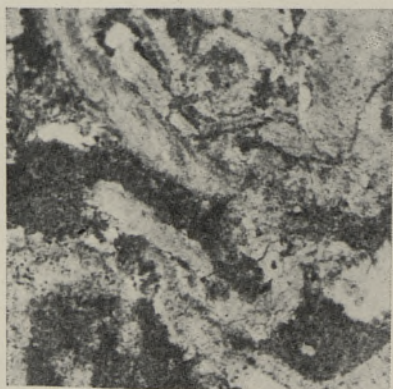
8



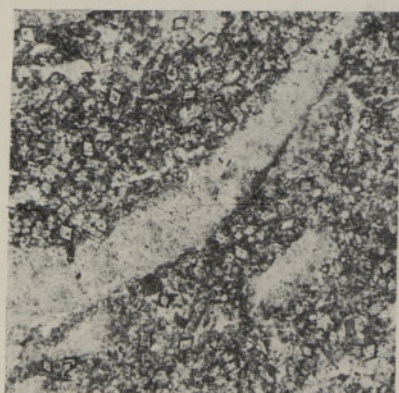
1



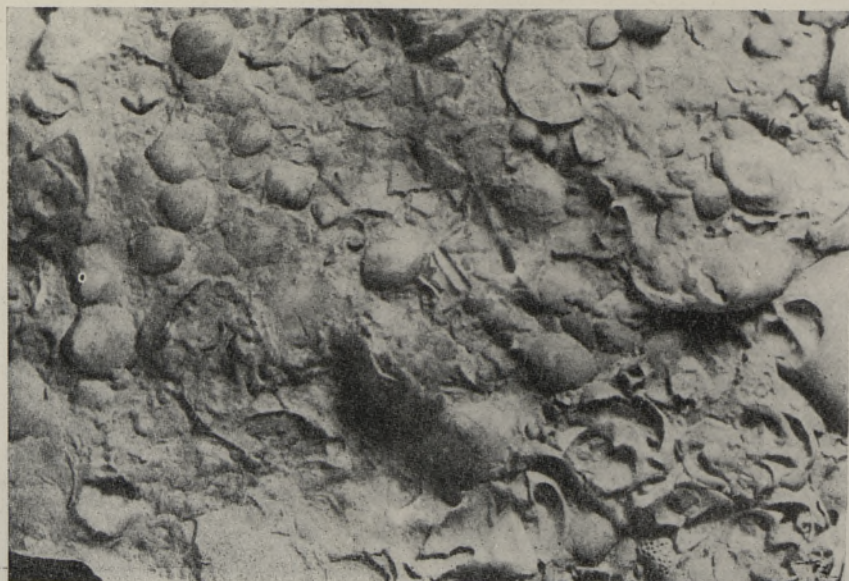
2



3



4



5

ТАБЛИЦА III

- Фиг. 1. Мелкодетритусово-шламмовый мергелистый известняк. Шлиф, $\times 8$. G11H, Кильтси.
- Фиг. 2. Грубодетритусовый криноидный известняк. Шлиф, $\times 8$. G11H. Пюхалепа.
- Фиг. 3. Выветрелая поверхность грубодетритусового криноидного известняка. $\times 1$. G11H, Пюхалепа.
- Фиг. 4. Скрытокристаллический мергелистый биогермный известняк с «пассивной» фауной. Шлиф, $\times 8$. G11H, Хиллисте.
- Фиг. 5. Детритусово-обломочный мергелистый известняк. Шлиф, $\times 8$. G11P, Варбола.
- Фиг. 6. Детритусово-обломочный известняк. Шлиф, $\times 8$. G11P, Варбола.
- Фиг. 7. Грубодетритусово-обломочный пентамерусовый известняк. Шлиф, $\times 8$. G11T, Хагуди.
- Фиг. 8. Грубодетритусовый пентамерусовый известняк. Шлиф, $\times 8$. G11T, Каарма.

ТАБЛИЦА IV

- Фиг. 1. Грубодетритусово-копролитовый пентамерусовый известняк. Шлиф, $\times 8$. G11T, Сяэзе.
- Фиг. 2. Грубодетритусовый песчаниковидный пентамерусовый известняк с карбонатными песчаниками. Шлиф, $\times 8$. G11T, Сяэзе.
- Фиг. 3. Скрытокристаллический грубодетритусовый пентамерусовый известняк. Шлиф, $\times 25$. G11T, Сяэзе.
- Фиг. 4. Доломитизированный грубодетритусовый пентамерусовый известняк. Шлиф, $\times 8$. G11T, Каарма.
- Фиг. 5. Поверхность пентамерусового известняка с *Pentamerus borealis* Eichw., $\times 0,75$. G11T, Камарику.