

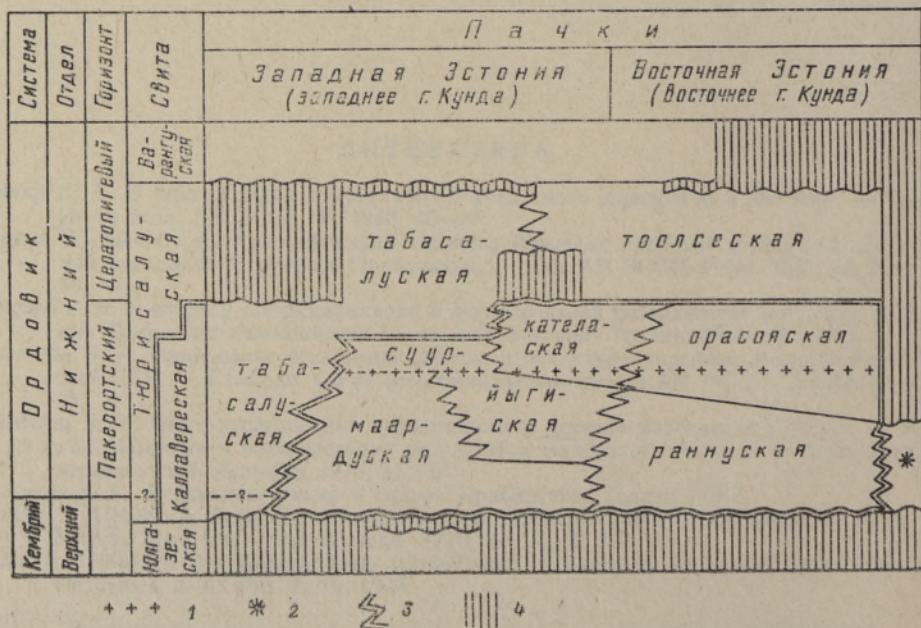
УДК 551.733.11(474.2)

Хельо ХЕЙНСАЛУ

### ЛИТОСТРАТИГРАФИЧЕСКОЕ РАСЧЛЕНЕНИЕ ТРЕМАДОКСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ СЕВЕРНОЙ ЭСТОНИИ

В тремадокских отложениях Северной Эстонии литологически четко выделяются три различных типа пород: оболочные песчаники, граптолитовые аргиллиты (диктионемовые сланцы) и плотные зеленовато-серые глауконитсодержащие глины. Соответственно этому в настоящее время в тремадоке выделяются три свиты (снизу вверх): 1) каллавереская, объединяющая оболочные песчаники, 2) тюрисалуская — граптолитовые аргиллиты и 3) варангуская — глауконитсодержащие глины (Решения..., 1978; Хейнсалю, 1981). Все они относятся к двум региональным подразделениям — пакерортскому и цератопигевому горизонтам (таблица). Общая мощность тремадокских отложений по разрезам обнажений на Северо-Эстонском глинте колеблется от 2,3 до 9,3 м. К настоящему времени максимальная мощность тремадокских отложений известна в скв. Арду — 25,3 м.

Выделяемые в тремадоке свиты характеризуются изменчивостью литологического строения как в вертикальном, так и горизонтальном направлениях. Больше всего это касается толщи оболочных песчаников. Поэтому понятно, что в ходе изучения этих отложений разными исследователями предлагались различные варианты внутреннего расчленения



Литостратиграфическая схема расчленения тремадокских отложений Северной Эстонии. 1 — основание зоны *Cordylodus angulatus* — *C. rotundatus*, 2 — оболочные песчаники в окрестностях г. Нарвы отнесены к тосненской свите (схемы Ленинградской области), 3 — граница каллавереской свиты, 4 — отложения отсутствуют.

этой толщи. Первое, частично лито-, частично биостратиграфическое расчленение оболовых песчаников было проведено А. Эпиком (Õrik, 1929). Через три десятилетия К. К. Мююрисеппом предложена следующая, принципиально сходная схема расчленения отложений пакерортского горизонта (Мююрисепп, 1958а, б, 1960).

Несколько по-другому, с позиций цикличности строения, подходили к расчленению пакерортских отложений Т. Н. Давыдова и Ц. Л. Гольдштейн (1960). Дальнейшей разработкой их схемы являлась литостратиграфическая схема А. Лоога (Loog, 1964), дополненная и уточненная в совместных работах с Э. Кивимяги (Лоог, Кивимяги, 1968).

В настоящее время Л. Е. Попов и К. К. Хазанович (1985) предлагают расчленить рассматриваемую толщу (снизу вверх) на тситрескую, маардускую и лахемааскую свиты. Маардуская свита подразделена на маардускую и суурйыгискую пачки, а лахемааская свита — на вихуласкую, орасояскую и тюрисалускую.

Проведенные за последние 10—15 лет исследования тремадокских отложений Эстонии (Кальо, Кивимяги, 1970, 1976; Кальо, 1974; Вийра, Кивимяги, Лоог, 1970; Фосфатоносные отложения ..., 1979; Хейнсалу, 1981; Раудсеп, 1984; Боровко, Сергеева, 1985; Попов, Хазанович, 1985) и полученные данные по скважинам значительно расширили наши знания по этой толще. Анализ и обобщение накопленной за эти годы информации позволяют дополнить и схему расчленения тремадокских отложений на уровне пачек.

Некоторой отличительной чертой излагаемой ниже схемы является выделение разных пачек на западе и востоке Северной Эстонии (примерно западнее и восточнее г. Кунда). По мнению автора, это вызвано необходимостью отражения различий в ходе тремадокского осадконакопления на этих территориях. На различия в полноте разрезов и в мощностях рассматриваемых отложений в обнажениях глинта западной и восточной частей Северной Эстонии обращали внимание и все предыдущие исследователи (Õrik, 1929; Мююрисепп, 1958а, б; Давыдова, Гольдштейн, 1960; Лоог, Кивимяги, 1968). Это привело их к принципиально различному сопоставлению оболовых песчаников Северной Эстонии: А. Эпик и К. Мююрисепп коррелировали «оболовый конгломерат» с «оболовым конгломератом», а Т. Н. Давыдова, Ц. Л. Гольдштейн (1960), А. Лоог, Э. Кивимяги (1968) и Л. Е. Попов, К. К. Хазанович (1985) — детритовый песчаник верхов оболовой толщи западной части с «оболовым конгломератом» низов оболовых песчаников восточной части Северной Эстонии.

Отложения каллавереской и тюрисалуской свит распространены по всей Северной Эстонии, а варангуской — только местами (рис. 1). Как доказано изучением граптолитов и конодонтов, границы свит метакронны (Кальо, Кивимяги, 1970, 1976; Кальо, 1974; Kaljo и др., 1986).

Каллавереская свита имеет в верхней части пакерортский возраст, ее низы по конодонтам местами древнее основания зоны *Cordylodus proavus* (Kaljo и др., 1986; Хейнсалу и др., 1987). На этом основании нижнюю часть каллавереской свиты можно отнести к верхнему кембрию. Тюрисалуская свита также разновозрастная: в западной части она относится к пакерортскому, а начиная с района Хальяла—Вихула и восточнее — к цератопигевому горизонту. По предварительным данным изучения граптолитов (Д. Кальо) можно предполагать, что, по крайней мере местами, к цератопигевому горизонту может относиться и верхняя часть тюрисалуской свиты западнее пос. Хальяла. Варангуская свита целиком относится к цератопигевому горизонту (Вийра и др., 1970; Кальо, Кивимяги, 1976).

Каллавереская свита, по принятому в настоящее время объему, соответствует маардуской пачке в понимании К. К. Мююрисеппа (1958а, б).

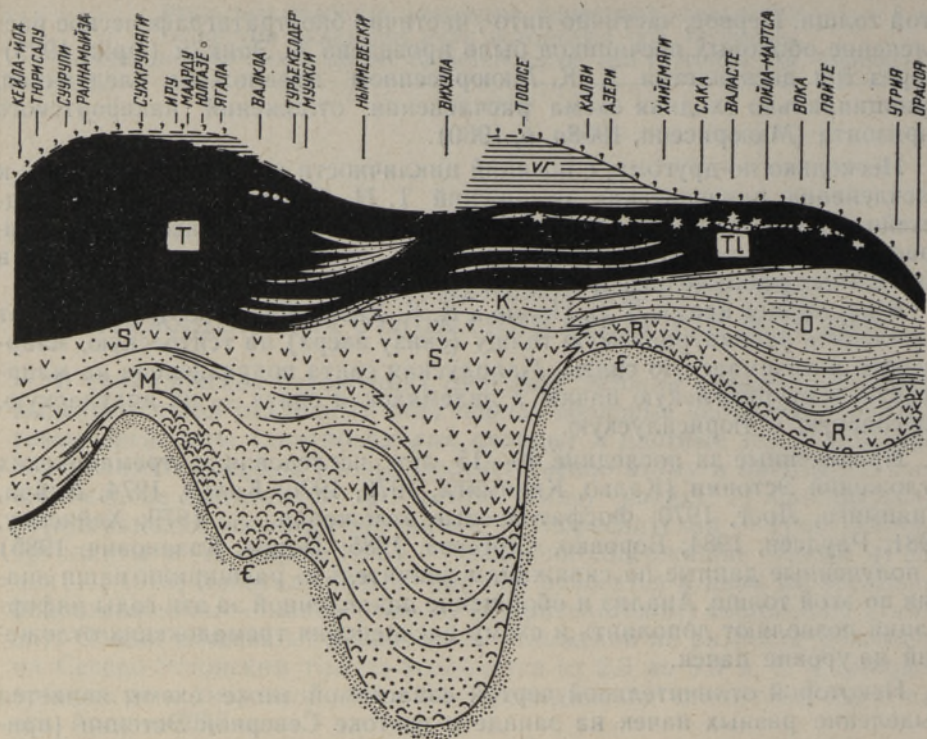


Рис. 1. Литологический профиль тремадокских отложений по обнажениям глинта (усл. обозн. см. рис. 2).

По сравнению с первоначальным объемом (Решения..., 1978) она меньше, поскольку из ее состава исключена юлгаская пачка (теперь свита).

В настоящее время каллаверескую свиту в западной части Северной Эстонии (до разреза р. Тоолсе, район г. Кунда включительно) по литологическим признакам целесообразно подразделять на три пачки (снизу вверх): **маардускую**, **суурьюгискую** и **кателаскую**. Объем первых двух пачек отвечает тому, в котором они рассматривались А. Лоогом, в западной части Северной Эстонии (Loog, 1964; Лоог, Кивимяги, 1968). Эти пачки четко выделяются во всех обнажениях Северо-Эстонского глинта от р. Кейла до р. Тоолсе включительно. Кателаская пачка распространяется только в районе Вихула—Тоолсе (Хейнсалу, 1981).

Каллавереская свита в восточной части (обнажения от Азери до Орасоя включительно) подразделяется снизу вверх на две пачки: **раннускую** и **орасояскую**. Раннуская пачка (Хейнсалу, 1981) соответствует маардуской и суурьюгиской в схеме А. Лоога. Нижняя часть как раннуской, так и маардуской пачек местами древнее основания зоны *Cordylodus proavus*.

А. Лоог, выделяя в пакерортском горизонте пачки, которые по содержанию являются литологическими единицами местной схемы, в сущности придавал им смысл хронозон. Так, к впервые выделенной им суурьюгиской пачке он относил детритовые песчаники в западной и «оболовый конгломерат» в восточной частях Северной Эстонии. Такое объединение литологически различных отложений в одной пачке основывалось на данных Т. Н. Давыдовой и Ц. Л. Гольдштейн (1960), которые считали детритовые песчаники синхронными с «оболовым конгломератом» в восточной части Северной Эстонии и включили их в т. н. нижний горизонт верхнего цикла пакерортского осадконакопления. В сущности

такой же точки зрения в настоящее время придерживаются Л. Е. Попов и К. К. Хазанович (1985). Выделенный ими цикл под названием лахе-мааской свиты в основном совпадает с верхним циклом пакерортского горизонта в понимании Т. Н. Давыдовой и Ц. Л. Гольдштейн. Объем лахемааской свиты меньше лишь в районе Вихула—Тоолсе: Т. Н. Давыдова и Ц. Л. Гольдштейн провели нижнюю границу цикла в основании детритовых песчаников суурйгиской пачки, а Л. Е. Попов и К. К. Хазанович почти в ее кровле — примерно 0,3 м ниже верхней границы пачки.

В настоящее время на основании изучения конодонтов выяснено, что детритовые песчаники западной части моложе «оболового конгломерата восточной фации» суурйгиской пачки А. Лоога (Kaljo и др., 1986). Поскольку возрастной принцип объединения этих литологически различных отложений в одну — суурйгискую — пачку, в свете новых данных, перестал действовать, то автор считает более логичным выделение этой «восточной фации» в самостоятельную **раннускую пачку**. На основании изучения конодонтов в настоящее время сотрудниками Института геологии АН ЭССР ведутся работы по выяснению возрастных взаимоотношений между раннускими отложениями, с одной стороны, и маардускими—суурйгискими, с другой.

В восточной части Северной Эстонии верхняя часть каллавереской свиты представлена **орасояской пачкой**. Здесь она принята в объеме, первоначально предложенном А. Лоогом (Loog, 1964). По конодонтам доказана одновозрастность отложений орасояской и кателаской пачек, т. е. фациальный переход между ними (Kaljo и др., 1986).

По литологическим признакам разрез оболочных песчаников окрестностей г. Нарвы аналогичен таковому в районе р. Луги. Поэтому правильнее относить их не к каллавереской, а к тосненской свите схемы Ленинградской области (Попов, Хазанович, 1985).

Тюрисалуская свита в западной части Северной Эстонии представлена **табасалуской пачкой** (Хейнсалу, 1981), а в восточной (с окрестностей пос. Хальяла—Вихула) — **тоолсеской пачкой** (Хейнсалу, 1980). Объем тюрисалуской свиты соответствует тюрисалуской пачке по К. К. Мююрисеппу (Мююрисепп, 1958а, б).

Варангуская свита еще не расчленена на более дробные единицы. По объему она совпадает с варангуской пачкой (Стумбвр, 1962; Loog, 1964; Лоог, Кивимяги, 1968; Вийра, Кивимяги, Лоог, 1970).

Ниже приводится краткая характеристика тремадокских отложений Северной Эстонии.

**Маардуская пачка (М)** сложена светлыми кварцевыми слабо сцементированными мелкозернистыми песчаниками и крупнозернистыми алевролитами. Маардуской пачке характерны прослой граптолитовых аргиллитов (диктионемовых сланцев), мощность которых чаще всего первые сантиметры, а также детрит и целые створки фосфатсодержащих беззамковых брахиопод (рис. 1, рис. 2, I—II). Скопления створок и детрита образуют брахиоподовый ракушечник или «оболовый конгломерат», который, при достаточной мощности и концентрации в нем фрагментов брахиопод является фосфоритовой рудой. «Оболовый конгломерат» образует почти сплошной покров на нижней границе маардуской пачки, прослеживающийся от Иру до Тоолсе включительно. Мощность его от первых сантиметров до 0,7—1 м. В районе от Иру до Муукси (месторождения фосфоритов Маарду и Тситре) прослеживаются еще 1—2 слоя «оболового конгломерата», но меньшей мощности. В крайне западных разрезах «оболовый конгломерат» отсутствует. Обычно здесь на нижней границе пачки залегает прослой граптолитового аргиллита мощностью до 10—15 см, а местами — базальный конгломерат (Мююрисепп, 1960).

Мощность отложений маардуской пачки в обнажениях на глинте

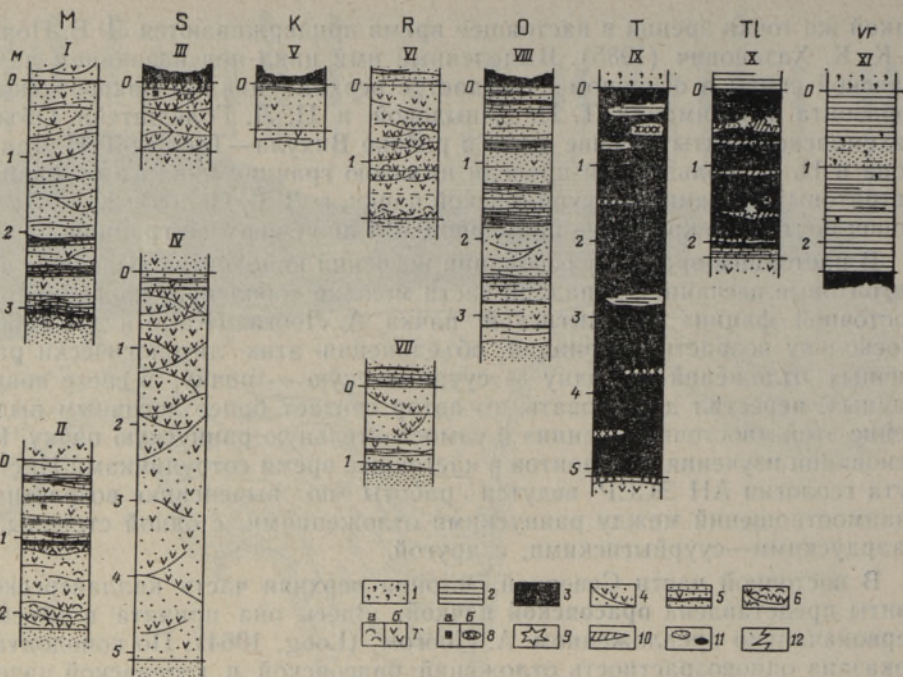


Рис. 2. Характерные разрезы тремадокских отложений по отдельным пачкам: М — маардуская, S — суурыйгская, К — кателаская, R — раннуская, O — орасояская, T — табасалуская, Tl — тоолсеская, (vr — варангуская свита).

I — обн. Раннамыйза, II — карьер Маарду, III — обн. Хундикуристик, IV—V — обн. Вихула, VI — обн. Сака-II, VII — обн. Пяйте, VIII — обн. Вока, IX — обн. Раннамыйза, X—XI — скв. 404 и 472 месторождения Тоолсе.

1 — глауконитовый песчаник, слабо сцементированный, 2 — глина, 3 — граптолитовый аргиллит, 4 — косослойный детритовый песчаник, 5 — кварцевый алевролит с прослоями граптолитовых аргиллитов, 6 — брахиоподовый ракушечник, 7 — брахиоподы (a — целые створки, б — их детрит), 8 — пирит (a — рассеянный, б — в конкрециях), 9 — конкреции антраконита, 10 — линзы аморфного кремнезема, 11 — гальки (темные — фосфатизированные), 12 — фациальный переход.

колеблется от 1,4 до 5,0 м (неполная), максимальная мощность в скв. Арду — 21,7 м (рис. 3).

Из фауны беззамковых брахиопод в маардуской пачке обнаружены (определения И. Пуура, обн. Юлгасе): *Schmidtites celatus* (Volborth), *Ungula ingrca* (Eichwald), *Keyserlingia buchii* (Verneuil), *Schmidtites obtusus* (Mickwitz), *Obolus eichwaldi* Mickwitz. В 15 обнажениях Северной Эстонии, в разрезах которых изучены отложения маардуской пачки, граптолиты обнаружены пока только в разрезе Хундикуристик. В верхних 15—20 см пачки здесь обнаружены *Rhabdinopora sociale* и *R. norvegica*.

Конодонтовая фауна рассматриваемых отложений в настоящее время изучается В. Вийрой (Kaljo и др., 1986; Хейнсалу и др., 1987).

Нижняя граница маардуской пачки литологически четко выражена благодаря скоплению створок брахиопод непосредственно выше границы («оболовой конгломерат»), или базальному конгломерату в северо-западной части, перекрытому слоем граптолитового аргиллита. В районе от Хундикуристик и Сухкрумяги (Таллин) до обнажения Муукси (севернее пос. Куусалу) маардуские отложения контактируют с юлгасескими верхнего кембрия, а западнее и восточнее этого района — с тискрескими нижнего кембрия.

А. Лоог и Э. Кивимяги (1968) считали разрез нынешнего северного

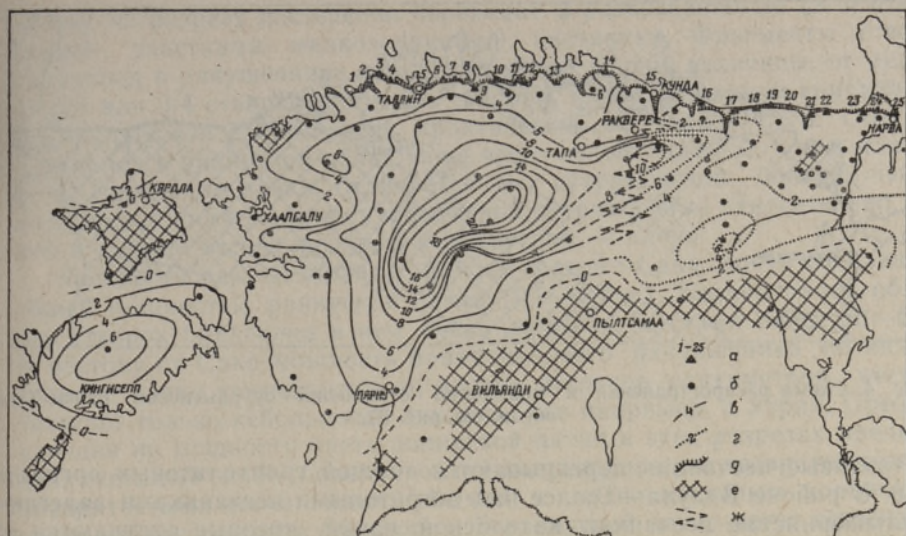


Рис. 3. Схема распространения и мощностей отложений маардуской и раннуской пачек.  
 а — обнажения (1—25): 1 — Кейла-Йоа, 2 — Тюрисалу, 3 — Суурупи, 4 — Ранна-  
 мыйза, 5 — Хундикуристик, 6 — Иру, 7 — карьер Маарду, 8 — Юлгазе, 9 — Ягала,  
 10 — Валкла, 11 — Турьекелдер, 12 — Муукси, 13 — Валгеййги, 14 — Вихула, 15 —  
 Тоолсе, 16 — Азери, 17 — Хийемяги, 18 — Сака, 19 — Валасте, 20 — Тойла—Мартса,  
 21 — Вока, 22 — Пяйте, 23 — Утрия, 24 — Орасоя, 25 — Нарва.  
 б — буровые скважины, в—г — изопакиты маардуских (в) и раннуских (г) отложе-  
 ний, д — глинт, е — отложения отсутствуют, ж — предполагаемая граница между  
 отложениями маардуской и раннуской пачек.

карьера Маарду стратотипом пачки. Однако, с передвижением фронта карьера выявлены и изменения в строении маардуской пачки. Место стратотипического разреза к настоящему времени уничтожено в результате рекультивации отработанных частей карьера. Ввиду того, для маардуской пачки предлагается неостратотип — разрез обнажения Юлгазе на глинте (Хейнсалу и др., 1987).

**Суурййгская пачка (S)** представлена кварцевыми мелко-среднезернистыми, в основном слабо сцементированными песчаниками, косослоистыми, часто содержащими значительное количество детрита брахиопод (детритовые песчаники). Граптолитовые аргиллиты в виде небольших прослоев или линз встречаются крайне редко. В северо-западной части верхняя часть детритовых песчаников сцементирована пиритом, образуя т. н. пиритовый слой мощностью до 0,2—0,3 м (рис. 2, III). К югу от глинта содержание детрита в суурййгских песчаниках быстро убывает и они распознаются только по укрупнению зерен кварца при переходе от маардуской пачки к суурййгской.

Отложения суурййгской пачки распространены, по сравнению с маардускими, на более ограниченной территории (рис. 4), их мощность чаще всего менее 1 м и лишь в районе Вихула—Тоолсе достигает 5,1 м.

А. Лоог предложил в качестве стратотипа пачки разрез на левом берегу р. Суурййги в Вихула, а гипостратотипом — обнажение Ныммески на правом берегу р. Валгеййги (Лоог, Кивимяги, 1968).

Нижняя граница суурййгской пачки в районе Иру—Муукси литологически резкая: на светлых мелкозернистых песчаниках маардуской пачки залегают более темные косослоистые детритовые песчаники суурййгской пачки, зернистость которых всегда крупнее маардуских. Западнее и восточнее вышеназванной территории переход от отложений маардуской пачки к суурййгским осуществляется постепенно. Верхняя граница суурййгской пачки очень контрастна в северо-западной части, где

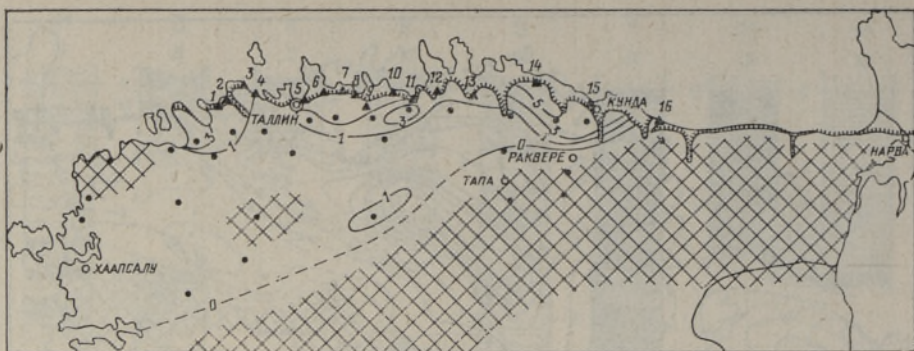


Рис. 4. Схема распространения и мощностей отложений суурйгской пачки (усл. обозн. см. рис. 3).

детритовые песчаники перекрываются толщиной граптолитовых аргиллитов. В районе Вихула—Тоолсе над детритовыми песчаниками залегают мелкозернистые песчаники кателаской пачки, которые отличаются от суурйгских меньшей зернистостью кварца и практически отсутствием детрита брахиопод.

Содержание фрагментов створок брахиопод в приглинтовой полосе значительно, но они не определимы из-за малых размеров (первые миллиметры). Ни одной целой створки в суурйгских песчаниках пока не найдено.

Находки более точно определимой фауны в суурйгских отложениях пока ограничиваются находкой *Rhabdinopora rossica* и *R. ex. gr. flabelliforme* в прослое аргиллита почти в кровле пачки в обл. Раннамайза (Кальо, Кивимяги, 1976).

**Кателаская пачка (К)** развита на относительно ограниченной территории в районе Валгейги—Вихула—Тоолсе (рис. 1, 5). Мощность ее также невелика, колеблясь около 1 м. Кателаская пачка представлена светлыми слабо сцементированными кварцевыми алевритовыми мелкозернистыми песчаниками, которые содержат очень редкие тонкие прослои граптолитовых аргиллитов. Детрит брахиопод практически отсутствует.

Отложения кателаской пачки к востоку имеют фациальный переход в орасояскую, а на западе — в детритовые песчаники суурйгской пачки (корреляция по конодонтам; см. Kaljo и др., 1986).

Из граптолитов в кателаской пачке обнажения Тоолсе обнаружена (по определению Д. Кальо) *Rhabdinopora multithecatum* 0,2 м выше нижней границы пачки.

В качестве стратотипического разреза кателаской пачки предлагается разрез на левом берегу р. Суурйги в Вихула — обнажение, которое является стратотипом также для суурйгской пачки. Мощность пачки здесь 0,6 м (рис. 2, V). Это обнажение пока единственное, где пачка доступна изучению на полную мощность. В обрыве р. Тоолсе обнажается только нижняя часть пачки, а разрезы в районе Азери—Сака являются уже переходными между типичными кателаскими и орасояскими. Кателаская пачка вскрыта многочисленными поисково-разведочными скважинами на фосфориты в районе Вийтна—Вихула—Тоолсе.

Границы кателаской пачки литологически ясно выражены: нижняя маркируется четким изменением зернистости песчаников, верхняя — сменой песчаников на граптолитовые аргиллиты.

**Раннуская пачка (R)** слагает нижнюю часть каллавереской свиты на Северо-Востоке Эстонии. По существу она представлена продолжением «оболового конгломерата» западной части Северной Эстонии, который

кверху по разрезу постепенно переходит в разнородные (в основном средне-, участками мелкозернистые) песчаники. Фрагменты створок брахиопод в ракушечнике раннуской пачки разной величины, от мелких до  $2/3$  или  $3/4$  створки, но целые створки, как в «оболовом конгломерате» маардуской пачки, здесь практически не встречаются. Обломки брахиопод в раннуской пачке чаще всего лучше окатаны, чем в маардуской. Раннуская пачка отличается от суурйыгиской больше, чем от маардуской, поскольку в суурйыгиской детрит всегда относительно мелкий и хорошо отсортирован, а в раннуской — плохо.

Мощность ракушечника в районе Азери—Сака почти совпадает с общей мощностью раннуской пачки (0,5—1,7 м). Концентрация обломков створок брахиопод в нем очень высокая, местами более 50—60%. К востоку от Сака мощность брахиоподового ракушечника на нижней границе пачки уменьшается до первых десятков сантиметров, местами залегает только небольшими линзами, как например, в Утрия. Преобладающая по мощности часть раннуской пачки в этих разрезах представлена светлыми слабо сцементированными кварцевыми алевритовыми или алевритистыми песчаниками, обычно с незначительным количеством очень мелкого детрита брахиопод. В раннуской пачке могут встречаться очень редкие небольшие прослои граптолитовых аргиллитов (рис. 2, VI—VII). Исключением является разрез на глинте Утрия, где аргиллитовых прослоев относительно много, мощность некоторых из них доходит даже до 3—5 см. Но к востоку от Утрия, в Орасоя, раннуская пачка опять по всей мощности (1,2 м) представлена скоплением фрагментов створок брахиопод, концентрация которых в песке доходит до 25—35% (рис. 1).

Мощность отложений раннуской пачки на глинте меняется от 0,5 до 2,2 м. К югу, на территории Раквереского фосфоритового месторождения, где, по-видимому, вся толща относится к раннуской пачке (за исключением западных частей месторождения), мощность пачки возрастает, достигая местами 10—12 м.

В районе Азери—Сака между брахиоподовым ракушечником и литологически явно кембрийскими отложениями местами залегает небольшой слой или отдельные линзы (до первых десятков сантиметров) песчаника, который снизу маркируется фрагментами створок брахиопод мощностью всего первые миллиметры. По А. Эпику эта часть разреза соответствует нижней зоне оболочковых песчаников (т. е. юлгзеской свите), а по А. Лоогу — всему объему маардуской пачки восточной части Северной Эстонии. Здесь она рассматривается как нижняя часть раннуской пачки, однако такое решение не следует считать окончательным.

Палеонтологически раннуская пачка пока не изучена, за исключением конодонтов в разрезе Сака (Kaljo и др., 1986).

Нижняя граница раннуской пачки проводится по подошве брахиоподового ракушечника. Она всегда резкая, почти всегда неровная, с явными следами размыва.

Верхняя граница с вышележащей орасояской пачкой не везде определяется однозначно. Основными критериями ее выделения являются размерность зерен кварца (в раннуской пачке преобладает песчаный размер, а орасояские отложения представлены всегда алевритами) и частая встречаемость тонких прослоев граптолитовых аргиллитов в орасояской пачке.

Стратотипическим разрезом раннуской пачки здесь предлагается разрез в траншее глубоководного выпуска в Сака (обн. Сака-II, рис. 2, VI).

**Орасояская пачка (O)** в типичном выражении развита в восточной части Северной Эстонии восточнее Сака, в то время как в районе Сака—Азери уже появляются признаки переходного характера между типично орасояской и кателаской пачками. Пачка представлена толщиной пере-



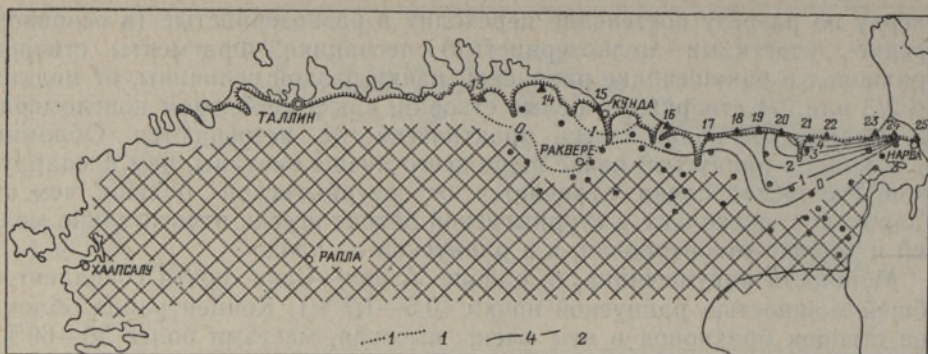


Рис. 5. Схема распространения и мощностей отложений каталаской и орасояской пачек. Изопахиты отложений каталаской (1) и орасояской (2) пачек. (Остальные усл. обозн. см. рис. 3):

слаивания светлых кварцевых алевролитов и темных граптолитовых аргиллитов (рис. 2, VIII). Чередование частое, отдельные слои очень тонкие, особенно аргиллитов. Мощность их чаще всего от первых миллиметров до 1 см, реже до 2—4 см. Более мощные слои аргиллитов встречаются очень редко и в таких случаях они обычно содержат миллиметровые слои алевролита. Слоистость в орасояской пачке в общем горизонтальная, но встречаются и слабоволнистые и наклонные прослои аргиллитов.

Мощность орасояской пачки меняется в пределах 0,5—4 м, распространяется она в относительно узкой приглинтовой полосе (рис. 5).

Отложения орасояской пачки постепенно, без следов перерыва в осадконакоплении, переходят в вышележащую тоолескую пачку. Граница между ними по литологическим признакам проводится условно по преобладанию аргиллитов в тоолеской пачке и алевролитов — в орасояской.

По сравнению с вышеописанными пачками каллавереской свиты, орасояская пачка относительно хорошо охарактеризована граптолитами, но брахиоподы в ней не встречены. Из граптолитов в орасояской пачке определены *Rhabdinopora flabelliforme*, *R. sociale*, *R. desmograptoides*, *R. anglicum* и *R. multithecatum* (Кальо, Кивимяги, 1976).

Стратотипом орасояской пачки является разрез в овраге Орасоя в 10 км западнее г. Нарва (Лоог, Кивимяги, 1968).

**Табасалуская пачка (Т)** представлена однородными по виду темно-коричневыми граптолитовыми аргиллитами (диктионемовыми сланцами), тонкослоистыми от расположения тонких налетов алевролита на поверхностях наслоения, по которым аргиллит хорошо раскалывается на тонкие плитки. Но местами такая слоистость отсутствует и аргиллит при раскалывании дает раковистый излом. В аргиллите очень часто встречается пирит — в рассеянном состоянии или в виде мелких гнездочек.

Начиная с обнажения на берегу ручья Валкля и к востоку в нижней части табасалуской пачки появляются прослои кварцевых алевролитов, а на р. Валгейгы в обнажении Ныммески средняя треть пачки представлена кварцевым алевролитовым мелкозернистым песчанком с прослоями аргиллитов.

Мощность пачки в обнажениях на глинте меняется от 2,3 м (Ныммески) до 5,1 м (Раннамыйза). Максимальная мощность пачки — 7,7 м — вскрыта скважиной 3353 (Пыызаспеа; см. рис. 6).

Табасалуская пачка по разрезам обнажений фаунистически еще слабо охарактеризована. Почти на нижней границе обнажения Валкля найдены *Rhabdinopora cf. flabelliforme norvegica* и *Adelograptus sp.*,

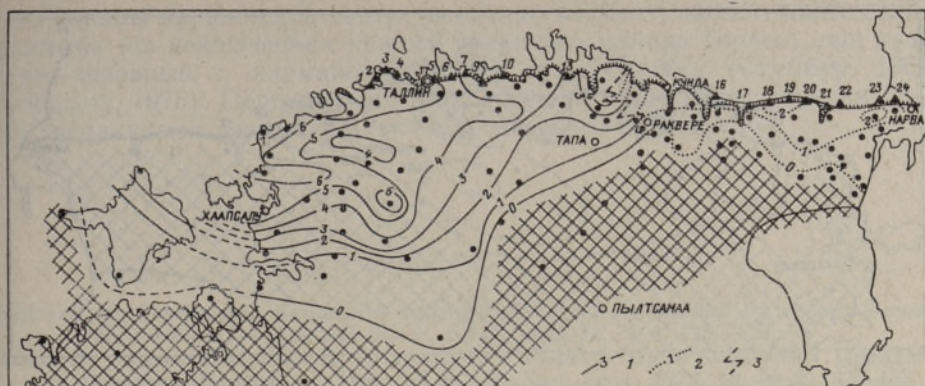


Рис. 6. Схема распространения и мощностей отложений табасалуской и тоолсеской пачек. 1 — изопакеты отложений табасалуской, 2 — тоолсеской пачек, 3 — границы между пачками. (Остальные усл. обозн. см. рис. 3).

а в Ныммеveski в 0,7 м от нижней границы пачки *Rhabdinopora flabelliforme* (в обоих случаях находки К. К. Хазановича и Л. Е. Попова, определения Д. Кальо). По данным буровых скважин, в табасалуской пачке (западнее линии Кейла—Мярьямаа) установлены следующие граптолиты: *Rhabdinopora graptolithinum*, *R. anglicum*, *R. sociale*, *R. multithecatum*, *R. flabelliforme*, *R. desmograptoides*. Чаще всего они характеризуют верхнюю половину или верхние 2/3 разреза пачки. Нижняя часть граптолитовых аргиллитов пока остается немой (Кальо, Кивимяги, 1970, 1976; Кальо, 1974).

В качестве стратотипа табасалуской пачки здесь предлагается разрез обн. Раннамайза на глинте около 10 км западнее г. Таллина (рис. 2, IX).

Нижняя граница табасалуской пачки литологически четкая, представлена резким контактом песчаников и аргиллитов. На верхней границе почти повсеместно прослеживаются следы размыва.

**Тоолсеская пачка (П)** относится по возрасту к цератопигевому горизонту, развита она только в восточной части Северной Эстонии от Вихула до Орасоя включительно (рис. 6).

Тоолсеская пачка представлена граптолитовыми аргиллитами, в которых постоянно в подчиненном количестве присутствуют прослои кварцевых алевролитов. Для нее также характерно присутствие гнезд светлого аморфного кремнистого материала, конкреций антраконита и пирита, которые нередко расположены на определенных уровнях, образуя довольно выдержанные конкреционные прослои. При детальном изучении толщи граптолитовых аргиллитов месторождения Тоолсе Э. К. Кивимяги подразделил ее на четыре литологически различающиеся части (А, В, С, D — снизу вверх), которые хорошо прослеживаются по всему месторождению и выделяются также в районе Вихула—Вийтна (Кивимяги, Теедумяэ, 1971; Кивимяги, Лоог, 1972). К востоку от Тоолсе они уже плохо прослеживаются (Хейнсалу, 1980).

Средняя мощность тоолсеской пачки по многочисленным разрезам месторождения Тоолсе составляет 1,4 м, в обнажениях на глинте — от 0,3 м в овраге Орасоя до 2,55 м в Сака.

Нижняя граница тоолсеской пачки с подстилающей орасояской переходная, а верхняя — чаще всего со следами размыва.

Фаунистически тоолсеская пачка довольно хорошо изучена как в буровых скважинах месторождения Тоолсе, так и в ряде обнажений (Кальо, Кивимяги, 1970, 1976). Здесь найдены следующие граптолиты: *Clonograptus sarmentosus*, *C. cf. tenellus*, *C. heres*, *Adelograptus cf. hunnebergensis*, *Anisograptus sp.*, *Bryograptus sp.*, *Didymograptus cf. primige-*

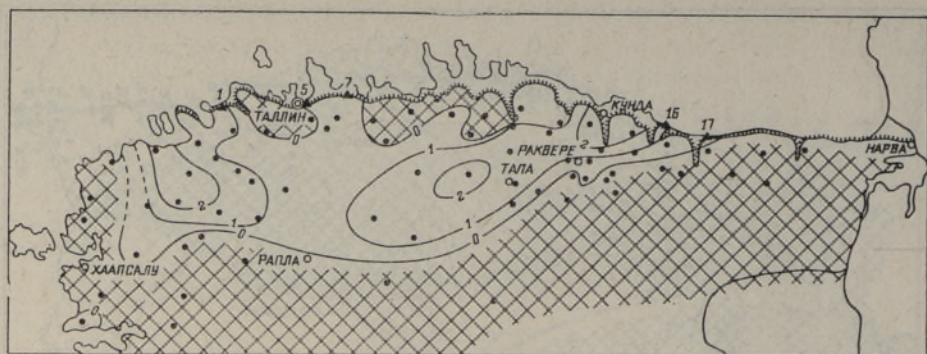


Рис. 7. Схема распространения и мощностей отложений варангуской свиты (усл. обозн. см. рис. 3).

*nus* В. Вийра определила в тоолсеской пачке месторождения Тоолсе конодонты *Acodus tetrahedron*, *Oneotodus variabilis*, *Oistodus inaequalis* (см. Кальо, Кивимяги, 1976).

В качестве стратотипа тоолсеской пачки следует считать разрез скв. 404 месторождения Тоолсе (рис. 2, X).

**Варангуская свита** (*vr*) в настоящее время на более дробные единицы не подразделяется. Обнажения ее немногочисленны — в западной части лишь в Сухкрумяги и в карьере Маарду, а в восточной — в дер. Варангу на р. Селья, на глинте Азери и Хийэмяги. Дальше на восток, в Сака, варангуская свита представлена только галькой на контакте тюрисалуской и лээтсеской свит. Отложения варангуской свиты в настоящее время вскрыты в Северной Эстонии уже довольно многочисленными буровыми скважинами (рис. 7), но систематическое изучение этого материала еще предстоит.

Варангуская свита представлена в основном уплотненными алевритистыми или алевритовыми глинами зеленовато-, местами коричневатосерого цвета с линзовидными прослоями или гнездами глауконитсодержащего кварцевого алеврита с пиритом, рассеянным мелкими кристалликами или образующим небольшие скопления.

Максимальной мощности (1,8—3,3 м) варангуские отложения достигают на месторождении Тоолсе, где они имеют четко трехслойное строение: нижняя и верхняя части разреза сложены глиной с относительно небольшими линзочками алевролита, а средняя — глауконитсодержащим кварцевым алевролитом с линзочками глины (рис. 2, XI). Такое трехслойное строение выдерживается в обнажении Азери, где мощности сокращены около двух раз, а также в некоторых буровых скважинах в окрестностях пос. Хальяла. За пределами вышеописанного района варангуские отложения сокращены в мощности и в них отсутствует та или иная часть тоолсеского трехслойного разреза.

Мощность свиты составляет 0,05—3,3 м, в стратотипическом разрезе в дер. Варангу — 2,6 м (Стумбур, 1962; Лоог, Кивимяги, 1968; Кивимяги, Лоог, 1972; Клеесмент, Мяги, 1975).

В варангуской свите обнаружены граптолиты *Clonograptus* cf. *tenuis*, *Bryograptus* cf. *broeggeri*, *Adelograptus* sp., *Bryograptus* sp. (Кальо, Кивимяги, 1976) и конодонты *Cordylodus angulatus*, *C. rotundatus*, *C. prion*, *Drepanoistodus deltifer pristinus* (с элементами *Scandodus varanguensis*, *Drepanodus bisymmetricus*, *D. pristinus*, *D. aff. subarcuatus*, *Acodus firmus*), *Acodus tetrahedron*, *Oistodus inaequalis*, *Scandodus vitreus*, *Oneotodus altus*, *Drepanodus* sp. n., *Paroistodus numarcuatus* (с элементами *Drepanodus numarcuatus*, *D. amoenus*, *Oistodus parallelus*), *Oistacodus peracutus* (Вийра, Кивимяги, Лоог, 1970).

Границы варангуской свиты (особенно верхняя) имеют явные следы размыва (за исключением нижней границы в районе Тоолсе), они чаще всего неровные, с карманообразными углублениями (Стумбур, 1962; Хейнсалу, 1975). Перекрываются варангуские отложения глауконитовыми песчаниками лээтсеской свиты аренигского яруса.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Боровко Н., Сергеева С. Конодонты верхнекембрийских отложений Балтийско-Ладожского глинта. — Изв. АН ЭССР. Геол., 1985, 34, № 4, 125—129.
- Вийра В., Кивимяги Э., Лоог А. О литологии и возрасте варангуской пачки (тремадок Северной Эстонии). — Изв. АН ЭССР. Хим. Геол., 1970, 19, № 2, 147—155.
- Давыдова Т. Н., Гольдштейн Ц. Л. Генезис осадков и палеогеография начала ордовика северной части Советской Прибалтики. — Междунар. геол. конгр.; XXI сессия. Докл. сов. геологов. Проблема 12. Региональная палеогеография. М., 1960, 15—24.
- Кальо Д. Л. О граптолитовых зонах тремадока и аренига Прибалтийской и Московской синеклиз. — В кн.: Граптолиты СССР. М., 1974, 31—367.
- Кальо Д., Кивимяги Э. О распределении граптолитов в диктиномевом сланце Эстонии и разновозрастности его фаций. — Изв. АН ЭССР. Хим. Геол., 1970, 19, № 4, 334—341.
- Кальо Д. Л., Кивимяги Э. К. Зональное расчленение тремадока Эстонии. — В кн.: Граптолиты и стратиграфия. Таллин, 1976, 56—63.
- Кивимяги Э., Лоог А. Основные типы текстур граптолитовых аргиллитов месторождения Тоолсе. — Изв. АН ЭССР. Хим. Геол., 1972, 21, № 2, 143—147.
- Кивимяги Э., Тээдумяз А. Результаты комплексной оценки вскрышных пород месторождения фосфоритов Тоолсе. — Изв. АН ЭССР. Хим. Геол., 1971, 20, № 3, 243—250.
- Клеесмент А., Мяги С. К литологической и минералогической характеристике терригенно-глауконитовых отложений цератописевого и латорпского горизонтов Эстонской структурно-фациальной зоны. — Изв. АН ЭССР. Хим. Геол., 1975, 24, № 1, 55—63.
- Лоог А., Кивимяги Э. Литостратиграфия пакерортского горизонта в Эстонии. — Изв. АН ЭССР. Хим. Геол., 1968, 17, № 4, 374—385.
- Мююрисепп К. К. Литостратиграфия пакерортского горизонта в Эстонской ССР. Тез. докл. науч. сессии, посв. 50-й годовщине со дня смерти акад. Ф. Б. Шмидта. Таллин, 1958а, 28—30.
- Мююрисепп К. К. Характеристика нижней границы пакерортского горизонта от мыса Пакерорт до р. Сясь. — Тр. Ин-та геол. АН ЭССР, 1958б, III, 55—79.
- Мююрисепп К. К. Литостратиграфия пакерортского горизонта в Эстонской ССР по данным обнажений. — Тр. Ин-та геол. АН ЭССР, 1960, V, 37—44.
- Попов Л. Е., Хазанович К. К. Новые данные по стратиграфии кембро-ордовикских фосфоритоносных отложений на северо-западе Русской плиты. — Тр. ГИГХСа, 1985, вып. 63, 38—47.
- Райдсеп Р. В. Литология продуктивной толщи в Раквереском фосфоритоносном районе Эстонской ССР. Автореф. дис. канд. геол.-минерал. наук. Таллин, 1984.
- Решения Межведомственного стратиграфического совещания по разработке унифицированных стратиграфических схем Прибалтики 1976 года с унифицированными стратиграфическими корреляционными таблицами. Л., 1978.
- Стумбур К. А. О стратиграфии варангуской пачки. — Тр. Ин-та геол. АН ЭССР, 1962, X, 61—65.
- Фосфатоносные отложения ордовика Прибалтики. М., 1979.
- Хейнсалу Х. О литологии глауконитовых пород O<sub>1</sub>ItI месторождения Тоолсе. — Изв. АН ЭССР. Хим. Геол., 1975, 24, № 3, 215—218.
- Хейнсалу Х. Фациальные соотношения верхнетремадокских отложений Северной Эстонии. — Изв. АН ЭССР. Геол., 1980, 29, № 1, 1—7.
- Хейнсалу Х. Н. Литология фосфатоносных отложений тремадока Северной Эстонии. Автореф. дис. канд. геол.-минерал. наук. Таллин, 1981.
- Хейнсалу К., Вийра В., Менс К., Оя Т., Пуура И. Кембрийско-ордовикские пограничные отложения разреза Юлгазе, Северная Эстония (неостратотип маардуской пачки). — Изв. АН ЭССР. Геол., 1987, 36 (в печати).
- Kaljo, D., Borovko, N., Heinsalu, H., Khazanovich, K., Mens, K., Popov, L., Sergejeva, S., Sobolevskaya, R., Viira, V. The Cambrian-Ordovician Boundary in the Baltic-Ladoga clint area (North Estonia and Leningrad Region, USSR). — Proc. Acad. Sci. ESSR. Geol., 1986, 35, N 3, 97—108.

Loog, A. Pakerordi lademe litostratigraafilisest liigestusest avamusel. — VII Eesti Loodusuurijate päeva ettekannete teesid. Tartu, 1964, 82—84.

Opik, A. Der estländische Obolenphosphorit. Tallinn, 1929.

Институт геологии  
Академии наук Эстонской ССР

Поступила в редакцию  
14/II 1986

Heljo HEINSALU

## PÕHJA-EESTI TREMADOKI SETENDITE LITOSTRATIGRAAFILINE LIIGESTUS

Tremadoki setendid jagunevad Põhja-Eestis kolmeks kihistuks (alt üles): Kallavere (oobolusliivakivid), Türisalu (graptoliitargilliidid) ja Varangu (glauconiiti sisaldavad aleuriitsavid). Nimetatud kihistud kuuluvad Pakerordi ja Ceratopyge lademesse. Kihistute piirid on metakroonsed. Pakerordi lademe ülemine piir Lääne-Eestis asub Türisalu kihistu peal, Paldiski—Haljala vahemikus selle kihistu sees ja Haljalast idas Türisalu kihistu all. Pakerordi lademe alumine piir asub kohati Kallavere kihistu sees, kohati langeb kokku selle alumise piiriga. Seega osa Kallavere kihistust kuulub ülemkambriummisse, valdav osa aga Pakerordi lademesse. Türisalu kihistu kuulub osaliselt Pakerordi, osaliselt Ceratopyge lademesse, Varangu kihistu aga täielikult Ceratopyge lademesse.

Kallavere kihistu jaguneb viieks kihistikuks: Maardu, Suurjõe, Katela, Rannu ja Orasoja. Narva ümbruse oobolusliivakivi läbilõige on analoogiline Leningradi oblasti läänepoolsete läbilõigetega ja kuulub Tosna kihistusse.

Türisalu kihistu jaguneb Tabasalu ja Toolse kihistikuks. Varangu kihistus kihistikke välja ei eraldata.

Heljo HEINSALU

## LITOSTRATIGRAPHICAL SUBDIVISION OF TREMADOC DEPOSITS OF NORTH ESTONIA

Tremadoc deposits of North Estonia are divided into three formations (from below to top): Kallavere (Obolus Sandstone), Türisalu (graptolitic argillites) and Varangu (glauconite-bearing silty clays). These formations belong to the Pakerort and Ceratopyge Regiostages (the Table). The boundaries of the formations are metachronous. In West Estonia the upper boundary of the Pakerort Regiostage lies above the Türisalu Formation, in the Paldiski-Haljala region it remains within this formation and east of Haljala it is below the Türisalu Formation. In places the lower boundary of the Pakerort Regiostage lies within the Kallavere Formation, occasionally coinciding with its lower boundary. Thus, a part of the Kallavere Formation belongs to the Upper Cambrian, but its major part lies within the Pakerort Regiostage. The Türisalu Formation belongs to the Pakerort and Ceratopyge Regiostages, the Varangu Formation, however, belongs completely to the Ceratopyge Regiostage.

The Kallavere Formation is subdivided into five members (Fig. 1): Maardu (M), Suurjõe (S), Katela (K), Rannu (R) and Orasoja (O). In Narva the section of the Obolus Sandstone is analogous to the western sections of the Leningrad Region and belongs to the Tosna Formation.

The Türisalu Formation is subdivided into the Tabasalu (T) and Toolse (TI) Members. In the Varangu Formation the members have not been distinguished.