Ep. 5.12

EESTI NSV TEADUSTE AKADEEMIA
АКАДЕМИЯ НАУК ЭСТОНСКОЙ ССР

GEOLOOGIA INSTITUUDI UURIMUSED

ТРУДЫ ИНСТИТУТА ГЕОЛОГИИ

V

TALLINN 1960

ENSV TEADUSTE AKADEEMIA GEOLOOGIA INSTITUUDI UURIMUSED V. 1960
ТРУДЫ ИНСТИТУТА ГЕОЛОГИИ АКАДЕМИИ НАУК ЭСТ. ССР V. 1960

НОВОЕ В СТРАТИГРАФИИ СИЛУРА ЭСТОНИИ

А. О. ААЛОЭ

Основателем стратиграфии силура Эстонии по праву считается Ф. Б. Шмидт. В своей работе, посвященной изучению силура Эстонии (Schmidt, 1858), он впервые расчленил нижний палеозой Эстонии на горизонты и охарактеризовал их как палеонтологически, так и литологически. В этой же работе опубликован первый список фауны силура и сравнительно детальная геологическая карта. Впоследствии Ф. Б. Шмидт уточнил свою схему (Schmidt, 1881, 1891). Разработанная им схема стратиграфии силура Эстонии сохранила в основных чертах свое значение до настоящего времени. Позднейшие исследователи лишь детализировали и уточняли эту схему. Из них в первую очередь следует упомянуть Х. Беккера (Bekker, 1922, 1925) и А. Луха (Luha, 1930), которые разработали детальное подразделение венлокского и лудловского ярусов (соответственно «нижне- и верхнеэзельских слоев» Ф. Б. Шмидта). Вопросами стратиграфии лландоверского яруса занимались К. Тейхерт (Teichert, 1928) и позднее Э. Розенштейн (Rosenstein, 1938, 1939, 1940a, 1940 b, 1943). Некоторые заметки о стратиграфии лудлова встречаются также в работах К. Х. Хоппе (Норре, 1931) и Э. Бэлау (Bölau, 1949).

Силурийские отложения Эстонии, выход которых охватывает центральный район материковой части республики и острова Западно-Эстонского архипелага, представлены довольно непрерывным разрезом лландовери, венлока и нижнего лудлова. В настоящее время эти отложения расчленены на 11 горизонтов (табл. 1).

Стратиграфия силура Эстонии, по сравнению с ордовиком, изучена значительно слабее. Это обусловленно тем, что исследователи основное внимание уделяли стратиграфии ордовика, поскольку с этой системой связаны наиболее ценные полезные ископаемые республики: оболовый фосфорит, горючий сланец и др. Выяснению вопросов стратиграфии силура в значительной мере препятствовала и неудовлетворительная изученность его фауны.

В последнее время изучение силура Эстонии поднялось на новую ступень. Проведенные исследования по своему характеру являются в большей части литологическими или литолого-стратиграфическими. По фауне силура до сих пор вышли только монографии Б. С. Соколова (1951, 1952) и В. Н. Рябинина (1951) и ряд более коротких статей по ругозам, остракодам, трилобитам и т. д. К монографическому изучению наиболее важных групп фауны эстонские палеонтологи приступили только в последние годы.

Таблица I

Схема стратиграфии силура (верхнего силура) Эстонии по Ф. Б. Шмидту				Современная схема			
Отдел	Ярусы	Горизонты		Система	Ярусы	Горизонты	
Верхний силур	Лудлов	Верхнеэзельский	К	Силур	Лудлов	Охесааресский	K_4
						Каугатумаский	K_3
						Паадлаский	K_2
						Каармаский	K_1
	Венлок	Нижнеэзельский	I		Венлок	Яагарахуский	J_2
						Яаниский	J_1
	Ландовери	Эстонусовый	H		Ландовери	Адавереский	H
		Райккюльский	G_3			Райккюлаский	G_3
		Бореалисовый	G_2			Тамсалуский	G_{II}
		Иерденский	G_1			Юуруский	G_I
		Боркгольмский	F_2			Поркуниский	F_2

Для решения вопросов стратиграфии силура в последние годы проведены специальные буровые работы. Хотя керны буровых скважин еще полностью не изучены, они во многих случаях позволяют уже теперь уточнить мощность горизонтов и характер слагающих их пород или ранее выделенных более мелких хроно- или литостратиграфических единиц. Бо́льшая часть новых материалов по силуру Эстонии еще не опубликована. Учитывая это, в настоящей статье кратко излагаются основные из этих материалов.

Силурийские отложения Эстонии, образовавшиеся в мелководной фации регрессирующего моря, характеризуются довольно значительным разнообразием и изменчивостью пород как в вертикальном, так и в горизонтальном направлении. Встречаются различные, главным образом органогенные известняки, доломиты и мергели, в меньшей мере песчаники, глины и алевролиты. Довольно широко развиты и рифовые образования в виде биогермов или биостром. Ввиду большой изменчивости литологического состава пород биостратиграфическое подразделение горизонтов на более мелкие единицы — подгоризонты наталкивается во многих случаях на трудности и поэтому вместо подгоризонтов выделялись литостратиграфические единицы — пачки или слои. При этом давалась по возможности и фаунистическая характеристика пачек.

Ниже приводится обзор новых данных по стратиграфии силура Эстонии по отдельным горизонтам.

Ю. Сирк подразделяет поркуниский горизонт (F_2) на восемь пачек.

По мнению автора, Ю. Сирк при выделении пачек поркуниского горизонта недостаточно учел палеонтологические данные, что привело к

чрезмерно детальному и сложному литологическому расчленению. Ю. Сирком была сделана попытка подразделить поркуниский горизонт на два подгоризонта. Это расчленение, однако, недостаточно обосновано; кроме того, оно применимо лишь для средней части полосы выхода.

Более удачным является подразделение А. Рыымусокса (1960), который выделил в поркуниском горизонте четыре пачки.

Нижняя часть горизонта включена А. Рыымусоксом в состав адилаской пачки, представленной глинистыми известняками или известняками с относительно толстыми прослоями мергеля. В юго-восточном направлении адилаская пачка замещается мергелистой пачкой, состоящей главным образом из серых мергелей. В районе полосы выхода поркуниского горизонта нижняя часть горизонта представлена реаской пачкой, сложенной детритовыми известняками, битуминозными, частично глинистыми известняками, а также скрытокристаллическими до микрокристаллических известняками. Верхнюю часть горизонта в районе выхода и к югу от него занимает койгиская пачка. В нижней части этой пачки залегает кварцевый песчаник или песчанистый известняк, над которой лежит скрытокристаллический до микрокристаллического известняк.

Выделенные А. Рыымусоксом пачки хорошо характеризуются и распространением фауны в горизонте.

Вопросы стратиграфии юуруского (G_I) и тамсалуского (G_{II}) горизонтов рассматриваются в работе А. Аалоэ (1958a).

Как известно, Э. Розенштейн (Rosenstein, 1940b) выделила в юуруском горизонте следующие подразделения (снизу вверх):

1) мергели и доломитизированные известняки с *Coelospira*;

2) доломитизированные известняки с прослоями мергелей со *Stricklandia*;

3) мергелистый доломитизированный известняк пестрого цвета. Из фауны в последнем комплексе были известны только кораллы и строматопороидеи.

Полевые исследования и обработка керновых материалов показали, что Э. Розенштейн при составлении разреза горизонта допустила ошибку. В действительности слои с *Coelospira* находятся в разрезе выше слоев со *Stricklandia*. Ознакомившись с фауной так наз. зоны с кораллами и строматопородеями, автор пришел к заключению, что эти слои правильнее включить в состав тамсалуского горизонта.

В юуруском горизонте автором выделены две пачки. Первая, варболаская пачка представлена детритовыми глинистыми известняками с богатой фауной. Пачка распространяется к западу от восточного склона возвышенности Пандивере. Руководящей формой в полосе выхода горизонта в нижней части разреза пачки является *Stricklandia lens* (Sow.), а в верхней части — *Coelospira duboysi* (Vern.). К востоку от возвышенности Пандивере распространяется паасвереская пачка, сложенная шламовыми глинистыми известняками с очень редкой фауной.

При изучении стратиграфии тамсалуского горизонта выяснилась несостоятельность стратиграфической схемы нижнего лландовери (см. рис. 1), предложенной немецким геологом К. Тейхертом (Teichert, 1928) для Западной Эстонии. Этой ошибочной схемой, кстати, пользовался ряд исследователей.

Согласно К. Тейхерту, поркуниский горизонт в Западной Эстонии выклинивается. В действительности же он там имеется, хотя и в очень незначительной мощности. К. Тейхерт, далее, не дал тамсалускому горизонту значения самостоятельной стратиграфической единицы, а вклю-

чил соответствующие слои в юуруский горизонт; при этом он полагал, что настоящие юуруские слои на полуострове Ридала отсутствуют. Часть слоев тамсалуского горизонта, которые к этому горизонту были отнесены еще Ф. Б. Шмидтом, К. Тейхерт отнес к райккюласкому горизонту ($G_{III}b$). К райккюласкому же горизонту К. Тейхерт ошибочно отнес и слои ($G_{III}a$) на острове Хийумаа, аналоги которых на материке им же рассматривались как средняя часть тамсалуского горизонта. В Западной Эстонии он ошибочно принял нижние слои тамсалуского горизонта за его верхние слои ($G_{II}c$), так как не учел при этом условий залегания.

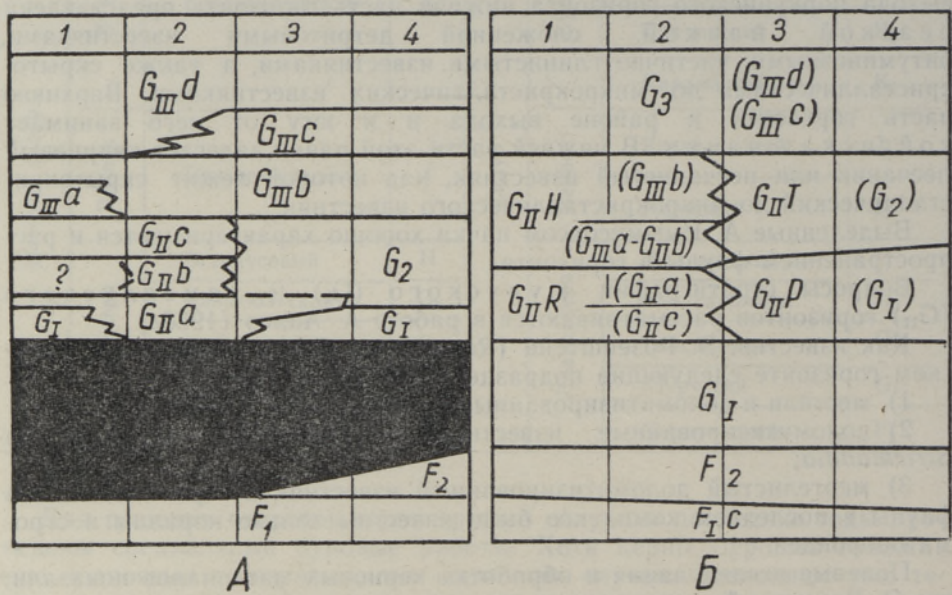

Рис. 1. Сопоставление стратиграфической схемы нижнего лландовери в Западной Эстонии, составленной по данным К. Тейхерта (1928) (А), с современной схемой (Б). *1* — о-в Хийумаа; *2* — п-ов Ридала; *3* — от п-ова Ридала до меридиана пос. Таэбла; *4* — от Таэбла до меридиана пос. Ристи.

Индексы схемы К. Тейхерта: F_1 — сааремыйзаский горизонт; F_2 — поркуниский горизонт; G_I — юуруские слои; $G_{II}a$ — рохукюлаский сирингопоровый мергель; $G_{II}b$ — известняки и мергели Рохукюла — Кильтси; $G_{II}c$ — покровный слой, G_2 — пентамерусовая банка; $G_{III}a$ — известняки и мергели на террасе Вахтрепа, $G_{III}b$ — пуллапя-эйглакюлаская зона; $G_{III}c$ — паскокюла-мярьямааская зона; $G_{III}d$ — палли-сипаская зона. Черным обозначены неизвестные К. Тейхерту слои.

Индексы современной схемы: F_1c — пиргуский горизонт; F_2 — поркуниский горизонт; G_I — юуруский горизонт; $G_{II}R$ — ридалаская пачка; $G_{II}P$ — пургаская пачка; $G_{II}H$ — хиллистеская пачка; $G_{II}T$ — таммикуская пачка (бореалисовая банка); G_3 — райккюлаский горизонт. В скобках индексы К. Тейхерта.

В тамсалуском горизонте автором выделено пять пачек.

Низы горизонта в Западной Эстонии представлены ридалаской пачкой, сложенной пентамеровыми, детритовыми и глинистыми известняками. Эта пачка соответствует выделенной К. Тейхертом зоне «покровный слой» и «рохукюлаский сирингопоровый мергель». Хиллистеская пачка сложена главным образом детритовыми, частью глинистыми известняками, в которых часто встречаются небольшие корал-

ловые биогермы. Эта пачка соответствует выделенным К. Тейхертом зонам «пуллапя-эйглакюлаский известняк» и «вахтрапяский известняк».

В центральной части Эстонии распространяется пургаская пачка, представленная здесь глинистыми детритовыми известняками. Таммикуская пачка, или бореалисовая банка, залегает на пургаской пачке и сложена биоморфными известняками, состоящими из раковин *Pentamerus borealis* Eichw. Мощность пачки в области полосы выхода до 10 м; в южном направлении эта пачка быстро выклинивается. Мощность таммикуской пачки в разрезе скважины Выхма — 2 м, а в разрезах скважин Йыгева, Сулуствере и Курси она вообще отсутствует, будучи заменена пургаской пачкой. К востоку от Пандивереской возвышенности всю мощность гороизонта занимает козеская пачка, в состав которой входят мергели и глинистые известняки с редкой фауной.

Литостратиграфия райккюлаского горизонта (G_3) изучалась многими исследователями, но из-за сложности его строения единой схемы подразделения этого горизонта пока не создано. В 1958 году Э. Юргенсон предложила свое подразделение, по которому райккюлаский горизонт расчленяется на три части *.

Нижние слои горизонта представлены глинистыми известняками или доломитами, обломочными известняками и в восточной части полосы выхода горизонта — мелкодетритовыми известняками. Последние местами доломитизированы. Мощность слоев колеблется от 15 до 20 м.

Рис. 2. Схематическая карта Эстонской ССР. *1* — полоса выхода лландоверских отложений; *2* — полоса выхода венлокских отложений; *3* — полоса выхода лудловских отложений; *4* — буровые скважины; *5* — наиболее значительные обнажения; *6* — граница между глинистой и карбонатной литофациями в адавереском горизонте.

---

* E. Jürgenson, Raikküla lademe karbonaatsete kivimite struktuuritüübid. Рукопись, фонд Института геологии АН ЭССР. 1958.

Средние слои райккюлаского горизонта, мощностью от 10 до 16 м, сложены в западной части выхода мелкокристаллическими до скрытокристаллических известняками, а в средней части выхода доломитами. На востоке распространяются обломочные известняки и доломиты.

Верхние слои райккюлаского горизонта, мощностью от 14 до 20 м, представлены мелко- и скрытокристаллическими известняками и доломитами. В разрезах скважин Тори и Пярну верхние слои горизонта состоят из обломочных известняков, а в разрезе скважины Мустъяла (на о-ве Сааремаа) — из мелкодетритовых мергелей и глинистых известняков.

В адавереском горизонте (Н) на западе материковой части Эстонской ССР Э. Розенштейн (Rosenstein, 1939) были выделены четыре зоны (снизу вверх):

1) желтые более или менее глинистые доломитовые известняки с *Pentamerus oblongus*;
2) глинистые известняки, мергели и глины с *Catazyga furcata*;
3) желтый доломитовый известняк с *Pentamerus oblongus* и
4) серый глинистый доломитовый известняк с *Pentamerus estonus*.

В восточной части выхода адавереского горизонта Э. Розенштейн (Rosenstein, 1943) выделила следующие три зоны (снизу вверх):

1) светлый или светло-серый кремнистый доломит с *Pentamerus;*
2) светло-желтый грубозернистый, частично пористый доломит и
3) синевато-серый грубозернистый доломит с *Pentamerus*.

Приведенные подразделения установлены только по отдельным небольшим обнажениям и являются узко местными. Связывать их с разрезами буровых скважин почти невозможно.

В адавереском горизонте выделяются два крупных литофациальных района. К западу от линии *a—b* (рис. 2) отлагался главным образом глинистый материал, а к востоку от этой линии, где распространяются доломитизированные известняки и доломиты — более карбонатные осадки.

Первое стратиграфическое подразделение адавереского горизонта было дано Э. Розенштейн (Rosenstein, 1939) именно для переходной между указанными литофациальными районами полосы.

По данным бурения адавереский горизонт расчленяется литологически на две части (рис. 3).

Нижние слои адавереского горизонта («а» на рис. 3) представлены в пределах карбонатной литофации главным образом мелкокристаллическими до среднекристаллических доломитами, для которых, по сообщению Х. Пальмре, местами характерно окремнение пород или наличие конкреций халцедона. Верхние слои горизонта («b») в этой же литофациальной области сложены мелкокристаллическими до грубокристаллических доломитами. В юго-западном направлении содержание терригенного компонента в породах увеличивается. В районе глинистой литофации, в материковой части Эстонии (разрезы буровых скважин Тори и Пярну), нижние слои горизонта сложены мергелями и глинистыми мергелями. На о-ве Сааремаа, в разрезе скважины Карья-Пярсамаа, эти слои представлены главным образом глинистыми мергелями с отдельными прослоями глин, а в разрезе скважины Мустъяла — уже переслаиванием глинистых мергелей, известковистых глин и глин. Верхние слои горизонта в районе глинистой литофации сложены мергелями и глинистыми мергелями. Характерными для верхних слоев адавереского горизонта в западной части Эстонии являются прослойки метабентонита. По самой верхней из них и проведена граница между

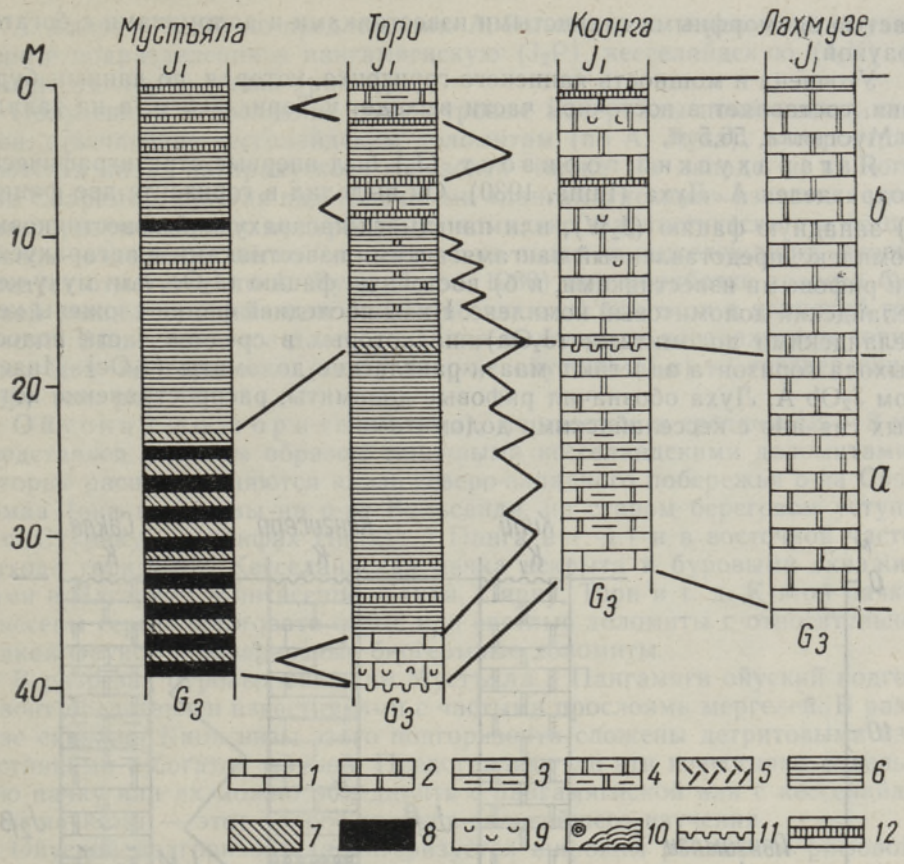

Рис. 3. Схематический разрез адавереского горизонта по линии Мустъяла—Тори—Коонга—Лахмузе. *a* — нижние слои; *b* — верхние слои горизонта.

Легенда (общая для всех разрезов в данной статье): *1* — известняки; *2* — доломиты; *3* — глинистые известняки; *4* — глинистые доломиты; *5* — биогермные породы; *6* — мергели; *7* — глинистые мергели; *8* — глины; *9* — обилие фауны; *10* — известковые водоросли; *11* — поверхность перерыва; *12* — прослои метабентонита.

адавереским и яаниским горизонтами. В нижних слоях горизонта названные прослои встречаются редко.

В яаниском горизонте (J_1) довольно резко выделяются три пачки.

Нижняя часть горизонта включена в состав мустъялаской пачки (J_1M), сложенной зелено-серыми мергелями, глинистыми мергелями, известковистыми глинами и, реже, глинистыми известняками. В материковой части Эстонии эти породы во многих случаях доломитизированы.

Парамаяская пачка (J_1P), развитая в верхней части горизонта, распространяется к востоку от пос. Выхма (на о-ве Сааремаа). Эта пачка представлена в основном доломитизированными глинистыми известняками и доломитизированными мергелями с богатой фауной. К западу от пос. Выхма в верхней части горизонта распространяется нинаэская пачка (J_1N), которая вскрыта и буровыми скважинами в Кингисеппе и Кипи. Ниназеская пачка сложена грубодетритовыми,

частью биоморфными глинистыми известняками и доломитами с богатой фауной.

Уточнена и мощность яаниского горизонта, которая, по данным бурения, составляет в восточной части выхода, у Тори, 30,5 м, а на западе, в Мустъяла, 56,5 м.

Яагарахуский горизонт (J_2) был впервые стратиграфически подразделен А. Луха (Luha, 1930). Он выделил в горизонте две фации: а) западную фацию (J_2W), или пангамяги-яагарахуский известняковый комплекс, представленный пангамягискими известняками и яагарахускими рифовыми известняками, и б) восточную фацию (J_2O), или муху-кесселайдский доломитовый комплекс. Низы последней фации сложены кесселайдскими доломитами (J_2Oa), на которых в средней части полосы выхода горизонта залегают маази-ранглаские доломиты (J_2Oc). Индексом J_2Ob А. Луха обозначил рифовые доломиты, распространение которых связано с кесселайдскими доломитами.

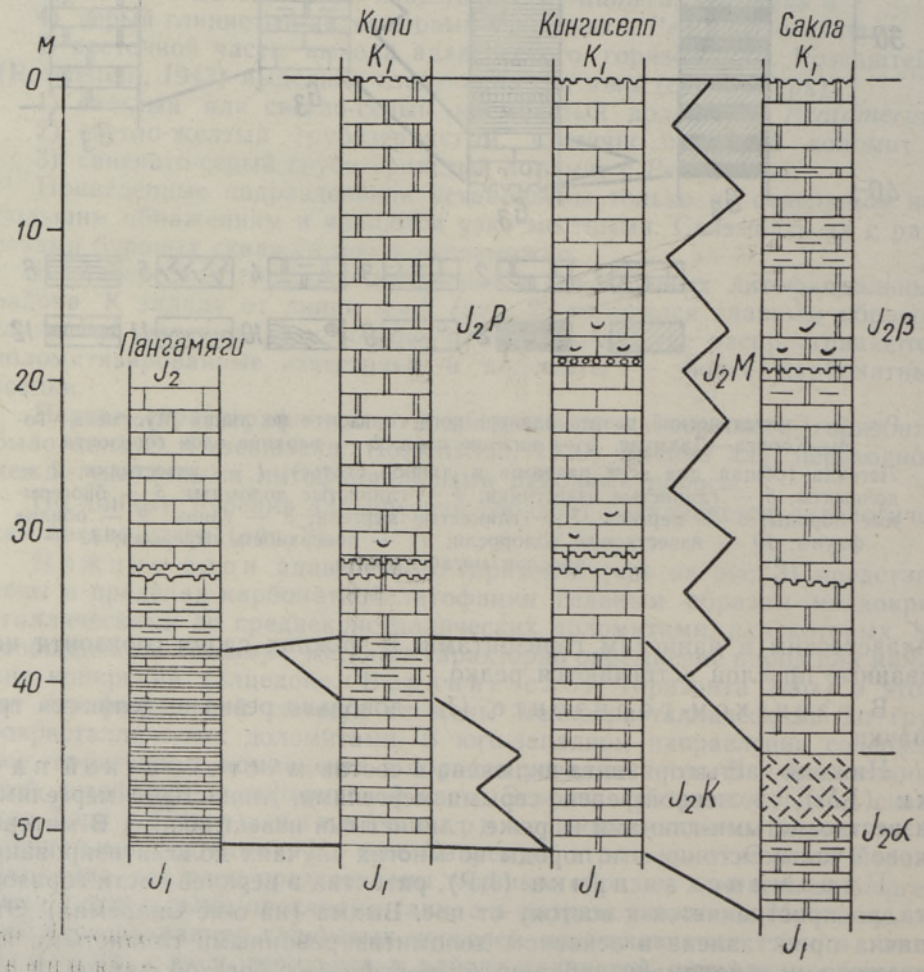

Рис. 4. Схематический разрез яагарахуского горизонта по линии Пангамяги—Кипи—Кингисепп—Сакла.

$J_2\alpha$ — ойуский подгоризонт; $J_2\beta$ — тагавереский подгоризонт; J_2P — пангамягиская пачка; J_2M — маазиская пачка; J_2K — кесселайдская пачка.

А. Аалоэ (1958б) по предложению А. Рыымусокса переименовал указанные подразделения в пангамягискую (J_2P), кесселайдскую (J_2K) и маазискую (J_2M) пачки (рис. 4).

Полученные в последние годы буровые материалы показывают, что слои, отвечающие кесселайдским доломитам (по А. Луха), распространяются в низах яагарахуского горизонта также на западе и на юге о-ва Сааремаа, залегая под типичными «пангамягискими» известняками. Они образуют хорошо выдержанный комплекс, фаунистически и в фациальном отношении легко отличимый от выше- и нижележащих слоев. Следует отметить, что А. Луха (Luha, 1930) при обработке разреза буровой скважины Пангамяги ошибочно включил эти слои в яаниский горизонт. Вышесказанное дает основание выделить в яагарахуском горизонте два подгоризонта (снизу вверх): ойуский ($J_2\alpha$) и тагавереский ($J_2\beta$) (см. рис. 4).

Ойуский подгоризонт ($J_2\alpha$), мощностью в среднем 12—13 м, представлен главным образом типичными кесселайдскими доломитами, которые распространяются вдоль северо-западного побережья о-ва Сааремаа (они встречены на о-ве Вильсанди, на старом береговом уступе у с. Суурику, на клифах Ниназе и Панга и т. д.) и в восточной части выхода горизонта. Кесселайдская пачка вскрыта и буровыми скважинами в Яагараху, Кингисеппе, Сакла, Пярну, Тори и т. д. К этой пачке отнесены серые, желтовато-серые или светлые доломиты с относительно редкой фауной и кавернозные биогермные доломиты.

В разрезах буровых скважин Мустъяла и Пангамяги ойуский подгоризонт представлен известняками с частыми прослоями мергелей. В разрезе скважин Кипи низы этого подгоризонта сложены детритовыми известняками с богатой фауной. Представляют ли эти известняки отдельную пачку или их можно объединить с пангамягиской или с кесселайдской пачками — этот вопрос требует дальнейшего изучения.

Ойуский подгоризонт характеризуется широким развитием рифовой фации. Главными рифообразователями здесь являются известковые водоросли и кораллы.

Для фауны ойуского подгоризонта характерны *Coenites repens* L., *Evenkiella articulata* (Wahl.), *Parmorthis elegantula* (Dalm.), *Leptaena rhomboidalis* (Wilck.), *Camaratoechia nucula* (Sow.), *Encrinurus punctatus* (Wahl.) и др.

Тагавереский подгоризонт ($J_2\beta$), мощностью от 37 до 44,5 м, сложен двумя пачками. К востоку от полуострова Трийги на о-ве Сааремаа распространяется маазиская пачка (J_2M). В состав этой пачки входят серые или желтовато-серые доломиты с относительно редкой фауной. Только в нижних слоях пачки [J_2Oc — маази-ранглаские доломиты по А. Луха (Luha, 1930)] местами встречаются в массовом количестве остракоды и сферические известковые водоросли. В верхах маазиской пачки выделяется прослой доломитового мергеля с *Eurypterus*. На материковой части Эстонии породы маазиской пачки встречены лишь в одной старой каменоломне, недалеко от пос. Коонга (Аалоэ, 1956). Пангамягиская пачка (J_2P) распространяется на западе о-ва Сааремаа. Она вскрыта и буровыми скважинами в Кипи и Кингисеппе. Эта пачка представлена детритовыми или биоморфными известняками. В разрезе скважины Кипи эти породы частично доломитизированы. Местами (в карьерах Яагараху) наблюдается наличие небольших биогермов и биостром, образованных строматопороидеями, табулятами и известковыми водорослями.

Из фауны в тагавереском подгоризонте встречаются *Stromatopora typica* Rosen, *S. typica* var. *cylindrica* Riab., *Acervularia ananas* (L.),

Halysites junior Klaamann (in coll.), *Saaremolites inversus* Sok., *Favosites mirandus* Sok., *Amphistrophia podolica* (Siemiradzki), *Parmorthis elegantula* (Dalm.), *Spirifer (Howelella) laeviplicatus* Kozl., *Leperditia phaseolus* His., *Eurypterus remipes tetragonophtalmus* Fischer и др.

Полная мощность яагарахуского горизонта была оценена А. Луха (Luha, 1946) более чем в 20 м и А. Аалоэ (1958) — более чем в 25 м. Теперь установлено, что полная мощность горизонта колеблется в пределах от 50,5 (в Кипи) до 55,6 м (в Сакла).

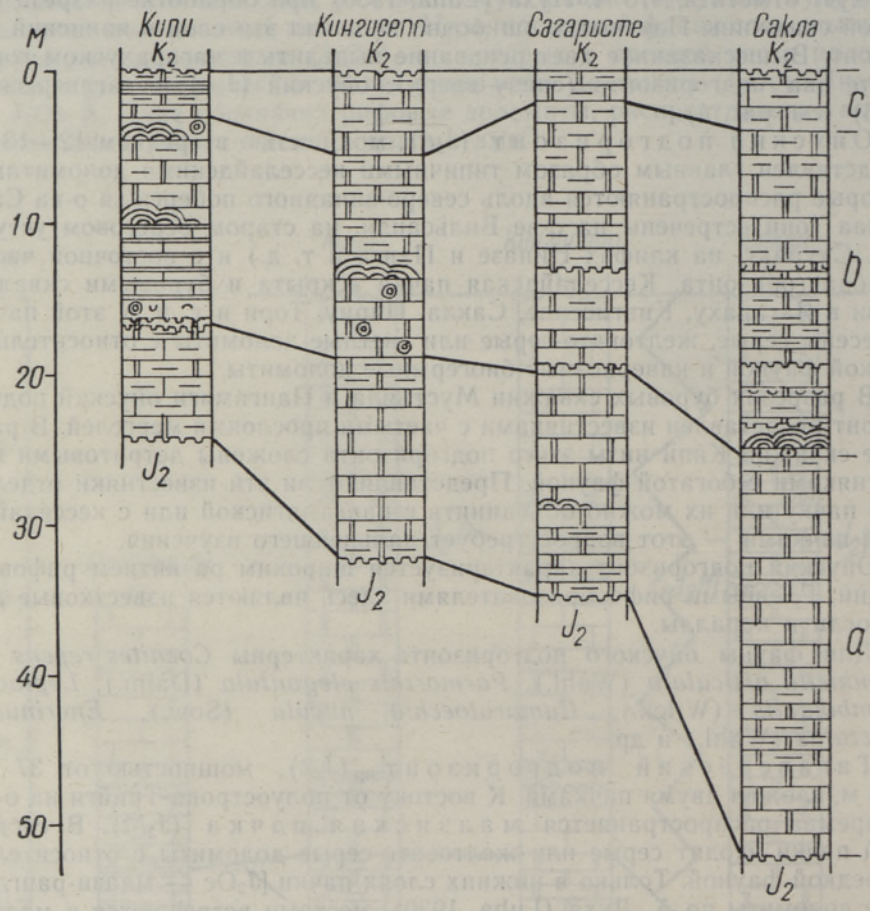

Рис. 5. Схематический разрез каармаского горизонта по линии Кипи—Кингисепп—Сагаристе—Сакла.
a — нижние слои; *b* — средние слои; *c* — верхние слои горизонта.

Первое подразделение каармаского горизонта (K_1) было предложено А. Луха (Luha, 1930). На основе изучения кернов буровых скважин Атла и Везику он выделил в горизонте 28 комплексов, охарактеризованных как литологически, так и палеонтологически. В 1949 г. Э. Бэлау (Bölau, 1949) подразделил каармаский горизонт на основе фауны костнощитковых на два подгоризонта (снизу вверх): 1) подгоризонт с *Trematapis schmidti* Rohon и 2) подгоризонт с *Trematapis mammillata* Patten.

Эти подразделения были использованы только для самой западной части выхода каармаского горизонта (окрестность пос. Атла и Кихельконна). С разрезом горизонта в центральной и восточной частях о-ва Сааремаа они не связываются.

В настоящее время полная мощность горизонта вскрыта четырьмя буровыми скважинами. Предварительная обработка кернов этих скважин указывает, что в каармаском горизонте можно выделить три группы слоев.

Нижние слои каармаского горизонта («а» на рис. 5) сложены в разрезах буровых скважин Сакла, Сагаристе и Кингисепп светлыми доломитами с синевато-серыми разводами, обусловленными мелкорассеянным пиритом. Встречаются и глинистые доломиты с фрагментами *Eurypterus*. Местами эти породы кавернозные, что обусловлено выщелачиванием окаменелостей и детрита. В разрезе скважины Кипи (на западе о-ва Сааремаа) нижняя часть горизонта представлена глинистыми доломитами, в которых изредка встречаются синевато-серые разводы мелкорассеянного пирита, и глинистыми известняками. Наиболее распространенной окаменелостью является *Eurypterus remipes tetragonophtalmus* Fischer. Мощность нижних слоев каармаского горизонта колеблется в пределах от 26,9 (на востоке) до 8,6 м (на западе).

Для средних слоев каармаского горизонта («b» на рис. 5) в восточной и центральной частях о-ва Сааремаа характерны кавернозные (частью глинистые) доломиты. Местами встречаются и биоморфные доломиты с обильной фауной гастропод, пластинчатожаберных и, реже, остракод. На западе острова средние слои горизонта представлены глинистыми доломитами с *Eurypterus*, глинистыми известняками и скрытокристаллическими известняками с частыми прослоями мергелей. Довольно часто встречаются поверхности перерыва и прослои конгломерата, а также трещины усыхания и псевдоморфозы по каменной соли. Для средних слоев горизонта характерным является распространение сферических известковых водорослей (*Solenopora*) и водорослевых биостром.

Мощность средних слоев каармаского горизонта колеблется от 20,2 (в скв. Сакла) до 13,3 м (в скв. Кингисепп).

Верхние слои каармаского горизонта («с» на рис. 5), мощностью от 5,5 (в скв. Кингисепп) до 3,0 м (в скв. Кипи) представлены двумя комплексами. Внизу залегает светло-серый глинистый толстослоистый доломит («продуктивная пачка»), выше — серые или желтые кавернозные доломиты. В разрезе скважины Сагаристе «продуктивная пачка» отсутствует, а в скважине Кипи она заменяется мергелями.

Довольно интересным является резкое сокращение мощности каармаского горизонта в юго-западном направлении. Согласно А. Луха (Luha, 1930), мощность этого горизонта в разрезе буровой скважины Каали, в средней части о-ва Сааремаа, составляет не менее 65 м, в то время как мощность его на западе острова — 35 м. Новые данные показывают, что А. Луха неправильно оценил мощность горизонта. Вероятно, при обработке керна буровой скважины Каали он отнес к каармаскому горизонту и часть доломитов яагарахуского горизонта, в верхах которого тоже встречается *Eurypterus*. Это подтверждается тем, что мощность каармаского горизонта в разрезе скважины Сагаристе (недалеко от Каали) составляет 34,8 м. В западной части выхода А. Луха включил в каармаский горизонт также и верхнюю часть яагарахуского горизонта (слои 27—31 на рис. 2 у A. Luha, 1930). Общая мощность каармаского горизонта в разрезе скважины Сакла составляет 52,0 м, в разрезе скважины Кипи — 24,3 м. Такое быстрое сокращение мощно-

сти горизонта объясняется наличием в свое время острова или полуострова в западном или юго-западном направлении от современного о-ва Сааремаа. В пользу такого вывода говорит также и то, что нижние и средние слои горизонта носят на востоке Сааремаа более глубоководный характер, чем на западе, где преобладают отложения мелкого моря.

А. Луха (Luha, 1946) предполагал, что каармаский горизонт отлагался в лагуне. Новые данные (находки морской фауны и т. д.) показывают, что отложения этого горизонта образовались в полузакрытом бассейне с временной ненормальной соленостью воды. Только часть верхов горизонта («продуктивная пачка») представляет собой явные отложения лагун.

Паадлаский горизонт (K_2) был подразделен К. Х. Хоппе (Hoppe, 1931) на три подгоризонта (снизу вверх): на известняки с *Leperditia phaseolus* (His.), на известняки с *Whitfieldella didyma* (Dalm.) [=*Protathyris didyma* (Dalm.)] и на известняки с *Ilionia prisca* His., *Whitfieldella didyma* (Dalm.) [=*Protathyris didyma* (Dalm.)] и *Crotalocrinus rugosus* Mill.

В 1957 г. Э. Клааманн в своей дипломной работе, выводы которой находятся в настоящее время в печати, опровергнул это расчленение, выделив в данном горизонте три пачки: атласкую, иразескую и когуласкую. Первые две пачки, по Э. Клааманну, развиты в низах горизонта, а когулаская пачка слагает верхнюю часть паадлаского горизонта.

Атлаская пачка (K_2A) распространяется в западной части о-ва Сааремаа и представлена детритовыми, частью грубокристаллическими известняками с строматопоровыми и коралловыми биогермами. Иразеская пачка (K_2I) охватывает нижние слои горизонта в центральной и восточной частях острова; она сложена главным образом грубодетритовыми известняками. Верхняя, когулаская пачка (K_2K) состоит из толстослоистых слабодоломитизированных известняков и мергелей.

Из-за отсутствия буровых данных, границы, мощности и распространение предложенных Э. Клааманном пачек остались неуточненными.

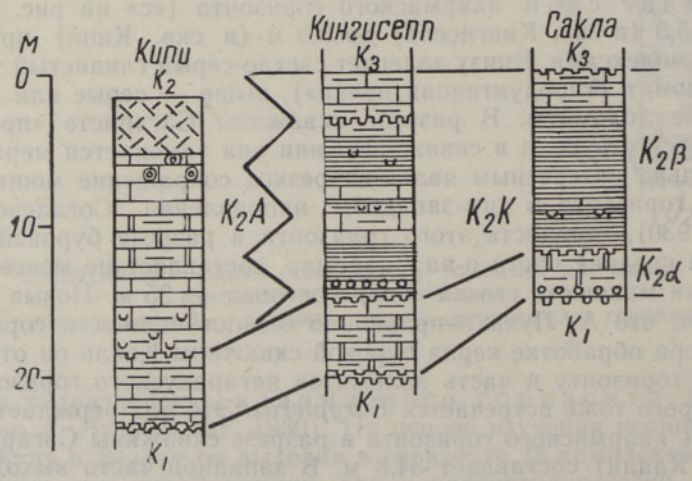

Рис. 6. Схематический разрез паадлаского горизонта по линии Кипи—Кингисепп—Сакла.
$K_2\alpha$ — иразеский подгоризонт; $K_2\beta$ — кипиский подгоризонт; K_2A — атлаская пачка; K_2K — когулаская пачка.

В настоящее время паадлаский горизонт пройден полностью двумя буровыми скважинами (Кингисепп и Сакла), а в разрезе буровой скважины Кипи отсутствуют только самые верхние слои горизонта (рис. 6).

Новые данные показывают, что слои, соответствующие иразеской пачке, встречаются в низах паадлаского горизонта и на западе о-ва Сааремаа. В связи с этим паадлаский горизонт можно подразделить на два подгоризонта: на нижний, иразеский подгоризонт ($K_2\alpha$), мощностью от 2,9 (в Сакла) до 5,7 м (в Кипи), и на верхний, кипиский подгоризонт ($K_2\beta$), мощностью от 11,9 (в Сакла) до 16,3 м с лишним (в Кипи). Граница между этими подгоризонтами проводится по поверхности перерыва. Оба подгоризонта довольно резко отличаются друг от друга как палеонтологически, так и литологически. По данным Э. Клааманна, в иразеской пачке, т. е. в иразеском подгоризонте, встречаются следующие окаменелости: *Actinostroma himmestum* Riab., *Favosites coreaniformis* Sok., *Murchisonia compressa* Lindström, *Protathyris didyma* (Dalm.), *Chonetes striatella* Dalm., *Leperditia phaseolus* His. и др.

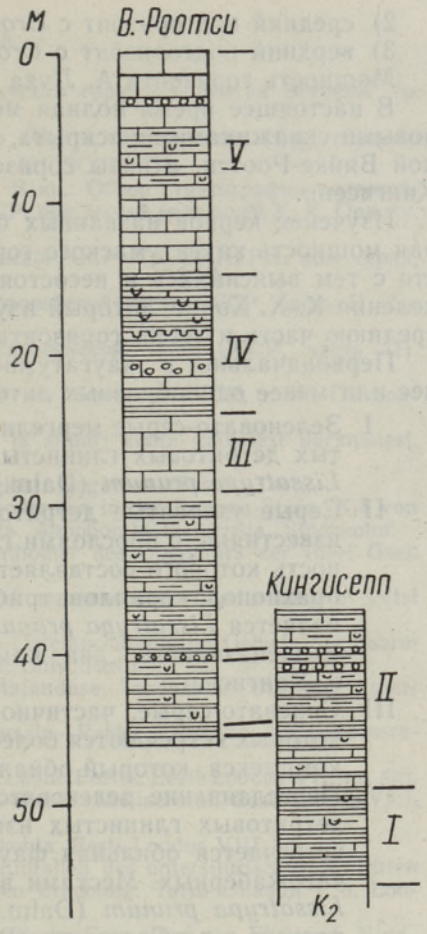

Рис. 7. Схематический сводный разрез каугатомаского горизонта по буровым скважинам Вяйке-Роотси и Кингисепп. Цифрами обозначены литологические комплексы.

Верхний, кипиский подгоризонт сложен атлаской (K_2A) и когулаской (K_2K) пачками. В последней установлено быстрое увеличение содержания терригенного компонента в северо-восточном направлении —в разрезе скважины Сакла когулаская пачка представлена мергелями и глинистыми известняками.

По данным Э. Клааманна, наиболее распространенными видами в атлаской и когулаской пачках, т. е. в киписком подгоризонте, являются: *Solenopora* sp., *Actinostroma himmestum* Riab., *Stromatopora paadla* Riab., *Thecia swinderniana* Goldf., *Favosites kogulaensis* Sok., *Ilionia prisca* His., *Protathyris didyma* (Dalm.), *Spirifer* (*Delthyris*) *elevatus* Dalm., *Crotalocrinus rugosus* Mill., *Eurypterus* sp., *Pterygotus* sp.

Общая мощность паадлаского горизонта, которая оценивалась прежде в 10 м (Luha, 1946), составляет в разрезе скважины Сакла 14,8 м, в разрезе Кингисепп 20,1 м и в разрезе скважины Кипи около 22 м, увеличиваясь в юго-западном направлении.

Каугатумаский горизонт (K_3) был подразделен К. Х. Хоппе (Hoppe, 1931) на три подгоризонта (снизу вверх):

1) нижний подгоризонт с *Atrypa* (= *Lissatrypa*) и *Pterina; Crotalocrinus* встречается редко;

2) средний подгоризонт с *Crotalocrinus* и *Atrypa* (=*Lissatrypa*);
3) верхний подгоризонт с *Crotalocrinus*.

Мощность горизонта А. Луха (Luha, 1946) оценил в 15 м.

В настоящее время полная мощность каугатумаского горизонта буровыми скважинами не вскрыта, но бóльшая часть его пройдена скважной Вяйке-Роотси, а низы горизонта встречаются в разрезе скважины Кингисепп.

Изучение кернов названных буровых скважин показало, что неполная мощность каугатумаского горизонта составляет 57 м (рис. 7). Вместе с тем выяснилась и несостоятельность стратиграфического подразделения К. Х. Хоппе, который изучил по отдельным обнажениям только среднюю часть и верхи горизонта.

Первоначально в каугатумаском горизонте выделено пять более или менее однообразных литологических комплексов (снизу вверх):

I Зеленовато-серые мергели с прослоями серых, частично комковатых детритовых глинистых известняков. Из фауны встречаются *Lissatrypa prunum* (Dalm.) и др. Мощность комплекса 6,4 м.

II Серые узловатые детритовые, частично биоморфные глинистые известняки, с прослоями глинистых мергелей. В комплексе, мощность которого составляет 15,5 м, встречается обильная фауна брахиопод, кораллов, триболитов и т. д. Наиболее частым видом является *Lissatrypa prunum* (Dalm.)

Вышеназванные два комплекса обнажаются в окрестностях г. Кингисеппа.

III Синевато-серые, частично глинистые криноидные известняки, в которых встречаются более редкие глинистые прослои. Мощность комплекса, который обнажается в каменоломнях Муратси, 5,3 м.

IV Переслаивание зеленовато-серых мергелей, глинистых мергелей, детритовых глинистых известняков и известняков, в которых встречается обильная фауна брахиопод, трилобитов, и пластинчатожаберных. Местами в массовом количестве распространены *Lissatrypa prunum* (Dalm.). Этот комплекс обнажается на юго-востоке о-ва Сааремаа (Венекюла и т. д.). Мощность его 9,3 м.

V Серые детритовые глинистые известняки и грубодетритовые криноидные известняки с *Crotalocrinus rugosus* Mill. Мощность комплекса более 15 м. Обнажается он во многих каменоломнях на юго-западе Сааремаа (Няссумаа, Роотси и др.) и на клифах п-ва Сырве (Каугатома и Лыо).

Охесааре́ский горизонт (K_4) выходит на поверхность только клифа Охесааре и в небольших обнажениях недалеко от последнего; буровыми скважинами горизонт еще не пройден. Учитывая условия залегания, можно только предполагать, что мощность его превышает 10 м, как это было установлено А. Луха (Luha, 1946).

Изложенное показывает, что по стратиграфии силура Эстонии за последние годы получен весьма значительный и ценный новый материал, но в то же время остались нерешеными многие вопросы и проблемы. Задача эстонских геологов заключается в том, чтобы в ближайшие годы обработать и пополнить указанный материал и дать детальную и надежную схему расчленения этой до сих пор относительно мало изученной в Эстонии системы.

Институт геологии
Академии наук Эстонской ССР

ЛИТЕРАТУРА

Аалоэ А. О. 1956. Рифовая фация в яагарахуском горизонте силура Эстонии. Тр. Ин-та геол. АН ЭССР, I.

Аалоэ А. О. 1958а. Стратиграфия юуруского (G_I) и тамсалуского (G_{II}) горизонтов силура Эстонской ССР. Тр. Ин-та геол. АН ЭССР, III.

Аалоэ А. О. 1958б. Силурийская система (S). В кн.: Обзор стратиграфии палеозойских и четвертичных отложений Эстонской ССР, под общей редакцией К. К. Орвику. Институт геологии АН ЭССР. Таллин.

Рябинин В. Н. 1951. Строматопороидеи Эстонской ССР. Тр. ВНИГРИ, нов. серия, вып. 43.

Соколов Б. С. 1951. Табуляты палеозоя Европейской части СССР, часть II. Тр. ВНИГРИ, нов. серия, вып. 52.

Соколов Б. С. 1952. Табуляты палеозоя Европейской части СССР, часть III. ВНИГРИ, нов. серия, вып. 58.

Рымусокс А. 1960. Силурийская система. В кн.: Геология СССР, т. 28. Госгеолтехиздат.

Bekker, H. 1922. Ülevaade Eesti ordoviitsiumi ja siluuri kohta käivatest uurimistest. Loodus, nr. 3 ja 4.

Bekker, H. 1925. Lühike ülevaade Eesti geoloogiast. Koguteos «Eesti». Tartu.

Bölau, E. 1949. Über die Verbreitung der Ostrakodermen in der Kaarma-Stufe (K_1) von Saaremaa (Ösel). Soc. Litt. Estonica in Svecia. Apophoreta tartuensia. Stockholm.

Hoppe, K. H. 1931. Die Coelolepidien und Acanthodier des Obersilurs der Insel Ösel. Palaeontographica. Bd. LXXVI.

Klaamann, E. 1960. Paadla lademe geoloogiast avamuse alal. Loodusuurijate Seltsi Aastaraamat, kd. 52.

Luha, A. 1930. Über Ergebnisse stratigraphischer Untersuchungen im Gebiete der Saaremaa- (Ösel) Schichten in Eesti, Publ. Geol. Inst. Univ. Tartu. nr. 22.

Luha, A. 1946. Eesti NSV maavarad. ENSV Majanduse Teadusliku Uurimise Instituut. RK. «Teaduslik Kirjandus». Tartu.

Rosenstein, E. 1938. Borealis-lubjakivid Tamsalu—Rakke vahelises lubjatööstusrajoonis. Eesti Loodus VI, nr. 4.

Rosenstein, E. 1939. Adavere lademest (silur) Lääne-Eestis. Eesti Loodus VII, nr. 4/5.

Rosenstein, E. 1940a. Raikküla lade Tamsalu—Paide vahelisel alal. Eesti Loodus VIII, nr. 2.

Rosenstein, E. 1940b. Andmeid Juuru lademe kohta. Eesti Loodus VIII, nr. 4/5.

Rosenstein, E. 1943. Unregelmässigkeiten in Einfallen der untersilurischen Schichten Estlands im westlichen Teil der Pandiver'schen Erhebung. Tartu Ülikooli j. o. Loodusuurijate Seltsi Aruanded, 47^{3-4}.

Schmidt, Fr. 1858. Untersuchungen über die silurische Formation von Ehstland, Nord-Livland und Oesel. Arch. Naturk. Liv-, Ehst- u. Kurl., Ser. 1, Bd. II

Schmidt, Fr. 1881. Revision der ostbaltischer silurischen Trilobiten nebst geognostischer Übersicht der ostbaltischen Silurgebiets, Abt. I. Mém. Acad. Sci. St.-Pétersb., ser. VII, t. XXX, № 1.

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.-Pétersb., t. XXXIV, p. 381—400.

Teichert, C. 1928. Stratigraphische und paläontologische Untersuchungen im unteren Gotlandium (Tamsal-Stufe) des westlichen Estland und der Insel Dagö. Neues Jahrb. Mineral., Geol. und Paläontol. Beilageband. 60, Abt. B.

UUT EESTI SILURI STRATIGRAAFIAS

A. AALOE

Resümee

Eesti siluri stratigraafia rajajaks oli akad. Fr. Schmidt, kes oma 1858. a. töös esmakordselt meie alampaleosoikumi lademeteks liigestas, täpsustades oma vaateid veel 1881. ja 1891. a. Hilisemad autorid (H. Bekker, A. Luha jt.) on Fr. Schmidti skeemi detailiseerinud ja täpsustanud.

Viimastel aastatel on siluri uurimine tunduvalt elavnenud. On teostatud litoloogilisi või litostratigraafilisi uurimisi rea lademete kohta ning alustatud olulisemate faunarühmade monograafilist läbitöötamist.

Silur, mille avamus hõlmab vabariigi mandri keskosa ja Lääne-Eesti saared (joon. 2), on esindatud suhteliselt pideva läbilõikena ländoveri, uenloki ja alamladlou setetega, mis on liigestatud 11 lademeks.

Eesti silurile, mis on ladestunud üldjoontes regresseeruva mere madalaveelises faatsieses, on iseloomulik suur kivimiline varieeruvus nii horisontaal- kui ka vertikaalsuunas. Seepärast on lademete biostratigraafiline liigestamine vöödeks sageli raskendatud, mistõttu on eraldatud enamasti ainult litostratigraafilised ühikud — kihistikud või kihid.

A. Rõõmuoksa (1960) järgi on porkuni lademes eraldatud adila, merglite, röa ja koigi kihistik. Neist kolm esimest levivad lademe alumises osas, neljas ülemises.

A. Aaloe töös (1958) on käsitletud juuru ja tamsalu lademe stratigraafiat. Juuru lademes on eraldatud varbola ja paasvere kihistik, kusjuures E. Rosensteini (1940b) poolt lademe ülemise osana eraldatud korallide ja stromatopooride vöö on asetatud tamsalu lademesse (purga kihistik). Tamsalu lade koosneb ridala, hilliste, purga, tammiku ja kose kihistikust.

Töö käigus tuli ümber lükata C. Teicherti (1928) antud ländoveri stratigraafiline skeem Lääne-Eesti kohta (joon. 1). Viimases oletati ekslikult porkuni lademe puudumist antud piirkonnas ja juuru lademe asendumist tamsalu lademe alumiste kihtidega Ridala poolsaarel. Samuti oli selles osa tamsalu lademe kihte raikküla lademesse asetatud.

E. Jürgensoni andmete järgi jaguneb raikküla lade kolmeks. Lademe alumised kihid koosnevad savikatest, purdsetest või detriitsetest lubjakividest (kohati dolomiidistunud), keskmised kihid läänes lubjakividest, avamuse keskosas dolomiitidest ning idas purdsetest lubjakividest või dolomiitidest. Lademe ülemised kihid on esindatud avamusel lubjakivide ja dolomiitidega, Pärnu puuraugus purdsete lubjakividega ning Mustjala puuraugus peenedetriidiliste merglite ja mergellubjakividega.

Adavere ladet võib jagada litoloogiliselt kaheks osaks (joon. 3). Alumised kihid (a) koosnevad karbonaatses litofaatsieses (joon. 2 — joonest a—b ida pool) dolomiitidest, milledes leidub ränikonkretsioone, savikas litofaatsieses (joon. 2 — joonest a—b lääne pool) merglitest, mergelsavidest, lubjakatest savidest ja savidest. Ülemised kihid (b) koosnevad karbonaatses litofaatsieses dolomiitidest, savikas litofaatsieses merglitest ja mergelsavidest.

Jaani lademes võib eraldada kolme kihistikku. Lademe alumise osa moodustab peamiselt mergelsavidest koosnev mustjala kihistik, lademe ülemises osas levib Võhma külast (Saaremaal) läänes jämedadetriidilistest savikatest lubjakividest koosnev ninase kihistik ning idas peamiselt dolomiidistunud merglitest koosnev paramaja kihistik.

Jaagarahu lade on jagatud kaheks vööks (joon. 4). Alumine, oiu vöö ($J_2\alpha$) koosneb peamiselt kesselaiu kihistiku dolomiitidest ja biohermsetest dolomiitidest. Edela-Saaremaal levivad selles ka lubjakivid. Tagavere vöö ($J_2\beta$) moodustavad Triigi poolsaarest läänes detriitsetest või biomorfsetest lubjakividest koosnev ninase kihistik ning idas dolomiitne maasi kihistik. Lademe paksus on 50,5—55,6 m.

Kaarma lade jaguneb litoloogiliselt kolmeks. Alumised kihid (joon. 5 *a*) koosnevad idas valkjatest dolomiitidest ja savikatest dolomiitidest, läänes savikatest dolomiitidest ja lubjakividest. Keskmised kihid

(b) on idas esindatud kavernoossete, osalt savikate dolomiitidega ning läänes savikate dolomiitide, savikate lubjakivide ja afaniitsete lubjakividega, milles leidub arvukalt merglivahekihte. Lademe keskmistele kihtidele on iseloomustav sage lubivetikate ning nendest moodustunud biostroomide esinemine. Lademe ülemised kihid koosnevad savikast dolomiidist, nn. kaarma dolomiidist (puudub tüüpilisel kujul Sagariste ja Kipi puurprofiilides) ning sellel lasuvast kavernoossest dolomiidist. Lademe paksus on idas (Sakla) 52,0 m ja läänes (Kipi) 24,3 m.

Paadla lade jaotati E. Klaamanni andmetel atla, irase ja kogula kihistikuks. Nüüd on selgunud, et alumine, irase kihistik moodustab kronostratigraafilise ühiku — savikatest lubjakividest koosneva irase vöö ($K_2\alpha$) (joon. 6). Ülemine, kipi vöö ($K_2\beta$) koosneb läänes rififaatsiesega esindatud atla ja idas lubjakivide ning merglitega esindatud kogula kihistikust. Lademe paksus on idas (Sakla) 14,8 m ja läänes (Kipi) üle 21,9 m.

Kaugatuma lademes on esialgselt eraldatud 5 litoloogilist kompleksi (joon. 7). Neist I, II ja IV koosnevad põhiliselt merglitest ja savikatest lubjakividest, III ja V peamiselt krinoiidlubjakividest. Lademe paksus ületab 57 m.

Artiklis esitatud skemaatiliste profiilide legend on antud joonise 3 juures. See on järgmine: 1. lubjakivi, 2. dolomiit, 3. savikas lubjakivi, 4. savikas dolomiit, 5. biohermsed kivimid, 6. mergel, 7. mergelsavi, 8. savi, 9. rohke kivististe esinemine, 10. lubivetikad, 11. diskontinuiteetpind, 12. metabentoniidivahekiht.

Eesti NSV Teaduste Akadeemia
Geoloogia Instituut

SOME NEW RESEARCHES ON THE STRATIGRAPHY OF THE SILURIAN IN ESTONIA

A. AALOE

Summary

The founder of the stratigraphy of the Silurian in Estonia was academician Fr. Schmidt, who, in his work of 1858, divided the Estonian Lower Paleozoic into stages and elaborated his views even more precisely in 1881 and 1891. Fr. Schmidt's scheme has been worked out in detail by some contemporary authors (H. Bekker, A. Luha, and others).

During the recent years the study of the Silurian has grown considerably more intensive. There have been carried out lithological or lithostratigraphic researches on a number of stages, and several monographic works on the predominant paleontological groups have been begun.

The Silurian, the outcrop area of which extends over the central part of the continental territory of the republic and the islands of the West-Estonian archipelago (Fig. 2), is represented by a comparatively uninterrupted section of Llandovery, Wenlock and Lower-Ludlow deposits, wihch are divided into 11 stages.

The Estonian Silurian was deposited mainly in the shallow-water facies of a regressing sea, its typical feature being the great variety of rocks in the vertical as well as horizontal directions. Therefore the biostratigraphic division of stages into substages often becomes complicated, and

for that reason in most cases only the lithostratigraphic units — members or beds — have been defined.

According to A. Rõõmusoks (1960), in the Porkuni stage are discernible the Adila, marly, Rõa and Koigi members. The first three of them are disributed in the lower part of the stage, and the remaining one — in the upper.

A. Aaloe in his work (1958) deals with the stratigraphy of the Juuru and Tamsalu stages. The Juuru stage has been divided into the Varbola and Paasvere members, whereas the zone with corals and stromatopores discerned by E. Rosenstein (1940 b), being the upper part of the stage, has been attributed to the Tamsalu stage (the Purga member). The Tamsalu stage consists of the Ridala, Hilliste, Purga, Tammiku, and Kose members.

In the course of his work the author has also refuted C. Teichert's, (1928) stratigraphic scheme of the Llandoverian in West Estonian (Fig. 1) C. Teichert erroneusly supposed the Porkuni stage to be missing on the given territory; further he assumed that the Juuru stage was replaced by the lower beds of the Tamsalu stage extending to the Ridala peninsula. In C. Teichert's work, moreover, part of the beds of the Tamsalu stage was attributed to the Raikküla stage.

According to E. Jürgenson, the Raikküla stage is divided into three parts. The lower beds of the stage consist of argillaceous, detritical or pebbly limestones (partly dolomitized), the middle beds consist of limestones in the western part and of dolomites in the centre of the outcrop area, whereas in the eastern part of the outcrop area pebbly limestones or dolomites occur. The upper beds of the stage are represented by limestones and dolomites in the outcrop area, in the Pärnu borehole — by pebbly limestones, and in the Mustjala borehole section — by fine-detritical marls and marly limestones.

The Adavere stage can be lithologically divided into two parts (Fig. 3). The lower beds (a) in the carbonate litofacies (east of the line a—b in Fig. 2) are represented by dolomites with quartz concretion, and the argillaceous litofacies (west of the line a—b in Fig. 2) are represented by marls, calcareous clays, and clays. The upper beds (b) are represented by dolomites in the carbonate litofacies, and by marls and the argillaceous litofacies.

The Jaani stage is divided into three members. The lower part of the stage is made up by the Mustjala member, consisting mainly of argillaceous marl. In the upper part, at the west of Võhma viilage (island of Saaremaa) extends the Ninase member, represented by coarse-detritical argillaceous limestones, and at the east in the Paramaja member, consisting mainly of dolomitized marls.

The Jaagarahu stage is divided into two substages (Fig. 4). The lower, the Oiu substage ($J_2\alpha$) is mainly represented by the dolomites and bioherm dolomites of the Kesselaid member. In the southwestern part of that substage in Saaremaa limestones are also found. The Tagavere substage ($J_2\beta$) in the west of the Triigi peninsula consists of detritical or shelly limestones of the Pangamäe member, and in the east — of dolomites of the Maasi member. The thickness of the Jaagarahu stage is 50.5—55.6 m.

The Kaarma stage is lithologically divided into three parts. The lower beds ("a" in Fig. 5) in the east consist of whitish dolomites and marly dolomites, and in the west — of marly dolomites and limestones. The intermediate beds (b) in the east are represented by cavernous, partly marly dolomites and in the west — by marldy dolomites, marly

limestones and cryptocrystalline limestones with abundant marl interstratification. Typical of the intermediate beds is the frequent occurrence of calcareous algae and biostromes composed of the latter. The upper beds of the stage are represented by marly dolomite, the so-called Kaarma dolomite (which in its typical form is missing in the bore sections of Sagariste and Kipi) and by cavernous dolomite lying on its top. The thickness of the stage in the eastern part of the outcrop (Sakla) is 52.0 m and in the western part (Kipi) — 24.3 m.

The Paadla stage was formerly divided, according to E. Klaamann's data, into the Atla, Irase and Kogula members. Now it has been stated that lower, the Irase member, forms a chronostratigraphic unit by itself, and namely the Irase substage ($K_2\alpha$) (Fig. 6). The upper, the Kipi substage ($K_2\beta$) consists in the west of the Atla member represented by a reef facies, and in the east — of the Kogula member represented by limestones and marls. The thickness of the stage in the eastern part (Sakla) is 14.8 m and in the western part (Kipi) — above 21.9 m.

The Kaugatuma stage ist, for the time being, divided into 5 lithological complexes (Fig. 7). The 1st, 2nd and 4th of the latter consist mainly of marls and marly limestones, the 3rd and the 5th — mainly of crinoidal limestones. The tickness of the stage exceds 57 m.

The legend of the schematic sections presented in this paper is attacked to Fig. 3. It is as follows: 1. limestone, 2. dolomite, 3. marly limestone, 4. marly dolomite, 5. bioherm rocks, 6. marl, 7. calcareous clay, 8. clay, 9. abundant occurrence of fossils, 10. calcareous algae, 11. surface of discontinuity, 12. metabetonite interstratification.

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