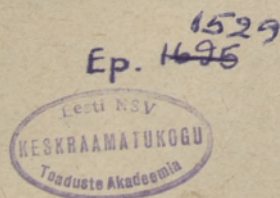


EESTI NSV TEADUSTE AKADEEMIA
АКАДЕМИЯ НАУК ЭСТОНСКОЙ ССР

GEOLOGIA INSTITUUDI
UURIMUSED

ТРУДЫ
ИНСТИТУТА ГЕОЛОГИИ
II



EESTI RIIKLIK KIRJASTUS
TALLINN 1958

К СТРАТИГРАФИИ НАБАЛАСКОГО ГОРИЗОНТА (F_1a) ВЕРХНЕГО ОРДОВИКА ЭСТОНСКОЙ ССР

Р. М. МЯННИЛЬ

Введение

Сааремыйзаский комплекс слоев (F_1), несмотря на обстоятельные, произведенные на выходах ордовика в течение нескольких десятилетий, исследования академика Ф. Б. Шмидта, оставался одной из наименее изученных частей нашего ордовика. Для иллюстрации укажем хотя бы на тот факт, что общая мощность сааремыйзаского «горизонта» до сороковых годов нашего века оценивалась в 15 м при действительной его мощности 75—85 м.

Сааремыйзаский комплекс под названием «Lyckholmsche Schicht» был выделен Ф. Б. Шмидтом еще в 1858 году. Уже тогда было отмечено, что эти слои состоят отчасти из известняков раквереского типа, а отчасти из желтоватых или синевато-серых мергелистых пород (Schmidt, 1858, стр. 52). В последующих работах Ф. Б. Шмидта (1881 и др.) рассматриваемые слои получают более определенную характеристику, в том числе и палеонтологическую. Весь комплекс F_1 подразделяется им на два горизонта: F_1a и F_1b . Нижний горизонт (F_1a) представлен светлым, плотным, богатым кремнеземом известняком, похожим на раквереский; он содержит мало кораллов. Верхний горизонт (F_1b) сложен серым, мергелистым известняком, местами содержащим в большом количестве кораллы.

Данная Ф. Б. Шмидтом схема расчленения сааремыйзаского комплекса на два горизонта была общепринятой до самого последнего времени, хотя и было обнаружено, что верхняя часть горизонта F_1b отличается от нижележащих слоев его присутствием характерной для нее формы гастропод — *Maclurea neritoides* (Eichw.) (Twenhofel, 1916).

Принятая в настоящее время схема расчленения сааремыйзаского комплекса была предложена в 1944 году В. Яануссоном (Jaanusson) в результате тщательных полевых исследований, произведенных им в течение нескольких лет (1939—1943 гг.) на выходах в западной части Эстонии. Предварительная обработка собранного богатого палеонтологического материала позволила В. Яануссону подразделить сааремыйзаский комплекс на следующие, довольно хорошо охарактеризованные горизонты и подгоризонты (сверху вниз):

пиргуский горизонт	пийрсалуский подгоризонт	F _{1cy}
	лохуский	F _{1cβ}
	нийбиский	F _{1ca}
вормсиский горизонт	ныммкюлаский	F _{1bβ}
	кыргесаареский	F _{1ba}
сауньяский горизонт	сауньяские слои	F _{1a}
	паэчнаские слои	F _{1a}

Сауньяский горизонт (F_{1a}) по В. Януссону (1944, 1956) характеризуется главным образом следующими формами: *Subulites gigas* Schm., *Hormotoma rudis* (Kok.), *Isoelus platyrhachis* (Steinh.), *Illaeus roemeri* Volb., *Illaeus angustifrons* Holm, *Illaeus mascei* Holm, *Tretaspis seticornis* (His.), *Vellamo verneuili* (Eichw.) и др.

Для вормсиского горизонта (F_{1b}) характерны: «*Orthis*» *lyckholmien-sis* Wys., *Dinorthis* (*Plaesiomys*) *solaris* (Buch), «*Rafinesquina*» *semipar-tita* (Roem.), *Strandoceras sphynx* (Schm.), *Heliolites parvistella* Roem., *Propora*, *Acantholithus*, *Syringophyllum*, *Kiaerophyllum* и др.

Для пиргусского горизонта (F_{1c}) характерным являются *Plectatrypa*, *Proheliolites dubius* (Schm.), *Rafinesquina pseudoalternata* (Schm.), *Mac-lurites neritoides* (Eichw.), *Fenestella*, *Trochiscolithus*, *Doleroides*, *Meris-tina? cassidea* (Dalman) и др. (Jaanusson, 1944, 1956).

Дальнейшие исследования в обнажениях подтвердили целесо-образность предложенной В. Януссоном схемы расчленения сааремый-заского комплекса. Тем не менее, новые наблюдения на выходах и изу-чение разрезов буровых скважин заставляют внести в схему В. Янус-сона некоторые коррективы и дополнения, особенно в отношении ниж-него члена этого комплекса — сауньяского горизонта. Этим корректи-вам и посвящена настоящая статья.

Сауньяский горизонт, согласно В. Януссону, складывается паэчна-скими и сауньяскими слоями. Первые представляют собой «фраг-мент некоторой более крупной стратиграфической единицы» и имеют мощность, равную всего-навсего 7—10 см. Синевато-серые мергелистые известняки, выделенные по данным В. Януссона (1944, стр. 93) А. Эпи-ком как самые низы сааремыйзаского комплекса, по представлениям В. Януссона (1944, стр. 95) залегают ниже его паэчнаских слоев, и он относил их еще к ракверескому горизонту (Е). Понятие сауньяского горизонта у В. Януссона, таким образом, по существу ограничивается лишь сауньяскими слоями, т. е. комплексом афанитовых пород, полу-чивших от А. Эпика (1937) название «саунья».

Нашими исследованиями выяснено, что паэчнаские слои В. Янус-сона являются не чем иным, как составной частью синевато-серых мер-гелистых известняков А. Эпика. Это позволяет распространить назва-ние «паэчна» на всю указанную толщу А. Эпика (Örik), которая, несо-мненно, представляет собой самостоятельную стратиграфическую еди-ницу.

Имея в виду, что под сауньяскими слоями как при введении этого термина (Örik, 1937, стр. 6 и 21), так и позже подразумевали всегда лишь толщу афанитовых известняков, по нашему мнению нецелесооб-разно этим же термином «саунья» обозначать и стратиграфическую единицу более высокого значения (горизонт), включающую, кроме соб-ственно сауньяских слоев, и стратиграфически самостоятельные паэчна-ские слои. Поэтому, оставляя для термина «саунья» его первоначаль-

ное стратиграфическое содержание, мы предлагаем для горизонта F_{га} новое название — «набала», по местности, где обнажаются как паэкнаские, так и сауньяские слои.

Для выделяемой нами впервые толщи мергелей мощностью до 14 м, залегающей на сауньяских или на паэкнаских слоях, предлагается название «тудулиннаские слои» (по с. Тудулинна Муствээского района). Эти слои, как и паэкнаские, и сауньяские ввиду неоднородности их границ, рассматриваются нами как стратиграфические единицы, но не имеющие хроностратиграфического значения. Вообще, в настоящей статье под «свитой» и «слоями» подразумеваются местные литостратиграфические, а под «горизонтом» и «подгоризонтом» — соответствующие им по объему хроностратиграфические единицы. Ограничиваясь этими предварительными замечаниями, переходим к более подробному изложению вопроса о стратиграфии паэкнаских, сауньяских и тудулиннаских слоев.

Паэкнаские слои

Синевато-серые мергелистые известняки — паэкнаские слои, — залегающие между раквереским горизонтом и афанитовыми сауньяскими слоями, впервые были обнаружены в тридцатых годах нашего века А. Эпиком в скважинах, пройденных в районе севернее Чудского озера.

Рассматриваемую толщу А. Эпик первоначально отождествлял с серыми мергелистыми известняками, обозначенными Ф. Б. Шмидтом F_гb. Это неправильное представление привело А. Эпика к ошибочному заключению о том, что сааремыйзаский комплекс состоит из нижних, мергелистых, и верхних, афанитовых, известняков (Örik, 1937, стр. 7). Только лишь позднейшее изучение разреза скважины Камарику показало, что сааремыйзаский комплекс складывается в основном тремя литологическими толщами: внизу мергелистыми, в средней части афанитовыми и сверху мергелистыми известняками (Jaanusson, 1944, стр. 93). Наши данные показывают, что строение рассматриваемого комплекса пород является в действительности еще более сложным.

Нижняя толща синевато-серых мергелистых известняков сааремыйзаского комплекса (паэкнаские слои), ввиду их очень плохой обнаженности, оставалась до самого последнего времени почти неизвестной. Это обусловлено тем, что рассматриваемые слои легко подвергаются выветриванию и эрозии и являются относительно водонепроницаемыми, вследствие чего на их выходах образуются понижения, сильно заболоченные и покрытые довольно мощными четвертичными отложениями.

В настоящее время обнажения паэкнаских слоев известны в окрестностях Набала, вблизи Кивилоо, у Верхнего Села на реке Нарве и на реке Плюссе вблизи г. Сланцы. Наиболее изученные обнажения находятся в районе Набала, в 10 км к югу от Таллина; к ним относятся Паэкнаская и Ныммеюлаская каменоломни.

Паэкнаская старая заброшенная каменоломня находится непосредственно к северу от дороги, ведущей от дер. Тывда к дер. Набала, и в 3,5 км к востоку от Раудалуского шоссе (Jaanusson, 1956, стр. 380, рис. 3 — квадратик возле названия «Паэкна»).

Здесь обнажаются следующие паэкнаские слои (сверху вниз):

- 4) 1,90 м — известняк светлый до светло-желтого, плотный, афанитовый с раковистым изломом;

- 3) 0,40 м — известняк светло-серый до синевато-серого, мелкозернистый, тонкослоистый, узловатый, с редкими тонкими прослойками мергеля;
- 2) 0,42 м — известняк светло-серый, плотный, афанитовый, с раковистым изломом;
- 1) 0,08 м — известняк серый со слабым коричневатым оттенком, плотный, афанитовый, с раковистым изломом.

Нижний слой афанитового известняка (1) этого разреза В. Януссон (1944) выделил как «паэкнаские слои», предполагая, что они залегают на нижних синевато-серых мергелистых известняках А. Эпика. Остальные слои данного разреза В. Януссон отнес к сауньяским слоям.

К настоящему времени выяснилось, что представление В. Януссона было ошибочным. Работами 1948 года в окрестностях Кохила установлено, что выход сауньяских слоев имеется в окрестности Метсакюла, т. е. в 4—5 км к югу от района Паэкна. В 4 км к северу от Паэкна, в окрестностях Лехтсе, известны уже обнажения кейлаского горизонта (D_{II}). Если теперь допустить, что в районе Паэкна выходят низы сауньяских слоев, как это предполагал В. Януссон, то в полосе выхода шириной около 4 км должны обнажаться вазалеммаские, раквереские и нижние, мергелистые известняки А. Эпика, общей мощностью 25—30 м; в то же время сауньяские слои мощностью 12 м заняли бы полосу шириной не менее 7 км. Это представляется крайне невероятным, учитывая довольно ровный рельеф местности. Поэтому можно с уверенностью сказать, что в Паэкнаской каменоломне обнажаются не низы сауньяских слоев, а самые нижние слои сааремыйзаского комплекса. Соответственно этому выход раквереского горизонта должен располагаться непосредственно к северу от этой каменоломни, а выход нижних мергелистых известняков А. Эпика — к югу от нее. О распространении последних здесь можно судить по понижениям местности со сплошными болотами, распространенными в районе между Ныммекюла — Куревере и Метсакюла.

Из фауны паэкнаских слоев, собранной в Паэкнаской каменоломне, пока определены следующие формы:

из нижнего слоя (1)

<i>Sowerbyella nabalana</i> Rõõmusoks, in coll.	<i>Holtedahlinia hadai</i> Rõõmusoks, in coll.
<i>Leptaena</i> cf. <i>wesenbergensis</i> Alich.	<i>Isotelus platyrhachis</i> (Steinh.)
<i>Leptaena schmidtii</i> (Gagel)	<i>Chasmops</i> cf. <i>wesenbergensis</i> Schm.
<i>Holtedahlinia paeknaensis</i> Rõõmusoks, in coll.	<i>Vellamo verneuili</i> (Eichw.)

из среднего комплекса (3)

<i>Sowerbyella nabalana</i> Rõõmusoks, in coll.	<i>Kenophyllum canaliferum</i> (Reim.)
	<i>Dalmanella wesenbergensis</i> Wysog.

из верхнего комплекса (4)

<i>Hormotoma insignis</i> (Kok.)	<i>Lophospira esthona</i> (Kok.)
<i>Subulites</i> cf. <i>enormis</i> Kok.	<i>Iliaenus angustifrons</i> Holm
<i>Salpingostoma dilatatum</i> (Kok.)	<i>Pharostoma pediloba</i> (Roem.)
<i>Paraphistoma suturale</i> (Kok.)	<i>Vellamo verneuili</i> (Eichw.)
<i>Lophospira aista</i> (Kok.)	<i>Dalmanella wesenbergensis</i> Wysog.

Ныммекулаская каменоломня находится на расстоянии около 500 м к юго-востоку от Паэкнаской каменоломни и расположена непосредственно к югу от дороги (Jaanusson, 1956, рис. 3 — треугольник возле названия «Паэкна»).

Здесь обнажаются следующие паэкнаские слои (сверху вниз):

- 4) 0,40 м — известняк желтовато-серый, афанитовый с раковистым изломом;
- 3) 0,50 м — известняк зеленовато-серый до желтовато-серого, мергелистый, узловатый;
- 2) 0,10 м — мергель зеленовато-серый;
- 1) 0,40 м — известняк зеленовато-серый, узловатый, с тонкими прослоями мергеля.

Обнаженные здесь слои, по-видимому, залегают в разрезе несколько выше слоев, обнажающихся в Паэкнаской каменоломне.

В Ныммекулаской каменоломне собрана богатая фауна гастропод, брахиопод, мшанок и др. Особенно богат фауной нижний, мергелистый комплекс слоев (слои 1—3), из которого определены:

<i>Dalmanella wesenbergensis</i> Wysog.	<i>Remopleurides</i> cf. <i>dalecarlicus</i> Warb.
<i>Nicolella oswaldi mediofida</i> Alich.	<i>Pharostoma pediloba</i> (Roem.)
<i>Boreadorthis</i> sp.	<i>Iliaenus angustifrons</i> Holm
<i>Platystrophia</i> n. sp. a	<i>Platylolbina orbiculata</i> Sarv, in litt.
<i>Platystrophia</i> n. sp. b	<i>Tetradella pulchra</i> Neckaja
<i>Rafinesquina</i> (<i>Playfairia</i>) cf. <i>subaequiclina</i> (Alich.)	<i>Tetradella jegorovi</i> Neckaja
<i>Strophomena virve</i> Rõõmusoks, in coll.	<i>Ceratopsis regalis</i> Neckaja
<i>Actinomena</i> n. sp.	<i>Disulcina perita</i> Sarv, in litt.
<i>Sampo</i> aff. <i>hiiuensis</i> Öpik	<i>Sigmobolbina dimorpha</i> Sarv, in litt.
<i>Ilmarinia sinuata</i> (Pahl.)	<i>Grewinkia anthelion punctata</i> Kaljo, in litt.
<i>Vellamo verneuili</i> (Eichw.)	<i>Kenophyllum canaliferum</i> (Reiman)
<i>Vellamo wesenbergensis</i> (Pahlen)	<i>Satpingostoma dilatatum</i> (Eichw.)
<i>Pseudolingula quadrata</i> (Eichw.)	<i>Megalomphala crassa</i> Kok.
<i>Chasmops</i> sp.	<i>Euomphalopterus carinifer</i> Kok.
<i>Conolichas eichwaldi</i> (Nieszk.)	<i>Holopea ampullacea</i> Eichw.

В верхнем комплексе слоев (4) определены:

<i>Sampo</i> aff. <i>hiiuensis</i> Öpik	<i>Dalmanella</i> cf. <i>wesenbergensis</i>
<i>Actinomena</i> n. sp.	Wysog.
<i>Vellamo verneuili</i> (Eichw.)	<i>Conolichas</i> cf. <i>eichwaldi</i> (Nieszk.)
	<i>Encrinurus</i> sp.

По сообщениям Д. Кальо и А. Рыымусокса, в 300 м к юго-западу от Ныммекулаской каменоломни находится небольшая закопушка, где вскрыты серые мергелистые известняки мощностью 0,60 м. Эти слои залегают в разрезе определенно выше слоев Ныммекулаской каменоломни. Здесь найдены:

<i>Sampo</i> aff. <i>hiiuensis</i> Öpik	<i>Pharostoma pediloba</i> (Roem.)
<i>Rafinesquina</i> (<i>Playfairia</i>) cf. <i>subaequiclina</i> (Alich.)	<i>Amphilichas holmi</i> (Schm.)
	<i>Encrinurus</i> sp?

На р. Нарве паэкнаские слои обнажаются на ее левом берегу, у северной окраины д. Верхнее Село (Пермискюла). По сообщениям Э. Марк, здесь обнажаются (сверху вниз):

2) 0,25 м — мергель желтовато-серый, с тонкими прослойками мергелистого известняка;

1) 0,20 м — известняк желтовато-серый до светло-серого, мергелистый, с тонкими прослойками желтовато-серого мергеля.

Из собранной фауны (коллекции Т. Хейнрихсона 1934 г., Х. Тедер 1951 г., Э. Марк 1956 г.) определены:

<i>Cliftonia</i> (<i>Oxoplectia</i>) aff. <i>perfecta</i> Cooper et Kindle	<i>Dalmanella wesenbergensis</i> Wysog.
<i>Sampo</i> aff. <i>hiuensis</i> Öpik	<i>Dalmanella estona</i> Wysog.
<i>Leptaena</i> cf. <i>wesenbergensis</i> Alich.	<i>Dalmanella ultima</i> Kõrvel, in coll.
<i>Rafinesquina</i> (<i>Rafinesquina</i>) cf. <i>semipartita</i> Roem.	<i>Dalmanella acuta</i> Kõrvel, in coll.
<i>Rafinesquina</i> (<i>Rafinesquina</i>) n. sp.	<i>Reetella rostra</i> Kõrvel, in coll.
<i>Strophomena virve</i> Rõõmusoks, in coll.	<i>Eunema</i> (<i>Trochonema</i>) <i>rupestre</i> (Eichw.)
<i>Actinomena</i> n. sp.	<i>Grewingkia anthelion</i> Dyb.
<i>Nicolella</i> of. <i>oswaldi</i> (Buch)	<i>Kenophyllum canaliferum</i> (Reiman)
« <i>Orthis</i> » <i>lyckholmiensis</i> Wysog.	<i>Brachyelasma</i> n. sp.
	<i>Chasmops eichwaldi</i> Schm.

На р. Плюссе, вблизи г. Сланцы, паэкнаские слои, согласно сборам Д. Кальо, А. Ораспыльд, А. Рымусокса и др. (1955 г.), содержат:

<i>Sowerbyella nabalana</i> Rõõmusoks, in coll.	<i>Dalmanella wesenbergensis</i> Wysog.
<i>Sampo</i> aff. <i>hiuensis</i> Öpik	<i>Porambonites wesenbergensis</i> Wysog.
<i>Rafinesquina</i> (<i>Playfairia</i>) cf. <i>subaequiclina</i> (Alich.)	<i>Pseudosphaerexochus</i> cf. <i>granulatus</i> Ang.
<i>Leptaena</i> cf. <i>wesenbergensis</i> Alich.	<i>Kenophyllum canaliferum</i> (Reim.)
<i>Cliftonia</i> (<i>Oxoplectia</i>) aff. <i>perfecta</i> Cooper et Kindle	

Из приведенных предварительных списков видно, что паэкнаские слои содержат еще довольно много фауны, характерной для раквереского горизонта, например: *Dalmanella wesenbergensis* Wysog., *Rafinesquina* (*Playfairia*) cf. *subaequiclina* (Alich.), *Vellamo wesenbergensis* (Pahl.), *Conolichas eichwaldi* (Nieszk.), *Pharostoma pediloba* (Roem.), *Disulcina perita* Sarv, in litt., *Ceratopsis regalis* Neckaja, *Cytherellina obliqua* Sarv, in litt.

К формам, характерным для сааремыйзаского комплекса, относятся: *Sampo* aff. *hiuensis* Öpik, *Ilmarinia sinuata* (Pahl.), *Pseudolingula quadrata* (Eichw.), *Leptaena schmidtii* Gagel, *Vellamo verneuli* (Eichw.), *Rafinesquina* (*Rafinesquina*) cf. *semipartita* Roem., *Nicolella oswaldi mediosida* Alich., «*Orthis*» *lyckholmiensis* Wysog., *Dalmanella estona* Wysog., *Cliftonia* (*Oxoplectia*) aff. *perfecta* Cooper et Kindle, *Iliaenus angustifrons* Holm, *Sigmobolbina dimorpha* Sarv, in litt., *Eunema* (*Trochonema*) *rupestre* (Eichw.) и другие. Эти формы преобладают. Их наличие говорит о происходившей в начале паэкнаского времени определенной иммиграции сааремыйзаской фауны, что заставляет отнести паэкнаские слои к сааремыйзаскому комплексу.

В паэкнаских слоях содержится ряд форм, которые не встречаются в ниже- и вышележащих слоях. К таким формам относятся, например, *Sowerbyella nabalana* Rõõmusoks, in coll., *Strophomena virve* Rõõmusoks, in coll., *Reetella rostra* Kõrvel, in coll., *Grewingkia anthelion punctata* Kaljo, in litt. Наличие указанных форм говорит о биостратиграфической самостоятельности паэкнаских слоев.

При этом весьма любопытно отметить, что фауна паэкнаских слоев довольно разнообразна в разных обнажениях. Это вытекает из того факта, что почти в каждом обнажении имеются наряду с общими формами и свои специфические формы. Так, например, *Sowerbyella nabalana* Rõõmusoks, in coll. найдена пока только внизу разреза Паэкнаской каменоломни и на р. Плюссе; *Ilmarinia sinuata* (Pahl.) — только внизу разреза Ныммекулаской каменоломни, *Reetella rostra* Kõrvel, in coll. — только в обнажении на р. Нарве; *Cliftonia* (*Oxoplectia*) aff. *perfecta* Cooper et Kindle — только в обнажениях на рр. Нарве и Плюссе. Такая дифференциация, по-видимому, обусловлена сложными фациальными условиями, господствовавшими во время накопления паэкнаских слоев (см. ниже).

В общем, состав фауны паэкнаских слоев изучен еще недостаточно. Дальнейшая обработка имеющихся сборов, а также новые сборы обещают дать еще много интересного в биостратиграфическом и палеоэкологическом отношении.

Много ценного для познания стратиграфии низов сааремыйзаского комплекса дали буровые скважины, пройденные в различных районах Эстонии (рис. 1).

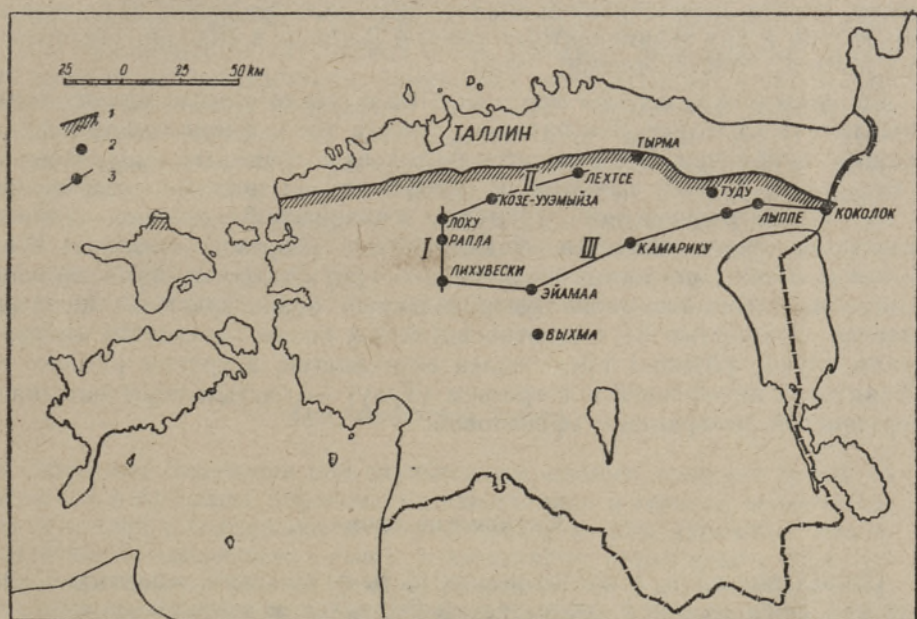


Рис. 1. Схема расположения буровых скважин и профилей.
1 — северная граница выхода набалаского горизонта; 2 — буровые скважины;
3 — линии разрезов.

На основании предварительного (макролитологического) изучения кернового материала нами составлены три схематичных разреза, хорошо иллюстрирующих общие черты строения низов сааремыйзаского комплекса в меридиональном (рис. 2, разрез I) и широтном (рис. 2, разрез II и III) направлениях.

Из разрезов видно, что паэкнаские слои (рис. 2, разрез II) имеют на рассматриваемой территории всеобщее распространение. Они, как правило, снизу и сверху ограничены толщами афанитовых известняков (рис. 2, слои «Р» и «С») и лишь в районах Эйамаа (Тюри) и Выхма,

ввиду отсутствия сауньяских слоев, контактируют наверху с тудулинскими мергелями (рис. 2, разрез III).

Мощность паэкнаских слоев на территории Эстонской ССР, по буровым данным, колеблется от 3 до 18 м. Вблизи их выхода, в районе между д. Лоху и р. Нарвой, их мощность довольно постоянна и колеблется от 12 до 18 м. К югу, однако, мощность заметно убывает и в районе Рапла составляет 5—8 м, у Камарику — 6 м, а в районе Муствээ — в среднем всего лишь 3 м.

Характерной чертой описываемой толщи паэкнаских слоев является довольно частое переслаивание серого мергелистого известняка со светло-серым афанитовым известняком; в некоторых местах (скважина Козе-Ууэмыйза) последний компонент даже преобладает над мергелистыми известняками. Местами в составе толщи значительную роль играет, кроме того, серый кристаллический известняк (скважины Лихувески, Рапла, Камарику).

Итак, паэкнаские слои не представляют собой литологически однородной толщи пород. Наблюдаемое в разрезе чередование мергелистых известняков с афанитовыми известняками представляет собой ни что иное как зубчатое сцепление (*interfingering*) двух одновозрастных литофаций. Кстати, переслаивание аналогичных литологических компонентов характерно и для эквивалентных слоев в Даларне в Швеции (Jaanusson and Martna, 1948; Jaanusson, 1953).

Границы между серыми мергелистыми и светло-серыми афанитовыми известняками следует, как правило, считать чисто фациальными, скользящими по времени. Это относится не только к границам, приуроченным к отдельным линзам афанитовой литофации, но местами, несомненно, и к стратиграфическим границам паэкнаской толщи. Доказательством этому является сопоставление разрезов скважин Туду, Тыкке и Лыппе, расположенных близко друг от друга. Здесь, судя по мощности слоев, несомненно установленный одновозрастный интервал разреза, мощностью 3—4 м, относящийся к низам паэкнаских слоев, в одном случае (Лыппе) представлен мергелистой, в другом (Тыкке) — афанитовой литофацией и в третьем (Туду) — частым переслаиванием мергелистой литофации с афанитовой.

Сауньяские слои

Сауньяские слои, в противоположность паэкнаским, известны с давних пор. Впервые они были выделены Эйхвальдом в 1854 году.

Сауньяские слои обнажаются в многочисленных каменоломнях (например, в Одулема, Саунья (Керну), Сутлема, Тырма вблизи Тапа) и в естественных обнажениях (Турвасте, рр. Куйвайые, Пийлсе, Плюсса и др.). В ряде пунктов (Турвасте, Мынусте, Сутлема, Куйвайые) на выходах обнажается контакт сауньяских слоев с вышележащими вормисскими.

Рассматриваемые слои литологически представлены довольно однообразной толщей афанитовых известняков, светлых до желтовато-серых, нередко с синевато-серыми разводами. Местами сауньяские известняки подверглись частичной (Одулема, Саунья, Камарику) или полной (Туду, Муствээ, р. Плюсса) доломитизации.

Фауна сауньяских известняков изучена довольно хорошо. Наиболее типичными представителями ее являются:

Isotelus platyrhachis (Steinh.)
Illaenus angustifrons Holm
Illaenus mascei Holm
Sphaerexochus angustifrons Ang.
Remopleurides emarginata Törnq.
Amphilichas lineatus (Ang.)
Ischyrina schmidtii Teich.
Vellamo verneuili (Eichw.)
Vellamo leigeri Öpik
Platystrophia n. sp.
Boreadorthis recula aequivalvata
 Öpik

Sampo hiiuensis Öpik
Leptaena schmidtii (Gagel)
Subulites enormis Kok.
Subulites gigas (Eichw.)
Hormotoma rudis (Kok.)
Ectomaria kirnaensis Kok.
Codoceras schmidtii Teich.
Leperditella globosa Sarv, in litt.
Ulrichia tapaensis Sarv, in litt.
Steusloffina cuneata (Steusl.)
Grewingkia anthelion Dyb.
Kenophyllum subcylindricum Dyb.

Мощность сауньяских слоев в местах, непосредственно примыкающих к полосе выхода, по данным бурения колеблется от 12 до 22 м и в общем увеличивается к востоку (рис. 2). К югу, в западной и средней части Эстонской ССР, мощность сауньяских слоев быстро убывает и равна в районе Рапла лишь 4,5—5,5 м; в разрезах скважин Эйамаа и Выхма эти слои отсутствуют. В восточной части Эстонской ССР, в районе Муствээ, мощность рассматриваемых слоев достигает 15—20 м.

Сопоставление разрезов скважин Лоху, Рапла и Лихувески показывает, что выклинивание сауньяских слоев в южном направлении происходит за счет их фацального замещения известняками вормсиского типа и тудулинскими мергелями. Замещение сауньяских известняков тудулинскими мергелями наблюдается и в районе дер. Туду—г. Муствээ (восточная часть республики). Здесь в разрезе одной скважины, расположенной вблизи с. Тыкке, суммарная мощность паэксаких и сауньяских слоев равна 32 м, а в разрезе скважины, расположенной в 20 км к югу от первой, — лишь 18 м. Такое значительное уменьшение мощности на небольшом расстоянии может быть объяснено в наших условиях лишь неоднородностью верхней литологической границы сауньяских слоев.

Тудулинские слои

В скважине Лихувески над сауньяскими слоями залегает довольно мощная (14,4 м) толща мергелистых известняков и темных, зеленовато-серых мергелей с содержанием глауконита. Эти слои являются, несомненно, отчасти одновозрастными с известняками вормсиского типа, отчасти с сауньяскими слоями (рис. 2, разрез I, скв. Рапла и скв. Лоху).

В скважине Лихувески в толще темных мергелей обнаружены:

Porambonites gigas Schm.
Heliocrinites n. sp.
Triplesia insularis (Eichw.)
Illaenus roemeri Volb.

Chasmops eichwaldi Schm.
Vellamo verneuili (Eichw.)
Cystoidea sp. (n. gen.?)

Хотя присутствие среди перечисленных форм *Porambonites gigas* Schm. и *Triplesia insularis* (Eichw.) указывает на генетическое родство этих мергелей с вормсискими известняками, но наличие своеобразных представителей цистоидей и практическое отсутствие кораллов говорит в то же время о возможной их стратиграфической самостоятельности. Последняя особенно подчеркивается своеобразным литологическим характером, резко отличающим их от ниже- и вышележащих известняков.

Распространение мергелей не ограничивается районом скважины Лихувески. Они хорошо прослеживаются также в скважине Камарику, где впервые были выделены доцентом Э. Мэльсом, и, по данным Э. Юргенсон, — в скважине Эйамаа. Однако наиболее развиты они в районе Тудулинна и Муствэа, где, по буровым данным, их мощность колеблется от 8 до 16 м. В окрестности Тудулинна рассматриваемые мергели выходят на поверхность, и здесь имеются их единственно известные нам обнажения в виде временных закопшек, которые изучались недавно Х. Тедер, обнаружившей здесь массовые скопления *Helicri-*
nites n. sp.

В разрезах скважин Рапла, Лоху, Лехтсе и Выхма тудулиннаские слои отсутствуют; здесь они замещены, как уже сказано, отчасти вормисскими, отчасти же сауньяскими слоями.

О набаласком горизонте и его подразделениях

Исходя из определений Н. А. Головкинского (1869), при детальных исследованиях под хронологическим горизонтом следует понимать лишь такой комплекс слоев, границы которого с ниже- и вышележащими слоями являются одновозрастными. В соответствии с этим совокупность паэкнаских и сауньяских слоев в рассматриваемом выше смысле и объеме не является горизонтом, ибо их границы с ниже- и вышележащими слоями несомненно разновозрастны. Такой комплекс можно поэтому рассматривать лишь как набаласкую свиту (*kihistu* *, formation).

Итак, набалаская свита, по нашему определению, — это совокупность паэкнаских и сауньяских слоев. Границами свиты являются: нижней — верхняя граница афанитовых известняков раквереской свиты; верхней — верхняя граница сауньяских афанитовых известняков, а там, где последние отсутствуют, — верхняя граница паэкнаских слоев (рис. 2). При указанных границах мощность набалаской свиты на изученной территории колеблется от 17 до 32 м.

Набалаская свита, как и ее составные части, представляет собой самостоятельный комплекс пород с определенными литологическими и палеонтологическими признаками. Такой комплекс, по-нашему, не следует рассматривать как временную («рабочую») стратиграфическую единицу, ибо он является естественным геологическим телом и никогда не теряет своего значения для практики. Однако стратиграфические единицы, подобные набалаской свите, для целей точных корреляционных и палеографических построений совершенно непригодны. Для этого необходимо пользоваться толщами, имеющими хроностратиграфическое значение. Таковыми являются горизонты (*lade* **, stage) и подгоризонты (*võõ* **, substage).

Понятие хронологического горизонта бессмысленно без эталонного разреза с точными нижней и верхней его границами, так как лишь только они определяют время образования горизонта.

Для набалаского горизонта, как и для большинства других горизонтов прибалтийского древнего палеозоя, полный стратотип (эталонный разрез с фиксированными границами) окончательно еще не установлен, так как стратиграфия этих слоев изучена недостаточно.

* Эстонский термин, предложенный академиком К. К. Орвику.

** Эстонские термины «*lade*» и «*võõ*», введенные профессором Х. Беккером в начале двадцатых годов, прочно вошли в эстонскую геологическую литературу как хроностратиграфические подразделения региональной шкалы.

РАЗРЕЗ I

РАЗРЕЗ II

РАЗРЕЗ III

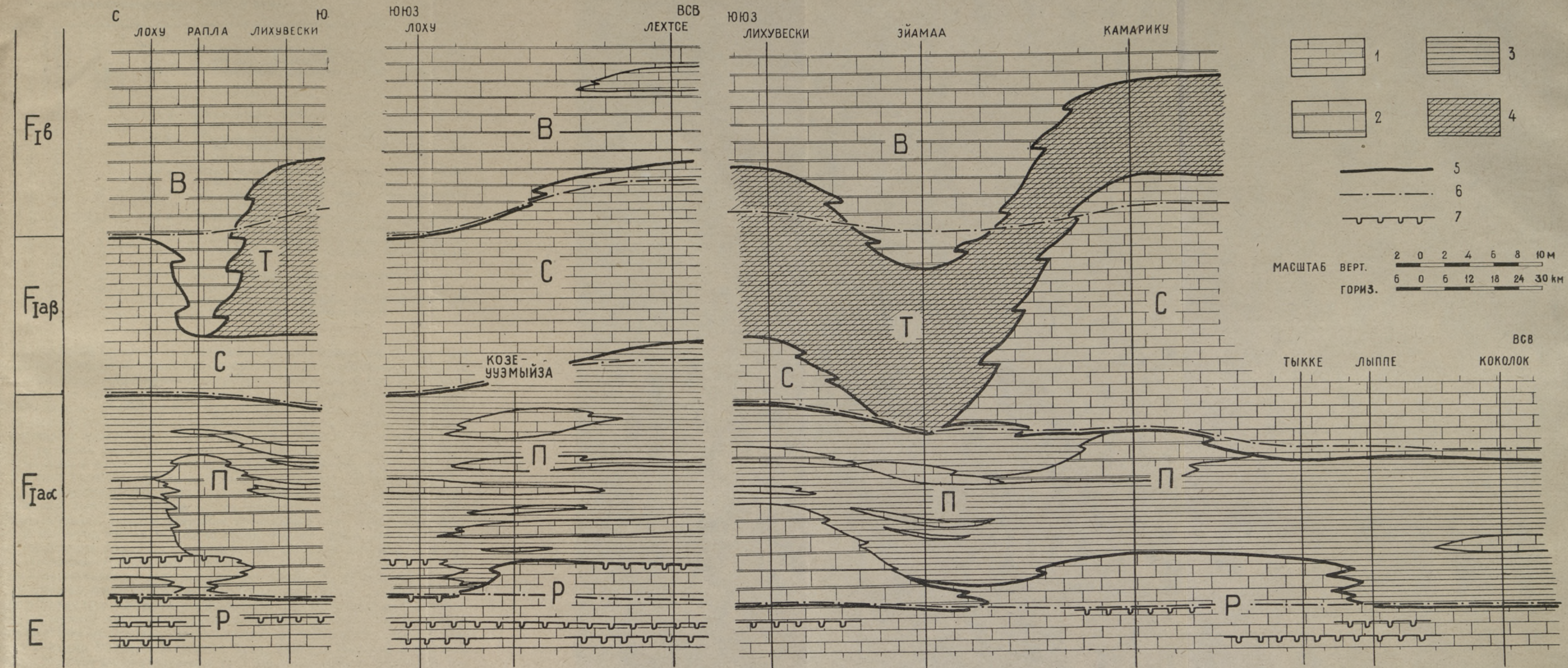


Рис. 2. Схематические разрезы набалаского горизонта в Эстонской ССР. 1 — афанитовые известняки светло-серые с раковистым изломом, реже доломиты (= афанитная литофация); 2 — известняки синевато-серые с малым содержанием терригенного компонента (= известковая литофация); 3 — мергелистые известняки серые (= мергелистая литофация); 4 — мергели и мергелистые известняки, серые (= литофация мергелей); 5 — границы слоев и свит; 6 — предполагаемые границы горизонтов и подгоризонтов; 7 — поверхности размывов и перерывы. Р — раквереские слои; П — пазкнаские слои; С — сауньяские слои; Т — тудулинские слои; В — вормсиские слои; Е — раквереский горизонт; F_{1aδ} — пазкнаский подгоризонт; F_{1aβ} — сауньяский подгоризонт; F_{1b} — вормсиский горизонт.

В качестве предварительного стратотипа для набалаского горизонта автором в 1949 году был предложен разрез скважины Лоху в интервале от 53,0 до 81,7 м.

Ниже приводится краткая макролитологическая характеристика этого стратотипичного интервала (сверху вниз).

набалаский горизонт 28,99 м	сауныяский подгоризонт 12,29 м	сауныяские слои	12,29 м	Известняки светло-серые, плотные, микрокристаллические (афанитовые), с раковистым изломом, с крупными разводами синевато-серого цвета
	паэчнаский подгоризонт 16,70 м	паэчнаские слои	3,87 м 1,52 м 1,58 м 1,04 м 5,42 м 1,24 м 1,73 м	Мергелистые известняки синевато-серые, узловатые, с частыми прослоями мергелей Мергелистые известняки синевато-серые, узловатые, с большим содержанием терригенного компонента Мергелистые известняки синевато-серые, узловатые, с частыми прослоями мергелей Известняки серые, плотные, микрокристаллические, с раковистым изломом Известняки серые, узловатые, с частыми прослоями серых мергелистых известняков или мергелей; в 0,12 и 0,74 м выше нижней границы имеются поверхности перерыва (Diskontinuitätsfläche) * Известняки афанитовые, светло-серые, плотные, с раковистым изломом Известняки синевато-серые, различной плотности, местами с раковистым изломом

Набалаский горизонт по аналогии с другими горизонтами ордовика и силура Прибалтики может быть подразделен на подгоризонты. Последние могут быть установлены в разрезе скважины Лоху, где паэчнаские и сауныяские слои выражены типично в следующих интервалах: паэчнаские слои — от 65,3 до 81,7 м; сауныяские слои — от 53,0 до 65,3 м.

В разрезе скважины Лоху границы набалаского горизонта совпадают с границами набалаской свиты. Установить границы набалаского горизонта (а также его подразделений) в удаленных от скв. Лоху районах можно лишь в результате точной хронологической корреляции, так как возрастные границы горизонта обычно не совпадают с границами слоев, т. е. с литологическими и палеонтологическими. По изученным нами скважинам, ввиду отсутствия других критериев (литологических, палеонтологических), такая корреляция произведена пока лишь ориентировочно, учитывая только мощности слоев. Тем не менее, уже такая грубая корреляция позволяет с определенной степенью вероятности наметить возможные границы подгоризонтов и сделать предварительные выводы о литологическом и фаунистическом характере последних.

В районах скважин Рапла, Козе-Ууэмыйза, Лехтсе, Тярма, Камарику и Тыкке нижняя граница набалаского горизонта проходит, по-видимому, в верхней части раквереских слоев (рис. 2). Эта граница здесь литологически не выражена и установлена поэтому пока условно. В разрезах скважин Эйамаа, Лихувески, Туду, Тыкке и Коколок, а также в районе Муствээ рассматриваемая граница, по-видимому, более или менее совпадает с нижней границей паэчнаских слоев. Синхронность про-

* Эти поверхности в общем аналогичны поверхностям, подробно описанным К. К. Орвику (Orviku, 1940) из отложений низов среднего ордовика Эстонии.

веденной границы устанавливается здесь наличием сближенных поверхностей перерыва, которые выдерживаются на значительной площади и являются одновозрастными. Палеонтологических подтверждений к проведению границы в указанном виде пока нет.

В соответствии с вышеизложенным самые низы паэкнаского подгоризонта на преобладающей площади центральной Эстонии представлены афанитовой литофацией раквереских слоев, причем мергелистая литофация и известковая литофация вормсиского типа паэкнаских слоев распространены лишь на ограниченных площадях — в районе Эямаа, Лихувески, Лоху и Лыппе-Коколока.

Остальная часть паэкнаского подгоризонта сложена охарактеризованными выше паэкнаскими слоями, а именно преимущественно узловатыми мергелистыми известняками, местами (районы Козе, Лехтсе и Эямаа) включающими маломощные (0,5—2 м) линзы афанитового известняка; местами же паэкнаский подгоризонт представлен частично серым, узловатым, бедным глинистым материалом известняком (районы Рапла, Лихувески, Камарику) (рис. 2).

Можно предполагать, что верхняя граница паэкнаского подгоризонта на преобладающей площади (за исключением, может быть, лишь окрестностей Тыкке — Лыппе — Коколок и Муствээ) совпадает с верхней границей паэкнаских слоев.

В рассмотренных границах мощность паэкнаского подгоризонта колеблется от 10 до 20 м.

Сауньяский подгоризонт, согласно нашим представлениям, складывается полностью толщей афанитовых известняков (т. е. сауньяскими слоями) только в районах Лоху — Лехтсе (рис. 2, разрез II) и Камарику — Тыкке — Коколок (рис. 2, разрез III). В районе Рапла верхняя часть подгоризонта сложена узловатым известняком вормсиского типа (т. е. вормсискими слоями), а в районе Лихувески — тудулиннаскими мергелями (рис. 2, разрез I). В районе Эямаа, как уже было отмечено выше, сауньяские слои отсутствуют полностью, и почти весь разрез сауньяского подгоризонта сложен здесь, по-видимому, тудулиннаскими слоями. Нормальная мощность всего сааремыйзаского комплекса в скважине Эямаа и отсутствие в ее разрезе каких-либо признаков размыва дают основания предполагать о наличии здесь сауньяского подгоризонта в полной его мощности.

Указать расположение верхней границы сауньяского подгоризонта в различных местах, ввиду отсутствия соответствующих для этого критериев, пока очень трудно. Эта граница показана нами на рис. 2 условно, с тем чтобы подчеркнуть, что она не совпадает с границами охарактеризованных выше слоев; в конце набалаского времени на рассматриваемой территории одновременно сосуществовали три основные литофации: афанитовая, мергельная и известняковая.

Мощность сауньяского подгоризонта равна, по-видимому, 12—16 м; общая мощность набалаского горизонта — 28—35 м.

Наши знания о фауне набалаского горизонта и его подразделений, ввиду отсутствия палеонтологически охарактеризованных разрезов буровых скважин, пока ограничиваются данными, приведенными выше при рассмотрении паэкнаских и сауньяских слоев. При этом необходимо отметить, что известная нам фауна паэкнаского подгоризонта собрана главным образом из мергелистой литофации, а фауна афанитовой литофации вообще почти не изучена. Из сауньяского подгоризонта хорошо изучена фауна афанитовой литофации сауньяских слоев, в то время как фауна тудулиннаских мергелей вообще еще не изучалась. Ввиду всего этого в настоящее время еще нельзя выделить типичную фауну для от-

дельных подгоризонтов на более или менее значительной площади их развития.

Фауна, характерная в целом для набалаского горизонта, т. е. встречаемая и в нижнем, и в верхнем его подгоризонте, очень малочисленна. Сюда относятся в первую очередь формы, которые встречаются не только в набаласком горизонте, но и в вышележащих горизонтах: *Isotelus platyrhachis* (Steinh.), *Vellamo verneuili* (Eichw.) *Subulites enormis* Kok. и др. Лишь *Leptaena schmidtii* Gagel, *Kenophyllum canaliferum* (Reim.) и *Tetradella pulchra* Neeskaja найдены только в обоих подгоризонтах набалаского горизонта. Это обстоятельство, несомненно, обусловлено большими фациальными, а не возрастными различиями между паэкнаским и сауньяским подгоризонтами. В пользу этого говорит также и наличие в паэкнаском подгоризонте (в его мергелях) ряда форм [*Ilmarinia sinuata* (Pahl.), «*Orthis*» *lyckholmiensis* Wysog., *Cliftonia* (*Oxoplecia*) aff. *perfecta* Cooper et Kindle и др.], которые встречаются в вормси-ском горизонте, но отсутствуют в сауньяских слоях.

Изменения фациальных условий набалаского времени, несомненно, влияли на распространение и формирование фауны. К сожалению, недостаток палеонтологического материала пока еще не позволяет судить ни о степени такого влияния, ни о его значении. Однако нет сомнения, что каждая из указанных литофаций рассмотренных слоев (мергели, афанитовые известняки, мергелистые известняки, известняки вормси-ского типа) характеризуется определенным экологическим типом фауны, а также, по-видимому, определенным ее видовым составом.

Институт геологии
Академии наук Эстонской ССР

ЛИТЕРАТУРА

- Головкинский Н. А. О пермской формации в центральной части Камско-Волжского бассейна. «Материалы для геологии России». I. 1868.
- Jaanusson, V. Übersicht der Stratigraphie der Lyckholm-Komplexstufe. Bull. Comm. Geol. Finl., 132, 1944.
- Jaanusson, V., Martina, J. A Section from the Upper Chasmops Series to the Tretaspis-Series at Fjäckä Rivulet in the Siljan Area. Bull. Geol. Inst. Uppsala, Vol. XXXII, No. 9, 1948.
- Jaanusson, V. Über die Fauna der oberordovizischen Slandrom Kalksteines im Siljan Gebiet, Dalarna. Geol. Fören. Förhandl., Bd. 75, H. 1, 1953.
- Jaanusson, V. Untersuchungen über den oberordovizischen Lyckholm-Stufenkomplex in Estland. Bull. Geol. Inst. Uppsala, Vol. XXXVI, pt. 4, 1956.
- Orviku, K. Lithologie der Tallinna-Serie I. Acta et Commentationes Universitatis Tartuensis. A XXXVI, 1940.
- Schmidt, Fr. Untersuchungen über die Silurische Formation von Ehstland, Nord-Livland und Oesel. Archiv f. Naturk. Liv-, Ehst- u. Kurlands. I Ser., Bd. II, Dorpat (Tartu) 1858.
- Schmidt, Fr. Revision der ostbaltischen silurischen Trilobiten. I Mém. de l'Acad. Imp. Sc. St.-Pétersbourg, VII, 1881.
- Twenhofel, W. The Silurian and High Ordovician Strata of Estonia. Bull. Mus. Comp. Zool., 56, Cambridge, Mass., 1916.
- Õpik, A. Läänemaa geoloogia. Aluspõhi. Tartu Ülikooli Geoloogia-Instituudi Toimetused, nr. 51, Tartu 1937.

NABALA LADEME (F_{1a}) STRATIGRAAFIAST EESTI NSV-s

R. MÄNNIL

Resümee

Artiklis esitatakse Saaremõisa kompleksi alumise osa stratigraafia kohta uusi andmeid, mis on saadud paljandite ja puurprofiilide uurimisest. Saaremõisa kompleksi alumist ladet soovitatakse nimetada nabala lademeks, sest

senise nimetuse — saunja — kasutamist kahes tähenduses (vöö ja lademe tähenduses) ei saa lugeda õigeks.

Artiklis tehakse vahet kohalike litostratigaraafiliste (kihistik, kihistu) ja kohalike ajalise-stratigraafiliste (vöö, lade) üksuste vahel. Esimesed kujutavad endast autori järgi metakroonsete piiridega looduslikke kihikomplekse, teised aga kihikomplekse, mis vastavad teatud kindlale ajavahemikule ja millel peavad seega olema sünkroonsed piirid.

Lähemalt käsitletakse artiklis paekna, saunja ja tudulinna kihistikke. Paekna kihistikuna vaadeldakse rakvere ja saunja afaniitsete lubjakivide vahel lasuvat, põhiliselt sinakashallidest merglilistest lubjakividest koosnevat 3—18 m paksust kihtidekompleksi. Saunja kihistikuna käsitletakse eelmisel lasuvaid valkjaid afaniitseid 0—22 m paksusi lubjakive ja dolomiite. Tudulinna kihistikuna tõstetakse esile osalt paekna, osalt saunja kihistikul lasuvad 0—16 m paksused tumedad rohekashallid glaukoniiti sisaldavad merglid ja merglilised lubjakivid. Paekna ja saunja kihistik ühendatakse nabala kihistuks, mille paksus kõigub uuritud alal 17—32 m.

Nabala lademe tüüprofiilina vaadeldakse Lohu puurauku sügavusel 53,0—81,7 m, mis kujutab endast nabala kihistu tüüpilist läbilõiget. Nabala lademenähtena käsitletakse kõiki sellele tüüprofiilile ajaliselt vastavaid kihte, mille hulka loetakse ülemine osa rakvere kihistikust (kohati), paekna kihistik, saunja kihistik (valdavalt), tudulinna kihistik (kohati) ja osa vormsi kihistikust (kohati).

Nabala lade liigestatakse paekna ja saunja vööks, millest esimene jämedates joontes vastab paekna, teine saunja kihistikule. Paekna vöö paksust hinnatakse puurimiste andmeil 10—20 m, saunja vöö paksust 12—16 m. Nabala lademe kogupaksus on tavaliselt 28—35 m.

*Eesti NSV Teaduste Akadeemia
Geoloogia Instituut*

ZUR STRATIGRAPHIE DER OBERORDOVIZISCHEN NABALA-STUFE (F_{1a}) IN ESTLAND

R. MÄNNIL

Zusammenfassung

Im vorliegenden Artikel werden die vorläufigen Resultate der Untersuchungen über die Stratigraphie des untersten Teiles des Saaremäisa (Lyckholm-) Stufenkomplexes gegeben. Es wird der Vorschlag gemacht, die unterste Stufe des Komplexes als Nabala-Stufe zu bezeichnen, weil der Ortsname Saunja [von V. Jaanusson (1944) als Bezeichnung der Stufe vorgeschlagen] nach der Priorität von A. Öpik (1937) und aus anderen Gründen nur als Benennung der Zone gelten soll.

Der Verfasser unterscheidet zwei Reihen von lokalen stratigraphischen Einheiten, von denen er die lithostratigraphischen als «Schichten» (estnisch: kihistik, russisch: слой) und «Schichtengruppe» (estn.: kihistu, russ.: свита), die chronostratigraphischen (time-rock units) als «Zone» (estn.: vöö, russ.: подгоризонт) und «Stufe» (estn.: lade, russ.: горизонт) bezeichnet.

Eingehender werden die Paekna-, Saunja- und Tudulinna-Schichten behandelt. Als Paekna-Schichten werden die «untersten mergeligen Kalksteine» von A. Öpik (s. V. Jaanusson, 1944) und die «Paekna-Schichten» von V. Jaanusson (1944) zusammengefasst, wobei die letzteren als Teil der ersteren betrachtet werden. Die Mächtigkeit der Paekna-Schichten

schwankt in Nord-Estland zwischen 3 und 18 m. Die Saunja-Schichten werden im Sinne von A. Öpik (1937) und V. Jaanusson (1944, 1956) behandelt. Die Mächtigkeit dieser Schichten wird 0—22 m angegeben. In südlicher Richtung keilen die Saunja-Schichten aus. Als Tudulinna-Schichten werden dunkle grünlichgraue Mergel und mergelige Kalksteine bezeichnet, die stellenweise auf den Paekna-Schichten, stellenweise aber (in Nord-Estland) auf den Saunja-Schichten lagern. Die Tudulinna-Schichten sind nur stellenweise ausgebildet, wobei ihre Mächtigkeit 16 m beträgt.

Die Paekna- und Saunja-Schichten werden zusammen als Nabala-Schichtengruppe behandelt. Die Mächtigkeit der letzteren schwankt in Nord-Estland zwischen 17 und 32 m.

Als Typprofil der Nabala-Stufe wird das Intervall von 53.04 bis 81.73 m des Bohrloches von Lohu angesehen, weil es das typische Profil der Nabala-Schichtengruppe darstellt. Als Nabala-Stufe werden alle diejenigen Schichten behandelt, die dem Typprofil synchron sind. Zu der Nabala-Stufe sind nach dem Verfasser folgende Schichten (bezw. ihre Teile) zu rechnen: der allerobere Teil der Rakwere-Schichten (nur stellenweise), die Paekna-Schichten, die Saunja-Schichten (überwiegend), ein Teil der Tudulinna-Schichten (stellenweise) und auch ein Teil der Wormsi-Schichten (stellenweise).

Die Nabala-Stufe wird in die untere Paekna-Zone und die obere Saunja-Zone eingeteilt, wobei die erstere im allgemeinen den Paekna-Schichten, die letztere den Saunja-Schichten entspricht. Die Mächtigkeit der Paekna-Zone wird auf 10 bis 20 m, die der Saunja-Zone auf 12 bis 16 m, und die gesamte Mächtigkeit der Nabala-Stufe meist auf 28 bis 35 m geschätzt.

*Institut für Geologie
der Akademie der Wissenschaften der Estnischen SSR*