26 · VII 48

А. ЛУХА

ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ ЭСТОНСКОЙ ССР

ГИЗ „НАУЧНАЯ ЛИТЕРАТУРА“

ESTICA

A-10207

А. ЛУХА

ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ ЭСТОНСКОЙ ССР

4-А.
~~14619~~
~~6-А~~
2~~484~~

ГИЗ „НАУЧНАЯ ЛИТЕРАТУРА“
ТАРТУ, 1948

Et.A

Bibliotheca Universitatis Tartuensis

i 39511881

Предисловие.

Настоящий труд является заново просмотренным и дополненным переводом вышедшего в 1946 г. эстонского издания. Учитывая имеющуюся на эстонском языке литературу по геологии и полезным ископаемым Эстонской ССР, труду был придан его настоящий характер обзора данных о полезных ископаемых ЭССР с уделением значительного внимания геологической информации о республике.

Для русского издания первоначально предполагалось существенно сократить текст, придав работе более конспективный характер. Однако, поскольку книга предназначается не только для специалистов-геологов, но и для инженерно-технических работников промышленности минерального сырья, высказавшихся в пользу сохранения вышеуказанного характера работы, сокращений в тексте было сделано сравнительно немного.

Распределение усматриваемого из оглавления материала, в интересах удобства изложения, проведено отчасти по стратиграфическому принципу и генетическому сходству, отчасти же по сходству назначения сырья. Рассматриваются как уже освоенные, так и неосвоенные полезные ископаемые. Среди последних трактуются и такие, наличие которых ещё не установлено в пределах ЭССР (напр. нефть и каменная соль).

В качестве источников были использованы как печатные, так и рукописные труды, доступные в ЭССР. Результаты многочисленных геологических разведок за последние два послевоенных года могли быть учтены лишь в небольшой степени, поскольку автор имел контакт с организациями и геологами, проводившими разведки.

Автор надеется, что предлагаемая работа в известной мере восполнит пробел в нашей литературе о полезных ископаемых и окажет некоторую помощь работникам промышленности минерального сырья, перед которой сталинским пятилетним планом поставлены грандиозные задачи и в пределах Эстонской ССР.

При выполнении указанных задач необходима информация о полезных ископаемых, которую и стремится дать настоящий, хотя бы и далеко не исчерпывающий труд.

Прямой толчок к составлению настоящей работы был дан руководителями Экономического Научно-Исследовательского Института при Госплане ЭССР — товарищами Л. Никитиным и Г. Рейманом, оказавшими автору значительную поддержку при составлении книги. Им и многим коллегам из числа

геологов и горных инженеров ЭССР, а также коллегам из союзных республик, с которыми приходилось сотрудничать при изучении полезных ископаемых ЭССР, и которые в той или иной степени оказали влияние на проводимые здесь точки зрения, выражаю свою искреннюю благодарность.

Автор особенно признателен тов. Н. Л. Дилакторскому, согласившемуся взять на себя труд редактора русского издания и значительно улучшившему и уточнившему текст перевода.

Автор.

ГЛАВА I.

Основные черты геологии ЭССР.

Оро-гидрография и геоморфология.

Границы.

Территория ЭССР имеет с трёх сторон ясно очерченные границы: с запада она граничит с Рижским заливом и открытым Балтийским морем, с севера — с Финским заливом, с востока — с водными пространствами озёр Пейпси (Чудского) и Пихква (Псковского). В промежутке между Финским заливом и Чудским озером естественной границей является река Нарова. Только на юге и юго-востоке нет ясного природного ограничения территории ЭССР: здесь граница проложена в соответствии с историческими и этнографическими данными.

Географические координаты.

Крайние точки этих границ следующие: на севере мыс Пуреккари на полуострове Пяриспеа — 59°40′ северной широты; на юге деревня Наха на реке Пеэтри — 57°30′ сев. широты; на западе небольшой остров Нотама — 21°46′ восточной долготы (от Гринвича), на востоке река Нарова в г. Нарве — 28°12′ восточной долготы.

Величина площади.

Из общей площади ЭССР, выражающейся круглым числом в 45 500 кв. км, 4200 кв. км или 9,2% занято островами, 2200 кв. км или 4,8% озёрами. Наибольшие расстояния — 240 км с севера на юг и 350 км с востока на запад.

Орография.

Высшей точкой ЭССР является моренная возвышенность Суур-Мунамяги в районе Хаанья — 317 м над уровнем моря. Около этой высшей точки площадь в 260 кв. км поднимается выше изогипсы в 200 м.

Кроме окрестности Суур-Мунамяги, только в моренном ландшафте около Отепяа некоторые вершины поднимаются выше 200 м. Эти же моренные ландшафты образуют около Хаанья и Отепяа площади, поднимающиеся выше 100-метровой изогипсы, что встречается ещё в районе Пандивере и, в меньшей степени, свойственно возвышенности Сакала, представляя в общей сложности площадь в 3000—4000 кв. км. Таким образом около $\frac{9}{10}$ всей площади республики расположено ниже 100-метровой изогипсы (см. гипсометрическую карту I). Изогипса в 100 м хорошо выделяет возвышенности на территории ЭССР, которые являются крупными формами поверхности и обнимают комплексы более мелких, главным образом ледниковых форм. Эти четыре возвышенных района определяют водоразделы и в генетическом отношении. Вокруг этих районов концентрируется целый ряд вопросов четвертичной геологии ЭССР. Не менее важны в генетическом отношении низины, разделяющие упомянутые возвышенности: низина реки Навести — озера Вирцъярв — реки Эмайыги, низина Вяйке-Эмайыги — Вирцъярв, низина реки Койва — Выру — Ряпина и низина реки Наровы.

Чрезвычайно плоский рельеф большей части страны и преобладание небольших абсолютных высот обусловливают значительное распространение болот и слабое развитие речной эрозии.

Текучие воды.

По гипсометрической карте ЭССР легко проследить, что большая часть рек вытекает по различным направлениям с возвышенности Пандивере. Здесь находятся истоки всех рек бассейна Финского залива, крупнейших речных систем бассейна Рижского залива и Балтийского моря (реки Касари и Пярну) и левых притоков реки Эмайыги. Остальные притоки реки Эмайыги, равно как и истоки её самой, берут начало на возвышенности Отепяа. Возвышенность Хаанья питает главным образом систему реки Пиусы, а с возвышенности Сакала стекает несколько менее крупных притоков реки Пярну, а также ряд речек, втекающих в озеро Вирцъярв. Бассейн озера Пейпси (Чудского) количественно собирает самую большую массу поверхностных вод, получая их не только с запада, с территории ЭССР, но и с востока, с территории Ленинградской области. Большая часть рек ЭССР — мелкие речки, почти иссякающие в случае продолжительной засухи, что указывает на маловодность источников. С другой стороны, наблюдается при поло-

водьи значительный разлив рек, имеющий место и позднее — в течение лета и осенью после продолжительных дождей. Судоходными являются только реки Нарова, Эмайыги и Пярну (в её нижнем течении). Сплав леса производится и по целому ряду других рек.

Речные долины.

С геологической точки зрения важен вопрос об образовании речных долин, об их поперечном и продольном профиле. Вообще говоря, речные долины ЭССР слабо сформированы. В северной части ЭССР подчас нельзя даже говорить о «речных долинах». Здесь имеются лишь русла текучих вод, наполняющиеся водою во время весеннего разлива и в зависимости от количества осадков. Общее правило, согласно которому верхние течения рек имеют бурный характер и вырабатывают себе узкие долины с V-образным поперечным профилем, никоим образом не приложимо к рекам северной части ЭССР.

В южной части ЭССР дело обстоит несколько иначе. Ручьи, стекающие с возвышенностей Хаанья и Отепяа, имеют значительно бóльшую амплитуду высот для выработки продольного профиля, и здесь мы действительно встречаем местами реки с быстрым течением и чётко врезанные долины — как в девонских песчаниках, так и в четвертичных отложениях. Нередко эти реки располагают прекрасно выработанными долинами с плоским дном сравнительно большой ширины и с крутыми склонами. При сопоставлении количества воды в этих реках с размерами долин становится ясным, что долины эти образованы не нынешними реками, а гораздо более мощными потоками вод явно ледникового происхождения.

Особую группу представляют реки, текущие на север и впадающие в Финский залив. Эти реки в своем нижнем течении часто протекают в глубоких каньонообразных долинах, эродированных водопадами. Водопады эти образуются при падении текучих вод с уступов глинта, называемого Балтийско-Ладожским, так как он простирается в ЭССР по побережью Финского залива и продолжается в Ленинградской области до южной части Ладожского озера. О значении этого глинта будет сказано ниже при описании коренных пород, здесь же ограничимся указанием, что образованию и эрозионной работе этих водопадов способствует то обстоятельство, что основание глинта состоит из слабо сцементированных песчаников, а верх — из известняков. Благодаря этому образуются водопады «Ниагарского типа»: падающая вода подтачивает рыхлые песчаники, вследствие чего нави-

сающие слои известняков обрушиваются и открывают доступ к новым участкам породы. Длина каньонов, эродированных водопадами, примерно 0,5—1,0 км. Эта незначительная длина каньонов, а также слабое развитие речных долин вообще, указывают на молодость речной системы ЭССР, что вполне согласуется с нашими знаниями в области четвертичной геологии страны.

При образовании речных долин большое значение имеют коренные породы, по которым текут воды. Разница в характере речных долин в северной и южной части ЭССР, между прочим, в значительной мере объясняется тем, что коренные породы в той и другой части страны отличаются друг от друга: на севере это — силурийские известняки и доломиты, на юге — девонские песчаники.

Строение поверхности.

Крупные возвышенности, которые были упомянуты как основные в рельефе ЭССР, по существу являются комплексными, будучи в значительной степени сочетанием мелких образований рельефа. При описании и классификации этих мелких форм поверхности более существенными, чем абсолютные высоты, являются высоты относительные, так как именно последние характеризуют значение этих форм в ландшафте.

Чаще всего встречаются различного рода гряды, валы, друмлины, холмы, купола, уступы, дюны, а также овраги, котловины, воронки, узкие долины-рвы и более широкие долины ледниковой эрозии.

Относительные разности высот этих форм поверхности колеблются от нескольких метров до нескольких десятков метров (редко превышая 50 м).

В громадном большинстве случаев все эти мелкие формы рельефа генетически связаны с наносами и являются четвертичными образованиями, главным образом ледникового происхождения. Реже и коренные породы входят в состав некоторых положительных форм поверхности, тогда как отрицательные формы — долины и низины — обычно являются эродированными в коренных породах. Детальное описание всех этих форм целесообразно в связи с описанием состава наносов и стратиграфией коренных пород. Здесь укажем лишь на то, что в большинстве случаев упомянутые мелкие формы поверхности наблюдаются не в виде отдельных образований, а целыми группами, создающими характерные ландшафты. Таковы, например, хол-

мистые ландшафты возвышенностей Отепяа и Хаанья, правильно-волнистые и строго ориентированные относительно стран света друмлинные ландшафты севернее города Тарту или к северу от озера Вирцъярв, скопления песчано-галечных валов и гряд в районе городов Раквере и Тапа и т. д.

Вполне равнинным, без возвышений и углублений хотя бы и скромных размеров, является строение поверхности ЭССР главным образом на участках немного южнее северного побережья, на островах и вообще в прибрежных районах как моря, так и озера Пейпси. Генетически эти ровные плоские районы связаны с почти голой поверхностью коренных известняков на севере ЭССР, как и с прибрежными районами, где работа морских волн произвела выравнивание поверхности. Болотистые низины, имеющие значительное распространение в различных частях ЭССР, также являются почти идеально ровными.

Коренные породы.

Коренные слои ЭССР могут быть изучены на многочисленных прекрасных обнажениях, которые однако распределены неравномерно по территории республики. Самым большим обнажением части коренных слоёв является уступ глинта по побережью Финского залива, который уже был упомянут выше в связи с образованием водопадов. Там, где этот уступ подходит к самому морю, обнажённость является идеальной. Например, на мысе Пакерорт можно изучать совершенно чистый разрез мощностью около 25 метров. В восточной части ЭССР высота уступа достигает 56 метров (у Онтика), но здесь не вся высота является сплошь обнажённой: у подножия уступа нагромождаются обломки верхних слоёв и перекрывают нижние пласты. В районах, где глинт отступает дальше от берега, это загромождение обломками превращает крутой уступ в пологий скат без обнажений, где лишь земляными работами или бурением можно обнаружить те же слои, которые видны в обнажённых местах. Несмотря на это частичное покрытие, совокупность обнажений в уступе глинта в высшей степени ярко и живописно обнаруживает характер коренных пород и залегание слоёв. Здесь отчётливо видно, что на протяжении нескольких сот километров (на территории ЭССР на растоянии 300 км) в направлении с востока на запад осадочные слои — глины, песчаники, сланцы, известняки — залегают почти горизонтально и без значительных нарушений.

Таблица 1.

Обзор коренных слоёв ЭССР.

Сист.	Отд.	Знак	Название слоёв	Мощность	Описание породы	Важнейшие обнажения	Примечания (генезис, фауна и т. д.)
ДЕВОН	Верхний		Дубниковские (Шелонские)	15+	Мергели, глины, гипс и его продукты разложения, известняки	Дубники и Смолка	Лагунные отложения отступающего верхнедевонского моря
			Изборские (Чудовские + Псковские)	32	Известняки и мергели	Изборск	Морские отложения с разнообразной фауной (без головоногих)
			Городищенские (Снетогорские)	14	Мергелистые доломиты, доломиты и песчаники		Лагунные отложения верхнедевонского наступающего моря
	Средний		«Ольд Ред» (Пестроцветная толща)	200+	Красные и белые рыхлые песчаники, пёстрые и серые глины	Тарту, Таммекюла, Хааслава, Вастселийна	Континентально-лагунные отложения с фауной крупных панцырных рыб (артродиры)
			Пярну—Навести (Наровские слои)	30+	Доломитные мергели, глины и песчаники (преимущ. рыхлые)	Тори, Тамме, речка Городенка	Лагунные отложения наступающего среднедевонского моря с древней наземной флорой и фауной рыб
ГОТЛАНД	Довинон	K_4	Охесааре	10	Известняки и мергели, отчасти известняковые песчаники	Охесааре (глинт)	Отложения отступающего силурийского моря с фауной беспозвоночных и рыб
	Лудлов	K_3	Каугатума	15	Криноидные известняки и мергели, отчасти доломитовые мергели	Каугатума (глинт), Муратси, Касти	Отложения силурийского моря с разнообразной и богатой фауной

ГОТЛАНД (ВЕРХНИЙ СИЛУР)	Лудлов		K_2	Паадла	10	Известняки, отчасти рифовые известняки	Атла, Паадла, Пяхкла, Удувере	Отложения силурийского моря с разнообразной и богатой фауной
			K_1	Каарма	65+	Мергелистые доломиты, известняки и глины	Каарма, Вийта, Весику, Химмисте	Лагунные отложения со своеобразной фауной меростомов (*Eurypterus*) и с древнейшими рыбами (остракодермы)
		Венлок	J_2	Яагараху	20+	На востоке плитняковые и рифовые доломиты, на западе известняки, рифовые известняки и доломиты	Куресе, Куревере, глинты и свидетели северной части островов Муху и Сааремаа	Отложения мелководного силурийского моря с богатым развитием рифов
			J_1	Яани	40+	Мергели и доломитные мергели	Яани и глинты по сев. побережью Сааремаа и Муху, Уйсу	Мелкое море с богатой, но карликовой фауной, много терригенного осадка
	Лландовери		H	Адавере	15+	Доломиты, ноздреватые и бречиозные доломиты (последние с гидротермальн. сульфидами полиметаллов)	Адавере, Пылтсамаа, Тамме	Вторично изменённые морские карбонаты с фауной *Pentamerus estonus*
			G_3	Райккюла	30	Доломиты и плотные известняки с конкрециями кремния	Райккюла, Ярва-Яани, Водья, Пайде, Йыгева	
			G_2	Тамсалу (бореалис)	15	Известняки и доломитизированные известняки из обломков плеченогого *Pentamerus borealis*	Тамсалу, Ракке, Карину	Громадное изобилие одного вида плеченогого

Сист.	Отд.	Знак	Название слоёв	Мощность	Описание породы	Важнейшие обнажения	Примечания (генезис, фауна и т. д.)
Готланд (верхний силур)	Лландовери	G_1	Юуру	10	Известняки с красными разводами, доломитизированные известняки и мергели	Юуру	
		F_2	Поркуни	10	Известняки и доломиты, древнейшие рифовые известняки и песчаники	Поркуни, Хяргла, Вохилайд	Мелководные осадки; внизу перерыв седиментации
ОРДОВИК (НИЖНИЙ СИЛУР)	Карадок	F_1	Сааремыйса	90	Известняки и мергелистые известняки	Сааремыйса, Вормси, Косе, Моэ, Тапа, Оанду	Морские карбонатные отложения с богатой фауной. Комплексный ярус, мало обнажённый в целом
		E	Раквере	12	Тонкозернистые и плотные известняки	Раквере, Мяара, Воопе, Пагари, Оанду, Муналаскме	
	Лландило	D_3	Васалемма	10	На западе цистоидные и криноидные известняки, на востоке известняковые песчаники и мергели	Васалемма, Укснурме, Оанду	На западе криноидные и цистоидные «рифы»
		D_2	Кейла	15	Мергелистые, отчасти доломитизированные известняки	Кейла, Аллика, Пяаскюла, Сайре	
		D_1	Йыхви	15	Мергелистые известняки	Йыхви, Алувере, Пяаскюла, Мадисе	
		C_3 Идавере C_2 Кукрусе		30	Известняки и мергелистые известняки с горючим сланцем	Кукрусе, Кохтла, Кивиыли	Богатое развитие синезелёных водорослей

ОРДОВИК (НИЖНИЙ СИЛУР)	Арениг	$C_1\delta$	Ухаку	5	Тонкослоистые мергелистые известняки и мергели	Ласнамяги, Ухаку, Пуртсе	Глинт от Пакерорта до Силламяэ	Морские карбонатные отложения с богатой фауной
		$C_1\gamma$	Ласнамяэ	10	Слоистые строительные известняки и доломиты	Ласнамяги, Пальдиски, Нарва		
		$C_1\beta$	Асери	до 3	Известняки, отчасти с оолитами			
		B_{III}	Кунда (вагинатум)	до 5	Известняк, внизу с оолитом			
		B_{II}	Глауконитовый известняк (мегаласпис)	до 4	Известняки и доломиты с глауконитом			
	Тремадок	B_1	Глауконитовый песчаник	до 5	Песчаник и глинистый песчаник			Терригенные отложения наступающего ордовицкого моря. Внизу конгломерат трансгрессии
		A_3	Диктионемовый сланец	до 5	Битуминозный глинистый сланец			
		A_2	Оболовый песчаник	до 16	Песчаники с оболовыми конгломератами			
КЕМБРИЙ	Нижний	A_{Id}	Песчаник с диплократерион	до 9	Рыхлый песчаник	Тискре, Пакерорт		Терригенные отложения нижнекембрийского моря
		A_{Ic}	Песчаник эофитоновый	до 14	Песчаник и глина	Какумяги, Сухкрумяги		
		A_{Ib}	Синяя глина	до 100	Глина с песчаником	Копли, Кунда, Асери		
		A_{Ia}	Песчаники	до 90	Песчаники с глиной	Не обнажается		
АРХЕЙ	Сильно метаморфизованные и смятые кристаллические породы (гнейсы, крист. сланцы и пегматиты).							

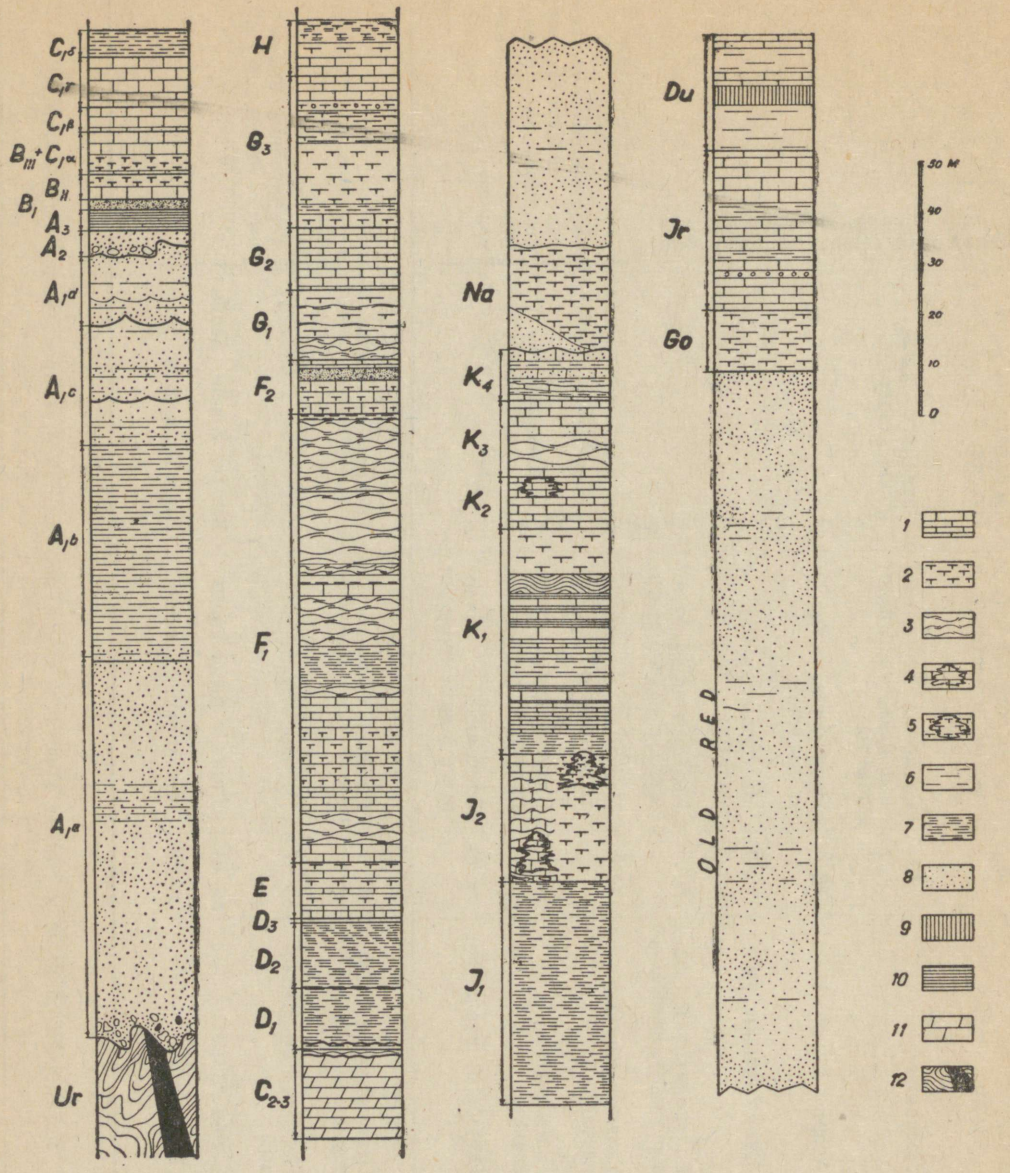


Рис. 1. Сводная колонка коренных пород в ЭССР. Легенда: 1 — известняк; 2 — доломит; 3 — мергелистый известняк; 4 — рифовый известняк; 5 — рифовый доломит; 6 — глина; 7 — мергель; 8 — песчаник; 9 — гипс; 10 — сланец; 11 — породы слоёв Кукрусе и Идавере; 12 — кристаллические породы; Ur — докембрийская свита; A_{1a} — нижнекембрийские песчаники; A_{1b} — „синяя глина"; A_{1c} — эофитоновый песчаник; A_{1d} — диплократериевый (фуко-

Подобные прибрежные уступы обнажённых слоев встречаются ещё на островах Муху и Сааремаа (на их северном побережьи). Внутри страны также наблюдаются местами доисторичееские береговые уступы с подобными же обнажениями. Естественные обнажения коренных пород встречаются ещё по склонам долин, по берегам и руслам рек и ручьёв. Кроме того, на обширных участках островов и севера ЭССР имеются почти не прикрытые наносами, нередко даже без почвенного слоя коренные породы (альвары). На таких участках часто заложены каменоломни.

Ниже приводимая таблица и приложенная сводная колонка (рис. 1) показывают, что открывается и, следовательно, может быть изучена на обнажениях только известная часть верхних коренных осадочных слоёв. Часть залегающих на глубине осадочных слоёв и тем более прикрытые ими кристаллические слои на территории ЭССР не обнажаются. Приводим в возможно сжатой форме, в виде таблицы, обзор коренных слоев ЭССР (см. стр. 10—13).

Все эти слои подстилаются кристаллическими породами. Это — гнейсы, кристаллические сланцы и пегматиты. Кристаллические сланцы, иногда богатые магнетитом и другими тяжёлыми минералами, походят на скарны скандинавских месторождений. По имеющимся данным можно заключить, что до осаждения всей серии вышеописанных осадочных пород здесь простирался массив архейских кристаллических сланцев и изверженных пород, являющийся продолжением кристаллического массива Фенноскандии. Эта докембрийская земная поверхность в течение весьма продолжительного времени являлась поверхностью денудации. Теперь она является глубоко погребённым холмистым ландшафтом, подобным современной поверхности Финляндии, отличаясь от последней тем, что она до некоторой глубины выветрилась, между тем как в Финляндии все выветрившиеся поверх-

---

идный) песчаник; A_2 — оболовый песчаник (основание нижнего силура); A_3 — диктионемовый сланец; B_1 — глауконитовый песчаник; B_{II} — мегаласнисовые слои; $B_{III}+C_1\alpha$ — вагинатовые слои; $C_1\beta$ — слои Асери; $C_1\gamma$ — слои Ласнамяэ; $C_1\delta$ — слои Ухаку; C_{2-3} — слои Кукрусе и Идавере; D_1 — слои Йыхви; D_2 — слои Кейла; D_3 — слои Васалемма-Оанду; E — слои Раквере; F_1 — слои Сааремыйса (верхи нижнего силура); F_2 — слои Поркуни; G_1 — слои Юуру; G_2 — слои Тамсалу; G_3 — слои Райккюла; H — слои Адавере; J_1 — слои Яани; J_2 — слои Яагараху; K_1 — слои Каарма; K_2 — слои Паадла; K_3 — слои Каугатума; K_4 — слои Охесааре; Na — Наровские слои (низы среднего девона); Old Red — слои Тарту и Вастселийна; Go — Городищенские слои; Ir — Изборские слои; Du — Дубниковские слои.

При составлении использована рукописная колонка проф. А. Эпика и сотрудников (К. Орвику и др.)

ностные слои снесены действием ледникового периода. В вышеприведённой таблице в краткой форме даны примечания, которые объясняют происхождение перечисленных слоёв. Сделаем здесь ещё одно дополнительное замечание.

Как видно из таблицы, на кристаллические породы непосредственно налегает толща нижнекембрийских песчаников и глин мощностью свыше 200 метров. Это — продукты денудации докембрийских гор Фенноскандии, отложившиеся в нижнекембрийском море.

Во время среднего и верхнего кембрия наша страна не являлась областью накопления осадков, так как соответствующих наслоений мы здесь не находим. Лишь наступающее нижнесилурийское море опять приносит замечательную серию терригенных осадков — оболовый песчаник, диктионемовый сланец и глауконитовый песок, столь интересные своими взаимоотношениями залегания, концентрацией биогенного фосфорита (в оболовом песчанике), биогенного битума и пирита (в диктионемовом сланце) и глауконита (в глауконитовом песке).

Все последующие отложения нижнесилурийского и верхнесилурийского моря, мощностью свыше 400 метров, являются морскими осадками. За редкими исключениями это всё карбонатные породы, известняки и доломиты, в которых терригенные элементы — песок и глина — встречаются только в виде примеси. Эти примеси, однако, часто определяют свойства пород в прикладном отношении, поэтому приходится изучать их весьма детально. Эта задача облегчается тем обстоятельством, что свойства известного яруса или зоны являются постоянными, если не на всей территории СССР, то всё же на пространстве сотен и тысяч квадратных километров. В виду этого научно-исследовательская работа над стратиграфией этих отложений даёт нам руководящую нить для ориентации в практических свойствах известных месторождений каменных пород.

В начале девонского периода наша страна освобождается от моря. Нижнедевонских осадков здесь не образовалось. Лишь в среднем девоне снова начинается образование осадков, но это осадки уже не чисто морские, а лагунные. Опять накопляется громадная толща терригенных осадков мощностью свыше 200 метров, источник которых следует искать в Фенноскандии, где в конце верхнего силура поднялись высокие Каледонские горы. Палеогеографические условия, царившие здесь в среднедевонское время, своеобразны. Вначале это лагунные, позднее лагунно-материковые осадки, объяснимые, повидимому,

как образования больших потоков и дельтовых областей, где развивалась единственная в своём роде фауна панцырных рыб. Лишь в верхнем девоне на сравнительно короткое время с юго-востока нахлынуло море, оставившее при своём отступлении такую типичную породу высыхающих лагун, как гипс.

Все последующие палеозойские, мезозойские и кайнозойские периоды не оставили осадков в области территории ЭССР. По всей вероятности, во все эти неизмеримые периоды здесь была суша, и преобладала денудация. Приходится думать, что первоначальное распространение девонских отложений было шире, чем теперешнее: недостающее снесено за этот долгий промежуток времени. Несомненно также, что многие черты рельефа коренных пород вырабатывались именно в эту эпоху.

Залегание коренных слоёв.

Чтобы получить представление о залегании слоёв коренных пород, необходимо сопоставить вышеприведённую таблицу слоёв с картой их выходов, приложенной к настоящей работе (карта II). При этом легко заметить, что выходы отдельных слоёв образуют в северной части ЭССР узкие полосы, которые, несмотря на некоторую извилистость, в общем протягиваются с запада на восток. Этим уже определяется простирание слоёв (за исключением девона).

Направление же падения слоёв определяется при помощи следующего соображения. Мы видим, что выходы кембрийских слоёв занимают северное побережье; по направлению к югу за ними следуют выходы более молодых ярусов ордовика и готланда. Это возможно только в том случае, если падение слоёв направлено на юг. Величину угла падения по карте определить невозможно, — она установлена при помощи буровых данных и является небольшой, порядка ¼° или 3—4 метра на 1 км. Девонские слои не налегают на силурийские параллельно: северная граница выхода девона пересекает границы выходов силурийских слоёв под острым углом. Это указывает на то, что простирание девонских слоёв не совпадает с таковым силурийских отложений: девон налегает на силур трансгрессивно. Его простирание у нас имеет направление с северо-востока на юго-запад, а угол падения вероятно имеет несколько бóльшую величину, чем у более древних отложений. Точно её определить трудно, так как нет достаточного количества буровых данных. Направление падения, по всей вероятности, юго-восточное.

Падение слоёв обнаруживает местами отклонения от приведённых данных: в отдельных местностях можно наблюдать как более, так и менее значительные углы падения. Так, например, на полуострове Нинасе (остров Сааремаа) можно наблюдать угол падения в 9° на юг на протяжении около одного километра. В районе горючих сланцев обнаруживаются по буровым данным некоторые нарушения в залегании слоёв, — имеются небольшие синклинали и антиклинали, отдельные довольно заметные флексуры, небольшие сбросы. Недалеко от Тойла в уступе глинта видно небольшое, но резкое нарушение залегания слоёв; за последние годы такие же нарушения были неоднократно обнаружены при разведках в районе глинта.

Всё это указывает на то, что в деталях необходимо очень тщательно и точно определять залегание слоёв в каждом отдельном случае. На больших же расстояниях эти неправильности взаимно уравновешиваются, и для общих подсчётов вышеуказанный угол падения ¼° является вполне приемлемым.

Более крупные нарушения, которые указывали бы на более значительные орогенетические события на территории ЭССР, отсутствуют.

Перечисленные выше незначительные отклонения от правильного залегания приходится отнести на счёт менее интенсивных напряжений в земной коре, напряжений скорее эпирогенетических, чем орогенетических. В связи с этим необходимо указать на системы диаклаз — вертикальных трещин давления, которые прорезывают всю толщу осадочных пород и особенно ярко бросаются в глаза в известняках ордовика и готланда (нижнего и верхнего силура).

Наблюдаются две системы взаимно перпендикулярных диаклаз: менее сильно выражены меридиональные трещины, сочетающиеся с широтными, между тем как северо-западные, сочетающиеся с северо-восточными, выражены яснее. Эти системы диаклаз имеют практическое значение в различных отношениях: они облегчают, например, закладку каменоломен и обработку строительного камня, они превращают известняки, сами по себе непроницаемые для воды, в водоносные. Следствием этого же явления можно считать и развитие карста, довольно распространённого в известняках ЭССР.

Наконец, признаком некоторых нарушений в спокойном течении геологической истории нашей страны является существование явных следов полиметаллического оруденения гидротермального типа в северной части уезда Вильяндимаа.

В общем итоге надо признать, что все эти нарушения залегания

и приложенные при этом силы малозначительны, так как они не имели последствием сильного диагенетического или метаморфического видоизменения первоначально отложенных осадков. Нижнекембрийская синяя глина является, например, такой же пластичной, как четвертичные глины, и не обнаруживает никаких признаков уплотнения в сланцы. Это указывает, в общем, на значительный тектонический покой за все времена геологической истории, начиная с кембрия.

Четвертичные отложения.

Как выше было указано, обнажения коренных пород распределены весьма неравномерно. Причиной этого является то обстоятельство, что поверхность коренных пород обыкновенно покрыта наносами, мощность которых варьирует в значительных пределах. В северной части ЭССР и на островах нередко встречаются альвары, т. е. пространства, где поверхность коренных известняков совсем не покрыта или покрыта только несколькими сантиметрами почвенного слоя. В громадном же большинстве случаев наносы состоят из рыхлых, несцементированных песков, глин, галечников, гравия и их смесей в различных соотношениях, а также из болотных образований торфа, сапропелей, мергеля, охры и т. д. Мощность этих наносов обычно не более 1—2 метров, иногда доходит до 4—5, а при наличии форм поверхности, благоприятствующих накоплению, достигает нескольких десятков метров.

Генетически эти наносы являются образованиями самых последних и сравнительно очень непродолжительных геологических эпох (ледникового и послеледникового времени), образующих вместе т. н. четвертичный период. Продолжительность послеледникового времени у нас можно считать немного более 10 000 лет; продолжительность же ледникового времени с его несколькими оледенениями и межледниковыми эпохами определяется в 650 000 лет. По сравнению со временем, прошедшим от начала кембрийского периода, определяемым в 500 миллионов лет, это совсем небольшие величины. Тем не менее наносы играют сравнительно большую роль в геологии страны как в теоретическом, так и в практическом отношении. Они позволяют расшифровать ход геологических событий сравнительно недавнего прошлого с такой детальностью, какая недостижима относительно более древних отложений; они содержат много полезных ископаемых, особенно стройматериалов и топлива; они же имеют громадное значение для земледелия в качестве подпочвенного слоя.

Ледниковый период и ледниковые отложения.

Ледниковый период двояким образом повлиял на строение поверхности ЭССР: с одной стороны, медленно продвигавшийся ледяной покров 2—3-километровой мощности денудировал и снёс часть ранее возникших отложений, с другой стороны, во время таяния, он оставил обильные моренные отложения.

Размеры денудирующей работы материкового ледяного покрова нам ещё не во всех деталях ясны: мы не знаем, каков был рельеф территории ЭССР до ледникового периода, и какие изменения в этом рельефе являются результатом действия льдов. Несомненно, что действием ледников и ледниковых вод были вырыты в коренных породах долины различных размеров. При общей денудации более устойчивые части коренных пород, как, например, рифовые образования, были отпрепарированы и остались в виде останцев или свидетелей. Вырытые углубления позднее могли быть заполнены и погребены отложениями того же ледника. То же самое могло случиться с останцами. Поэтому те углубления и возвышенности, которые мы ещё можем наблюдать, дешифрируя их в качестве ледниковых образований, представляют лишь известную часть таковых. При буровых работах наблюдаются, например, случаи обнаружения в коренных породах углублений до 100 метров, наполненных ледниковыми осадками (устье реки Вяана, полуостров Сырве на Сааремаа). Поэтому одной из задач геологической разведки является детальное выяснение мощности ледниковых отложений и наносов вообще. Это необходимо как для разрешения инженерно-геологических проблем, так и при поисках полезных ископаемых в наносах. Во многих местах результаты денудирующей работы материкового льда наблюдаемы в виде характерных форм поверхности. В первую очередь это — ледниковые долины (как более широкие «первобытные» долины, так и узкие «долины-рвы»), очень распространённые в области девонских отложений на юге ЭССР и реже встречающиеся в области плитняков на севере. Образование этих долин следует приписать не прямому механическому действию ледника, а эрозии талых вод. Прямым выпахиванием ледника были образованы повидимому те обширные низины, которые мы находим в северо-западной ЭССР рядом с отпрепарированными альварными площадями.

Отложения ледникового времени являются весьма различными по своему составу и образуют разнообразные формы рельефа. В качестве основного факта необходимо считаться с тем, что осадки могли отложиться на месте только после стаивания ледникового покрова, на краю

его. В конце ледникового периода ледяной покров таял постепенно, стягиваясь как в горизонтальном, так и в вертикальном направлении. Наблюдая образовавшиеся в конце ледникового периода отложения, мы получаем представление о том, как край ледникового покрова постепенно отступал с юга на север. Это отступление не было однако равномерным: иногда имели место продолжительные остановки.

В результате такого неравномерного движения возник целый ряд т. н. маргинальных образований, нагромождённых у края ледника, которые, таким образом, отмечают доныне положение этого края в ландшафте. В промежутках между этими маргинальными образованиями или конечными моренами широко распространена донная или основная морена (см. карту III). Признаком этой последней является состав из материалов самой различной зернистости: глины, песка, гравия и валунов, обычно несортированных и неслоистых. Донная морена может быть более песчанистого или же более глинистого состава, до пластической глины включительно, почти без включения камней. В смысле форм поверхности донная морена образует волнистый и слабо холмистый ландшафт. На глинистой донной морене образовались в нашей стране самые плодородные почвы.

Наряду с донной мореной распространены сортированные флювиогляциальные отложения в виде диагонально-слоистых песков или гравия, как и в виде ленточных глин. Общим признаком всех этих отложений является ясная слоистость вследствие сортировки в текучей воде. Слоистость ленточных глин несколько другого происхождения: они осаждались в стоячих водоёмах у края ледника, и их слоистость зависит от периодичности в притоке талых вод в течение года. Мы их находим на дне обширных и ровных низин в западной и северной части ЭССР. Пески и гравий, также часто осаждавшиеся в водных бассейнах, образовали, однако, другого рода формы рельефа — соответственно свойствам, придаваемым им их зернистостью. Мы часто находим их в виде обширных и мощных нагромождений, песчано-галечных ледниковых дельт (район Таллинн-Нымме и на десятки километров к югу от этого района) или родственных этим образованиям песчаных зандров (район Аэгвийду). Очень распространены песчано-галечные валы (озы), образовавшиеся параллельно краю ледника (маргинальные озы, напр. оза Куремяэ-Ийсаку), или же перпендикулярно к нему (радиальные озы у городов Раквере и Тапа); последние маркируют положение системы трещин в краевой зоне материкового

льда. Громадными песчано-галечными флювиогляциальными образованиями являются уже выше упомянутые моренные ландшафты в районах Отепяа и Хаанья.

Такие же ландшафты, но меньших размеров, распространены в различных районах территории ЭССР. Некоторое сходство с этими холмистыми ландшафтами имеют районы камовых холмов с преимущественно песчаным материалом, осаждённым талыми водами, в краевой, «мёртвой» зоне материкового льда (стрельбище к северу от Петсери, район к северу-западу от озера Вагула и т. д.)

По сравнению с этими, в известном смысле хаотическими холмами камов, друмлины представляют более правильные формы, расположенные группами и всегда строго ориентированные по странам света (как было указано выше). Правильными являются и эллиптические контуры оснований друмлинов, плавны их поперечные и продольные разрезы. Они состоят обычно из песчано-галечного сортированного материала, но нередки и моренные друмлины, так же как и т. н. рокдрумлины, заключающие в себе ядро из коренных пород.

В средней части ЭССР можно выделить целую зону, где имеются различные группы друмлинов разных направлений и размеров. Севернее этой зоны простираются озы, а южнее — важнейшие ландшафты моренных холмов. Что касается генезиса друмлинов, то они возникали обычно на тех площадях, где интенсивно продвигались ледниковые «языки». Форма друмлинов объясняется выпахивающим действием ледника в области уже отложенной морены или флювиогляциальных отложений. Выпахивающее действие ледника может иметь последствием захват громадных глыб коренных пород (в несколько десятков тысяч кубометров) и перемещение их целиком на расстояние многих километров. Уступ глинта представлял, очевидно, удобную возможность к захвату таких целиковых глыб, так как мы находим таковые недалеко от глинта, например в Вайварских «Синих Горах» и восточнее их, около Нарвы. Такие глыбы, т. н. «отторженцы», отмечены и в других местах, например на острове Сааремаа. Не лишены значения и большие эрратические валуны, рассеянные преимущественно на севере ЭССР. Эти валуны дают единственную возможность добывать на месте кристаллический каменный строительный материал; они ценны также как материал для памятников и т. д.

В последние годы на территории ЭССР обнаружена особая категория ледниковых отложений: это межледниковые сапропели и торф, а также тонкослоистые песчано-глинистые осадки. Подробно

изучено одно месторождение около 40 км южнее Тарту, у Рынгу, но справочные данные имеются и о ряде других месторождений в южной части ЭССР.

В северных районах нашей страны нахождение межледниковых осадков вообще менее вероятно, потому что здесь мощность наносов меньше. Чем дальше к северу, тем большее значение имеет ледниковая денудация, чем дальше к югу, тем сильнее выражена аккумуляция. Особой проблемой представляется возможность нахождения межледниковых органических осадков к северу от уступа глинта. На этом придётся подробнее остановиться при разборе вопроса о природных газах в ЭССР.

В Швеции и Финляндии отступание ледникового покрова прослежено с большой подробностью. Установлены годичные положения ледникового края и, с известной точностью, продолжительность остановок в отступании ледника, например, на конечных моренах Салпаусселкя.

У нас эта летопись отступания ледникового покрова с такой точностью ещё не разработана. Для этого потребуется подробное изучение ленточных глин и более детальная съёмка четвертичных отложений. Но важнейшие фазы отступания последнего ледникового покрова можно установить по гирляндам конечных морен и других маргинальных образований, которые отмечены на карте четвертичных отложений (карта III).

Послеледниковое время и его отложения.

Из предыдущего уже ясно, что ледниковое время на территории ЭССР закончилось не вдруг и не везде сразу. Отступание ледникового края с юга ЭССР до Финского залива продолжалось несколько тысячелетий. В то время как на юге уже наступило послеледниковое время, на севере ещё властвовали ледники. Поэтому первые фазы послеледникового времени на территории ЭССР не являются строго синхроничными.

Рассматривать историю позднеледникового и послеледникового времени, это значит заниматься следующими явлениями: 1) распространение и фазы ледниковых озёр; 2) изменение климата и история лесов; 3) эпирогенетическое поднятие Фенноскандии; 4) история Балтийского моря; 5) доисторические культуры человека, заселившего освобождённую от льда территорию.

1. При отступании ледника, перед его краем, в зависимости от строения поверхности, талые воды образовали обширные водные пространства. Эти т. н. *ледниковые озёра* постепенно изменяли свои контуры и высоту своего уровня, что можно проследить по осадкам и береговым образованиям этих озёр. На дне таких озёр в первую очередь осаждались ленточные глины, а позднее большое значение имели лессообразные мелкозернистые осадки. Прибой волн и давление льда вырабатывали по берегам этих озер типичные береговые валы, уступы, накопления валунов и т. д. Такие береговые образования можно теперь видеть на высотах до 100 м выше уровня моря. В бассейнах озёр Пейпси и Вирцъярв в настоящее время можно обнаружить отложения древних ледниковых озёр на обширных пространствах. Равным образом в районе, прилегающем к конечным моренам, проходящим по линии Аэгвийду—Пайде—Лелле, имеется обширная болотистая и лесистая полоса распространения осадков ледникового озера.

2. Ледниковые озёра следовали непосредственно за краем ледника и были образованиями сравнительно недолговечными. За ними следовала суша, биогеографический режим которой определялся каждый раз климатом. Несомненно, что за ледником следовала *тундра*, за тундрой леса, примерно, в такой же последовательности, как мы теперь видим их на севере СССР. Эту последовательность состава лесов, а, значит, и последовательность климатических условий можно было проследить при изучении геологии болот, в которых сохранилась пыльца анемофильных лесных растений. При помощи метода анализа пыльцы выяснена история лесов, и установлены климатические периоды послеледникового времени вплоть до современной эпохи.

3. Параллельно с отступанием ледника, изменениями климата и флоры протекали другие вековые процессы, оставлявшие глубокие следы в геологической истории страны. Эпирогенетическое поднятие кристаллического щита Фенноскандии отразилось и на нашей стране. Центр поднятия находился в Ботническом заливе, где абсолютное поднятие достигает почти 300 м. Изобазы поднятия к периферии понижаются, доходя до нуля в Рижском заливе. Скорость поднятия была наибольшей непосредственно после таяния ледяного покрова и постепенно уменьшалась. В настоящее время северо-западные окраины ЭССР поднимаются со скоростью примерно 3 миллиметров в год, в то время как на юго-востоке поднятия не наблюдается вовсе.

Главное геологическое воздействие этого поднятия земной поверхности состояло в том, что оно вызвало значительные изменения в конфигурации морей и крупных водоёмов, соприкасающихся с Фенноскандией.

4. Это особенно ярко сказалось на истории Балтийского моря. При отступании ледяного покрова до горы Биллинген в средней Швеции, существовавшее тогда Балтийское ледниковое озеро получило сообщение с океаном; его уровень упал в несколько приёмов на целых 75 метров, и солёные океанские воды получили доступ в Балтийское море. Эта стадия, называющаяся Ольдиевым морем, продолжалась до 6650 года до нашей эры. С течением времени вековое поднятие суши закрыло сообщение с океаном через среднюю Швецию, и Балтийское море превратилось в пресноводное Анцилловое озеро (6650—4300 лет до н. эры). Когда же открылось сообщение с океаном через нынешние Датские проливы, то образовалось Литориновое море. С переменами в режиме солёности Балтийского моря были связаны трансгрессии и регрессии, выражавшиеся различно в различных частях этого моря в виду неравномерного поднятия суши. На территории ЭССР хорошо выражены берега трансгрессии Анцилового озера и Литоринового моря. Первые достигают высоты 36, вторые — 25 м над современным уровнем моря в северо-западной ЭССР. Чем дальше на юго-восток, тем больше понижаются береговые линии этих стадий Балтийского моря. Береговые образования Литоринового моря достигают уровня современного моря на линии Рига—Псков, тогда как берега Анцилового озера достигают этого уровня на линии Хейнасте—Тарту. Таким образом в послеледниковое время весьма значительная часть территории ЭССР была залита водой и подвергалась действию волн, что, конечно, весьма сильно видоизменило строение поверхности и наносы данных районов. Последствия этих видоизменений в такой мере сказываются на природных и экономических условиях, что имеется полное основание для подразделения территории ЭССР на «подводную» и «надводную» области.

5. В послеледниковое время произошло заселение территории ЭССР человеком, который развил здесь доисторические культуры. Следы этих культур в виде археологических находок встречаются в послеледниковых отложениях и способствуют более точной датировке этих отложений.

Послеледниковое время было временем развития почв, так как раньше из-за мощного ледникового покрова образование почв не могло

иметь места. С другой стороны, биогенные осадки в озёрах и болотах также относятся только к этому послеледниковому времени. В числе этих осадков находится целый ряд полезных ископаемых, как, например, торф, сапропели и др. Таким образом послеледниковое время, несмотря на небольшую продолжительность, имеет большое значение для экономической жизни страны.

ГЛАВА II.

Подземные воды.

Горизонты грунтовых вод.

Грунтовые воды можно рассматривать, как полезное ископаемое, которое заполняет поры и пустоты каменных пород, и распространение которого зависит от распределения этих пор и пустот. Так как пористость каменных пород является свойством их, зависящим от состава, происхождения и возраста, то ясно, что вопрос о грунтовых водах теснейшим образом связан с геологией известного района.

Считаясь с главными чертами геологии ЭССР, необходимо, прежде всего, грунтовые воды, содержащиеся в наносах, отграничить от вод, содержащихся в коренных породах. Относительно последних, в свою очередь, имеются полные основания полагать, что грунтовые воды в девонских слоях отграничиваются от таковых в силурийских, а эти в свою очередь от кембрийских. В последующем мы будем рассматривать подземные воды в этом стратиграфическом порядке, сверху вниз.

Грунтовые воды в наносах (I горизонт грунтовых вод).

Как мы видели в общей части, наносы на территории ЭССР весьма неоднородны как по составу, так и по мощности. В непосредственном соседстве с голыми поверхностями известняка могут встречаться пески и гравии с большим объёмом пор, мощностью в несколько десятков метров, содержащие воду, или же мощные глины или моренные суглинки, непроницаемые для воды. Мощность наносов зависит при этом как от форм самой поверхности, так и от форм углублений в коренных породах. Таким образом, не может быть и речи о каком-либо непрерывном горизонте грунтовых вод в наносах. Только на ограниченных пространствах последние приобретают значение в качестве изоляторов подземных вод.

Приведём отдельные примеры.

1. Потоки подземных вод в долинообразном углублении в коренных девонских отложениях, наполненных четвертичным песком и гравием, в городе Тарту.

Водопровод города Тарту получает воду из т. н. источников Мелтси с левой (северной) стороны реки Эмайыги. В виде этих источников частично выходит на земную поверхность мощный поток подземных вод из ледниковых отложений, наполняющих долинообразное углубление в девонских красных песчаниках. Это углубление простирается поперёк долины Эмайыги через территорию города по линии Раади—Маарьямыйса; в ширину оно имеет около 300 м, в глубину — свыше 50 м. Углубление настолько заполнено флювиогляциальными песками и гравием, что его рельеф совершенно не отражается на формах поверхности земли. Дебит источников определён в 38,5 литров в секунду. При опытных откачках был определён дебит в 82 л/сек, причём уровень грунтовой воды понизился на 1 м. Качество воды характеризуют следующие данные: незначительное содержание железа, жёсткость в 16°—18°, отношение кальция к магнию 3:1, сухой остаток 350 миллиграммов в литре. Это вполне удовлетворительная питьевая вода. Водопровод города Тарту был основан в 1929 г. в расчёте на эти источники после обсуждений и исследований, продолжавшихся десятки лет. Согласно проекту, водопровод должен давать 4 миллиона литров воды в сутки или 47 л/сек.

С правой стороны реки Эмайыги (с юга) в том же скрытом долинообразном углублении также имеется поток подземных вод, который вытекает на земную поверхность в виде менее обильного источника Ботанического сада. Качество воды такое же, как и в источниках Мелтси.

Подобное же скрытое углубление, но значительно бóльших размеров, простирается от Раади по направлению к Яама. При бурениях в нём обнаружены ледниковые отложения мощностью свыше 80 м. Текущая в этих отложениях грунтовая вода по качеству оказывается мягче предыдущей; о количестве её данных не имеется.

Так как эти скрытые углубления, наполненные ледниковыми отложениями, имеющими большой объём пор, пересекают глубокую долину реки Эмайыги, то грунтовые воды этих отложений текут по направлению к долине этой реки. О происхождении и районе питания этих подземных вод пока нет достаточных сведений. Принимая

во внимание довольно большую жёсткость воды, можно думать, что воды источников Мелтси собираются главным образом из ледниковых отложений, богатых известняковым материалом. Нет, однако, оснований полагать, что эти воды изолированы от вод девонских песчаников, которые в районе Тарту также являются жёсткими.

2. Грунтовые воды в песчаной флювиогляциальной гряде в окрестностях Куртна.

В связи с водоснабжением сланцевой промышленности, в 1943 г. обратились к изучению вопроса о том, не годятся ли грунтовые воды в песчаных отложениях флювиогляциальной гряды в окрестностях Куртна для удовлетворения потребностей названной промышленности. Эта песчаная гряда является маргинальным образованием значительных размеров и со сложным строением поверхности. Она расположена к югу от ст. Ору и имеет общее направление с севера на юг. По буровым данным она нагромождена на глубокой рытвине в известняках коренных нижнесилурийских отложений. Глубина этой скрытой рытвины в северном её конце достигает 25 м. Максимальная относительная высота гряды около 30 м, ширина колеблется в пределах 2 км, а длина достигает 15 км.

В 1943 году на отрезке этой гряды, около 6 км длиною, было пробурено 24 скважины для исследования подземных вод. Ближайшее изучение этих скважин показало, что мощность песчанистых отложений гряды местами превышает 50 м. По составу это преимущественно мелкозернистый и среднезернистый песок. Поры гряды наполнены водой, но пока не произведено ни опытных откачек, ни анализов воды. Нивеллировкой скважин и промерами уровня воды установлено, что последний находится на той же высоте, как и уровень воды окружающих озёр. Произведённый грубый расчёт показал, что кубатура песков на пространстве около 2·6 км равна 250 милл. кубометров, из которых около $\frac{2}{3}$ наполнены водой. Принимая объём пор за 40%, весь запас грунтовой воды на этом участке можно определить примерно в 60 миллионов кубометров.

И в этом случае вполне вероятно, что грунтовые воды гряды непосредственно сообщаются с грунтовыми водами коренных известняков. Считаясь с большим массивом водоносных песков, в районе которых встречается целый ряд открытых водоёмов в виде озёр, следует признать, что именно в наносах мы имеем здесь значительный запас грунтовых вод, который может быть использован для нужд промышленности.

3. Резервуары грунтовых вод в отложениях флювиогляциальных песков и гравия имеются и в других местностях.

В качестве примера можно указать на гряды Синиаллику около Вильянди, где у подножия песчано-галечной гряды вытекает ключ Синиаллик, широко известный не только в ближайших окрестностях, но и во всей стране (дебит 11,8 л/сек).

Песчано-галечная гряда простирается здесь вдоль по дну ледниковой ложбины; считаясь с геологией и геоморфологией местности, весьма вероятно, что гряда с её большим объёмом пор представляет удобный путь для собирающихся в ложбине грунтовых вод.

В качестве другого примера укажем на ключи Пэйтсе на острове Сааремаа, которые расположены у подножия восточного склона возвышенности Кодарамяги. Эта возвышенность ледникового происхождения и в основном песчано-галечного состава содержит, повидимому, большие запасы грунтовых вод.

Аналогичные явления мы наблюдаем непосредственно к югу от города Таллинна, где простираются обширные и мощные отложения ледниковых дельт. Из их крутых северных склонов вытекают обильные источники (у Мяннику и Мустамяэ).

4. В качестве естественных резервуаров грунтовых вод можно рассматривать и аллювиальные отложения пойменных речных терасс, состоящие обычно из песков. Здесь же нередко залегают слои торфа и мергели. Все эти отложения проницаемы для воды и обладают большим объёмом пор; они принимают в себя как атмосферные, так и ключевые воды со склонов долин, а также воды самой реки, особенно во время половодья. Вследствие всего этого уровень грунтовых вод на дне этих долин весьма близок к земной поверхности, достигая иногда её уровня и даже превышая его. Эти воды являются наиболее доступными в поселениях, основанных на дне таких долин. В 1927 г., например, из 2229 колодцев города Тарту (в долине реки Эмайыги) одна треть питалась водой указанного происхождения.

Эти грунтовые воды, близкие к поверхности земли, вместе с тем и легче всего могут быть загрязнены поверхностными и канализационными водами, поэтому пользоваться ими в качестве питьевой воды вообще нежелательно. Как раз условия водоснабжения в городе Тарту дают явные показания против такого их использования. В малозаселённых местностях загрязнение этих вод незначительно, и они

вполне могут быть использованы как для снабжения жителей, так и в особенности для промышленных предприятий.

Сказанное относительно пойменных долин рек вполне может быть применено и к бассейнам озёр, окружённых послеледниковыми и ледниковыми отложениями. В качестве примера можно указать на песчаные отложения по северо-западному берегу озера Юлемисте у Таллинна, в которых установлен богатый поток грунтовой воды, фильтрующейся из озера. Произведены исследования с целью выяснения, насколько этот поток может быть использован для водоснабжения города Таллинна.

Воды неглубоких колодцев.

Деревенские селения ЭССР и большая часть городов получают питьевую воду из колодцев небольшой глубины. Вода этих колодцев в основном несомненно вытекает из наносов, однако нередко колодцы проникают и в коренные породы. Гигиенический институт Тартуского университета собрал обширный материал об этих колодцах и опубликовал его в санитарно-топографических описаниях по районам (в 1928—1938 гг.).

В этих описаниях, правда, не содержится ни профилей колодцев, ни данных о происхождении и дебите вод, но имеются результаты анализов, дающие представление о качестве воды. Круглым счётом для 3000 колодцев определены pH, потребность в кислороде (O_2), содержание N_2O_3, N_2O_5, NH_3, Fe_2O_3, Cl, CaO, MgO, жёсткость в немецких градусах и годность воды вообще. Из числа испытанных проб воды вполне удовлетворительными оказались 33%, сомнительными — 36% и негодными — 31%. Вполне вероятно, что большинство сомнительных и неудовлетворительных вод являются таковыми вследствие загрязнения со стороны, так что приведённые проценты отражают главным образом плохое устройство и состояние колодцев. В какой мере недостатки воды являются следствием естественных условий, осталось нерешённым. Во всяком случае ясно, что при потреблении грунтовых вод, близких к поверхности земли, необходима большая осмотрительность.

На основании довольно многочисленных анализов можно всё же сделать несколько общих заключений относительно характера этих вод. Так, оказывается, что жёсткость вод в районах коренных известняков больше, чем в районах коренных девонских песчаников.

Жёсткость воды колодцев глубиной в 5 м и больше в среднем является по районам следующей (в скобках число колодцев; названия районов распространения известняков и доломитов напечатаны вразрядку):

Сааремаа (75)	— 23,3°	Сев. Тартумаа (25)	— 21,9°
Сев. Пярнумаа (40)	— 23,1°	Южн. „ (75)	— 18,0°
Ляанемаа (50)	— 18,7°	Харьюмаа (50)	— 17,6°
Ярвамаа (30)	— 20,0°	Вирумаа (25)	— 17,9°
Сев. Вильяндимаа (15)	— 20,6°	Валгамаа (50)	— 16,1°
Южн. „ (45)	— 17,7°	Вырумаа (50)	— 16,4°

Петсеримаа (35) — 21,4°

Повидимому, и в этих поверхностных грунтовых водах отражается богатство коренных пород карбонатами. В этом смысле особенно интересно, что карбонатные коренные породы района Петсеримаа отражаются на цифре жёсткости, хотя и не вся территория района расположена на них.

Укажем ещё на данные по хлору в этих анализах. Хотя высокое содержание хлора встречается спорадически в различных местах и указывает на наличие загрязнений, всё же заслуживает особого внимания большое содержание хлора в колодцах городов Куресссаре и Пярну. В Куресссаре отмечено наибольшее содержание хлора в воде одного из самых глубоких колодцев (700 мг/лит). В Пярну также имеют солоноватую воду не только мелкие колодцы. Весьма вероятно, что высокое содержание хлора в колодезной воде этих районов является следствием содержания соли в коренных породах, каковое следует предполагать на основании данных геологии (о чём ниже будет сказано несколько подробнее).

Об источниках.

По источникам можно было бы составить себе представление о грунтовых водах не только в наносах, но и в более глубоких слоях. В Эстонии были сделаны попытки собрать соответственные данные. С одной стороны, Управление Государственных Парков провело в 1936—37 годах анкету об источниках, с другой стороны, сотрудники Гидрологического Бюро в 1940 году произвели осмотр большого числа источников. Анкета основывается на сведениях, полученных от заведующих школами и лесничих; она охватывает несколько тысяч источников.

Результатом работы Гидрологического Бюро является список почти 500 источников, причём зарегистрированы абсолютные высоты, температуры и дебит воды. Анализ воды отсутствует, как и описание геологической обстановки в каждом отдельном случае. Поэтому собранные данные не могут быть в полной мере использованы для характеристики наших грунтовых вод. Если бы оказалось возможным нанести эти данные на топографическую карту большого масштаба, то во многих случаях можно было бы сделать заключения о происхождении источников из определённого горизонта грунтовых вод, а по качеству воды источника установить качество воды определённого горизонта.

Вышеприведённый пример водоснабжения гор. Тарту показывает, что источники способны снабжать питьевой водой крупные населённые пункты. В числе зарегистрированных источников имеется ряд таких, дебит которых достигает 70—100 л/сек и даже больше. В подавляющем большинстве случаев ключевые воды охарактеризованы как хорошие; немногие имеющиеся анализы подтверждают эту оценку.

В некоторых случаях указывается, что ключевая вода имеет запах сероводорода, напр. в уезде Ляанемаа около Лихула, в Паатсалу и в селении Ванамыйса. Происхождение этого запаха можно объяснить тем, что в подземной среде происходит разложение пирита, особенно под влиянием кислых болотных вод. Пирит встречается повсеместно в известняках, доломитах и песчаниках в виде конкреций, кроме того он имеется почти во всех плитняках в мелкораздроблённом виде. Особенно богат пиритом Яниский мергель, который является коренной породой именно в той части уезда Ляанемаа, где расположены вышеуказанные источники.

Кроме того, в воде источников нередко содержится железо, особенно в болотных местностях, где имеются накопления болотных руд. Анализы воды двух источников в Пярну показывают содержание сульфатов кальция и магния. Карбонаты имеются во всех источниках. Иногда указываются солоноватые воды, но последние обычно присущи приморским местностям. Вообще же можно сказать, что данных о более значительной минерализации источников не имеется. Вместе с тем, однако, следует указать, что исследование ключевых вод ещё не проведено в достаточной мере.

Подземные воды девонских слоёв (II горизонт грунтовых вод).

После наносов следующими по возрасту являются коренные девонские породы. Из девонских пород, в свою очередь, самыми молодыми

являются верхнедевонские мергели, доломиты и известняки с перекрывающими их глинами и гипсом (слои Городищенские, Изборские и Дубниковские, соответствующие Снетогорским, Псковским, Чудским и Шелонским слоям Ленинградской области). Общая мощность этих слоёв достигает 60 метров. Так как породы являются трещиноватыми, то в этих слоях возможны накопления больших количеств подземных вод. О существовании таковых свидетельствуют многоводные источники, вытекающие из доломитовых мергелей, залегающих в основании Городищенских слоёв у Старого Изборска, на склоне глубокой ледниковой долины. Дебит наибольшего из этих источников 274 лит/сек., между тем как два других источника добавляют к этому ещё 40 л/сек. Это, повидимому, самые многоводные источники, бьющие из коренных пород, выходящих в ЭССР и по соседству. На запад от Изборска, в пределах уезда Вырумаа, на выходах этих слоёв имеется также несколько довольно многоводных источников. Таковы, например, три источника у мельницы Саарласе в волости Рыуге с общим дебитом 17,8 л/сек. и источники в парке селения Лооси с общим дебитом 19,4 л/сек.; в селении Илли у мельницы Ору из трещин коренных плитняков также вытекают многочисленные источники с общим дебитом в 125 л/сек.

Других, более подробных сведений о грунтовых водах этого комплекса слоёв в пределах ЭССР не имеется. Вообще же можно сказать, что этот горизонт грунтовых вод, обозначенный нами II-а, не имеет большого значения в пределах республики, так как соответствующие слои распространены в небольшом районе на самом юге страны и представлены лишь частью своей мощности.

Для гидрогеологии остальных, старших по возрасту, девонских слоёв важны следующие обстоятельства. Главная масса древних девонских пород состоит из малосцементированных песчаников, в которых периодически появляются прослойки глин. Мощность всего комплекса слоёв точно не установлена, но во всяком случае она превышает 200 метров. Следовательно, имеются предпосылки существования больших количеств подземных вод в этих слоях, которые прослойками глины разделяются на отдельные горизонты. Прослойки глин не являются, однако, постоянными на больших пространствах. Даже на небольших расстояниях невозможно сопоставлять слои глины в одной буровой скважине со слоями в другой. Поэтому до сих пор не установлено, какие слои глин являются более и какие ме-

нее распространёнными, а также на каких из них накопляются бо́льшие или меньшие запасы грунтовых вод.

На выходах девонских песчаников в южной части ЭССР, покрытых донной мореной, обычно такое явление, что при устройстве колодца в нём не появляется достаточно воды хорошего качества прежде, чем не дошли до «красной плиты», т. е. девонского песчаника («Ольд Реда»). Явление это легко объяснимо: обычно глинистая донная морена не содержит воды, а наоборот, задерживает проникновение как грунтовых, так и поверхностных вод. Мощность донной морены изменчива в пределах 15 метров и более. Грунтовая вода, наполняющая песчаник под донной мореной, может быть напорной. Качественно она вполне удовлетворительна.

В тех же случаях, когда поверхностные воды имеют лёгкий доступ в девонские песчаники, качество воды вследствие загрязнения бывает далеко не всегда хорошим. В качестве примера можно привести колодцы в более высоких частях гор. Тарту, дающие часто недоброкачественную воду из девонского красного песчаника.

Так как в Тарту многие колодцы различной глубины прорыты в красных девонских песчаниках, то исследование подземных вод в этом городе дало некоторые более общие представления о подземных водах среднего девона. Следуя обзору К. О р в и к у, можно указать, что количество подземных вод в красных песчаниках под Тарту вообще невелико, так как эти воды не образуют одного мощного горизонта, а разделяются на несколько менее мощных горизонтов по числу глинистых прослоек в песчаниках. В качественном отношении эти воды жёстче вод из четвертичных наносов (см. выше стр. 28) и содержат железо, которое выпадает в виде красного осадка при отстаивании воды. Отношение кальция к магнию в этой воде приблизительно 2:1.

Самые глубокие колодцы в Тарту проходят сквоз девонские красные песчаники и проникают в Наровские слои. Оказывается, что в этих слоях, между мергелисто-доломитовыми слоями, заключены водоносные светлые песчаники мощностью в 4—5 метров. Этот водоносный горизонт в Тарту расположен на глубине 50 метров ниже уровня моря; вода в нём напорная, так что в буровых колодцах она поднимается до высоты около 30 метров выше уровня моря (т. е. до уровня воды в реке Эмайыги и даже выше). На дне долины Эмайыги возможно, следовательно, устройство артезианских колодцев из подземных вод этого горизонта.

В качественном отношении воды Наровских слоёв являются наилучшими среди девонских грунтовых вод. Жёсткость их 12°—13,5°, причём отношение кальция к магнию примерно 1:1; они содержат натрий и калий в виде карбонатов и свободны от соединений азота и железа.

Из данных о глубоких колодцах города Вильянди также явствует, что из Наровских слоёв добывается достаточно воды хорошего качества. В Вильянди водоносные песчаники этого яруса залегают на глубине 20—30 м ниже уровня моря. И здесь залегающие выше слои «Ольд Реда» беднее водой, ибо в одной из скважин вода Наровских слоёв отмечена «первой жилой воды». В «Ольд Реде» под Вильянди, по буровым данным, глины и глинистые слои имеют мощность 50—60 метров, вследствие чего в этих слоях и нельзя ожидать больших запасов подземных вод. Все глубокие буровые колодцы гор. Вильянди проникают глубоко в верхнесилурийские известняки, откуда они, повидимому, получают довольно много воды. Определить количество и качество воды из отдельных горизонтов по данным гор. Вильянди невозможно. Анализ воды из бурового колодца городского водопровода показывает небольшую жёсткость (8,2°), совсем небольшие количества железа, хлора, кремневой и серной кислоты и отсутствие вредных примесей. Эта вода, повидимому, является смешанной, поступая из нескольких горизонтов.

Горизонтом подземных вод Наровских слоёв питаются по всей вероятности и колодцы южной части Пярнумаа, из которых некоторые дают артезианскую воду.

В остальных районах южной Эстонии известно около 20 глубоких колодцев, которые не проходят через «Ольд Ред» и, следовательно, питаются водами этих слоёв. По большей части это колодцы маслобоен, отчасти же железнодорожных станций. Все колодцы пробурены ударным буром, отчего разрезы являются недостаточно точными; иногда не имеется даже и этих данных. Анализов воды также нет, дебит известен только для некоторых. Отдельные, более глубокие колодцы дают 2,4—3,0 л/сек; только колодец в Вериора имеет дебит в 4,1 л/сек. Так как большинство этих колодцев снабжает водой маслобойни, то следует полагать, что качество воды удовлетворительно, ибо коровье масло очень чувствительно к недостаткам в качестве промывной воды. Для водоснабжения больших населённых пунктов буровые колодцы из «Ольд Реда» ещё не были использованы.

Для характеристики глубин колодцев в метрах приводим следующий список:

Тарвасту	38,7	Парве	68,3
Камали	43,3	Вастсе-Куусте	180,9
Хелме	72,0	Пылва	202,3
Вериора	199,2	Тилси	111,2
Сангасте	146,2	Выру (город)	59,8
Вана-Антсла	157,9	„ „	110,3
Карула	152,6	Валга	152,4
Мынисте	141,7	Петсери (город)	187,6

Для обозначения подземных вод в девонских красных песчаниках будем впредь применять сигнатуру II-b, а для Наровских слоёв — II-c.

Подземные воды в силуре (III горизонт грунтовых вод).

Слои ордовика и готланда (вообще силура) образуют в общей сложности свиту слоёв в 400 метров мощностью. Хотя известняки, доломиты и мергели, из которых состоят эти слои, сами по себе непроницаемы для воды, но, как мы видели выше (см. стр. 18), они имеют трещины (диаклазы) и вследствие этого способны содержать грунтовую воду. Считаясь с большой мощностью этой свиты, можно предположить в них большие запасы грунтовой воды.

Однако следует отметить, что вся мощность силура представлена полностью лишь на полуострове Сырве, на самом юге острова Сааремаа, где выходят самые молодые по геологическому возрасту слои готланда. Чем дальше к северу, тем больше верхних слоёв снесено денудацией, так что в уступе глинта по северному побережью Эстонии имеется всего только 10—20 метров карбонатных слоёв. Таким образом в районе выхода силура мы имеем не равномерную пачку слоёв в 400 м мощностью, а клинообразный пласт, обращённый острым концом к северу. Отсюда ясно, что запасы грунтовых вод в этих слоях тем больше, чем дальше они расположены к югу от глинта.

В разрезе глинта видно, что весь массив карбонатных слоёв подстилается диктионемовым сланцем вместе с глауконитовым песком. Эти слои непроницаемы для воды; на уступе глинта грунтовые воды повсеместно просачиваются в виде источников над глауконитовым песком и диктионемовым сланцем. Неизвестно, имеются ли среди силурийских слоёв совершенно непроницаемые. Глинистый материал содержится во многих прослойках известняковых и доломитовых мергелей, напр. в

слоях Ухаку, Йыхви, Сааремыйса, Юуру, Яани и Каарма. Имеются и небольшие прослойки глины, то таких слоёв, которые были бы непроницаемы для подземных вод, не найдено.

Гидрогеологию силура усложняет наличие карстовых явлений. Карстовые воронки и долины встречаются почти повсюду. Подобные воронки крупного масштаба имеются в Мустъяла (на острове Сааремаа), где в окрестностях Кюдема, при половодьи, подпружённые дюнными грядами воды исчезают в многочисленных карстовых воронках, сконцентрированных в четыре более крупных углубления; на расстоянии двух-трёх километров они в виде источников снова появляются на поверхности земли. Подземные реки известны в различных частях Эстонии: наиболее известен и хорошо описан подземный поток Ухаку в уезде Вирумаа; весьма известны карстовые воронки в Костивере (в волости Йыэляхтме) и река Куйвъйыги (в волости Куйвйыги), а также Салайыги в уезде Ляанемаа. В районах горючих сланцев за последнее время обнаружены карстовые пустоты в известняках, наполненные вторичной глиной, песком и нерастворимыми остатками породы, а также обломками соседних слоёв. Эти карстовые пустоты имеют размеры порядка нескольких десятков метров.

При буровых работах в известняках бур почти в каждой скважине неоднократно попадает в пустоты, размеры которых в вертикальном направлении бывают от нескольких сантиметров до нескольких десятков сантиметров. Это явление сопровождается определёнными гидрологическими явлениями при бурении: накачиваемая в скважину промывная вода часто не вытекает обратно, а исчезает в скважине. Встречаются скважины, которые фонтанируют на известной глубине, а при дальнейшем углублении снова поглощают воду.

Из всего этого видно, что известняки пронизаны пустотами, имеющими разнообразные формы и неопределённый объём, и что в этих пустотах нередко циркулирует вода. Наполнены ли они водою и напорная ли в них вода — это зависит от системы пустот и их связи между собою.

Грунтовыми водами, близкими к поверхности земли, пользуются на выходах силурийских отложений во всех деревенских и городских поселениях, где имеются колодцы, проникающие в плитняки. Выше (стр. 32) уже было указано, что воды эти сравнительно жёстки, и что они легко могут быть загрязнены поверхностными водами. К этому следует добавить, что поверхность грунтовых вод в известняках очень сильно колеблется в зависимости от количества осадков и времени

года. Это же самое явление отражается и на количестве воды, вытекающей из рудников горючего сланца в течение года. Количество воды, вытекавшей (в 1940 г.) во время половодья из шести рудников горючего сланца, было 3 м³/сек., в среднем же за год 1 м³/сек.; минимум — в сухое время года — составлял едва $\frac{1}{6}$ максимума, именно 0,471 м³/сек. Эти значительные колебания показывают, с одной стороны, зависимость поверхностных грунтовых вод от осадков, с другой же — незначительную глубину рудников, которые пока покрыты пачкой слоёв мощностью порядка двадцати метров.

Более богатые запасы и менее колеблющийся дебит следует ожидать в более глубоких слоях известняков. По этой причине мы встречаем, например, у маслобоен буровые колодцы большой глубины, по данным которых мы могли бы получить более подробные сведения о количестве и качествах грунтовых вод. К сожалению, данные эти оказываются недостаточными: все буровые колодцы пробурены ударным способом, вследствие чего разрезы слоёв являются неточными; часто и эти неточные разрезы не сохранились. Во многих случаях не имеется данных о дебите колодцев, не говоря уже о других гидрогеологических данных и техническом устройстве колодцев. Поэтому в нашем обзоре мы можем представить лишь неполную картину подземных вод в силурийских слоях.

Самые высокие слои верхнего силура (готланда) открываются по южному берегу острова Сааремаа; они имеются, вероятно, и на материке в соседних с этим островом районах, а также в окрестностях города Пярну. О подземных водах в этих слоях мы можем судить только по одному известному колодцу на полуострове Сырве, по колодцам в гор. Пярну и на полуострове Тыстамаа. Гидрогеологические данные об этих колодцах очень неполные, особенно в отношении их дебита. Несколько больше данных имеется о химическом составе их воды, в которой обнаружено довольно большое содержание хлора (до 700 мг/лит в Курессааре и до 815 мг/лит в Пярну). Содержание хлора в поверхностных грунтовых водах этих городов может происходить из морской воды (в Пярну, например, и в воде реки Пярну недалеко от моря имеется свыше 600 мг/лит хлора), чем и следует объяснять содержание хлора в большей части анализов вод из неглубоких колодцев. Однако, повидимому, и первый, более глубокий горизонт подземной воды, расположенный в Курессааре на глубине 20 метров, содержит много хлора. Здесь и жёсткость воды выше

(20°—30°). По данным бурений на воду на острове Сааремаа в 1941 г. также подтверждается, что колодцы на юге этого острова дают солоноватую воду. Приведённые факты хорошо согласуются с геологическими представлениями о происхождении этих слоёв верхнего силура, которые являются отложениями отступающего моря и поэтому иногда возникали не на дне нормальносолёных морей, а на дне лагун, где могла выпадать из раствора и каменная соль.

По тем же данным колодцы, пробурённые на севере острова Сааремаа до глубины 60 метров, содержат хорошую пресную воду. Надо полагать, что эти скважины проходят целиком средние готландские слои (J_2 и J_1) и получают свою воду уже из-под Яниских мергелей, по всей вероятности из слоёв Адавере (H). Сильно мергелистый состав Яниских слоёв (J_1) заставляет думать, что этот ярус не содержит больших запасов подземных вод.

Из Адавереских же слоёв, кроме упомянутых колодцев на севере острова Сааремаа, получают свою воду несколько колодцев на полуострове Тыстамаа, а также колодцы в Тори; в эти же слои проникают глубокие буровые колодцы г. Вильянди и, по всей вероятности, некоторые колодцы в г. Тарту, которые проходят через девонские слои. Вода в этих колодцах по всем данным доброкачественная, дебит же неизвестен.

Слои G_1 и G_3 готланда дают воду довольно большому числу колодцев; к таковым относятся, например, колодец маслобойни в Лейси на острове Хийумаа (G_2), колодцы в Тууру в волости Ридала и Раннайыэ в волости Мартна (G_2—G_3), в Вигала (G_2—G_3), Коновере (G_1—G_2), Выхма (G_2—G_3), Пуурманни (G_1—G_2), Хярьянурме (G_1—F_2), Удева (G_1—F_2) и Лихула (G_3). Дебит этих колодцев от 2,8 лит/сек (Пуурманни, Хярьянурме) до 6,9 лит/сек (скотобойня в Выхма). (Ср. карту IV.)

До слоёв Поркуни вероятно доходят: колодец спичечной фабрики в Вильянди, колодцы Вяатса (маслобойня, дебит 1,7 лит/сек), Мяйсте (невдалеке от Ракке) и Паламусе.

Число колодцев, доходящих до слоёв Сааремыйса (F_1) и проникающих в них до различной глубины, довольно велико, что вполне понятно, если иметь в виду большую мощность этих слоёв (90 м). К сожалению, нет достаточных данных, чтобы установить, не является ли определённый горизонт этих слоёв особенно водоносным. По некоторым соображениям следует думать, что большинство колодцев не проникает глубже средних мергелистых горизонтов данных слоёв. Сюда относятся колодцы в Ору, Кулламаа, Юуру, Амбла, Койги, Коэру, Пылт-

самаа, Лаэквере, Улви. До этих слоёв доходит также колодец больницы в Ямеяла (недалеко от Вильянди, в области девона). Цифры дебита в Амбла и Койги 1,7 л/сек; имеющиеся для других мест цифры ниже 1 л/сек.

Воду из Раквереских слоёв получает, вероятно, колодец школы в Тухала и один из колодцев в Амбла.

Слои Йыхви—Кейла (D_1—D_2) водоносны в Хагери—Кохила, и в них заканчивается повидимому глубокий буровой колодец Колга-Яани. Слои B_2—B_3 и C_1 являются водоносными слоями для сравнительно небольшого числа колодцев, из которых один находится в Нывa, некоторые же другие в районе горючих сланцев.

Из этого беглого обзора можно сделать вывод, что наибольшее значение в качестве водоносных слоёв в области выходов силурийских карбонатных пород имеют слои $F_{1—2}$ и $G_{1—3}$. Данные о дебите неполные, причём наибольшая цифра доходит почти до 7 л/сек. Воды довольно жёсткие, в остальном достаточно хорошие, за исключением самых верхних силурийских слоёв, где они несколько солоноватые.

Подземные воды между кембрийской синей глиной и диктионемовым сланцем (IV горизонт грунтовых вод).

Вышеописанные три более высоких горизонта подземных вод питаются главным образом атмосферными осадками, выпадающими на всей территории ЭССР, так как выходы соответствующих слоёв занимают почти всю территорию республики. Покров наносов, который мог бы препятствовать поверхностным водам проникать глубже в коренные слои, не является ни достаточно непрерывным, ни непроницаемым для воды.

Глубже следует горизонт подземной воды в слоях, выходящих на поверхность земли узкой полосой по северному побережью ЭССР. Выше было уже указано, что диктионемовый сланец вместе с глауконитовым песком изолирует с нижней стороны воды силурийских слоёв. Этот изолирующий слой особенно мощен на западе (около 10 м), между тем как на востоке он выклинивается. В окрестностях Нарвы этот слой уже, по всей вероятности, не выполняет роли изолирующего слоя, так как диктионемовый сланец редуцировался здесь до толщины в несколько сантиметров, и глауконитовый песок имеет мощность такого же порядка. Таким образом возможно, что в окрестностях

Нарвы III горизонт подземных вод сообщается с их IV горизонтом. Вообще же в большей части северной территории ЭССР эта пачка слоёв явно непроницаема. Ещё более мощный изолирующий слой расположен глубже в виде кембрийсхой «синей глины». Заключённые между этими двумя непроницаемыми слоями песчаники образуют совершенно обособленный резервуар подземных вод, который имеет видимое общение с внешним миром только в районе выходов этих песчаников в уступе глинта и в непосредственной близости от него.

Водоносными слоями являются эофитоновый и диплократериевый песчаники нижнекембрийского возраста, а также самый нижний горизонт ордовика — оболовый песчаник. Мощность этих слоёв на западе достигает 40 метров, между тем как на востоке эта мощность уменьшается до 12—13 метров. Таким образом имеются все предпосылки для существования горизонта обильной и доброкачественной грунтовой воды.

Фактически этот горизонт подземных вод питает многочисленные колодцы на севере ЭССР. Главная область распространения этих колодцев — район горючих сланцев и город Раквере (21 колодец). Вторая область — г. Таллинн (5 колодцев) и линия железной дороги в Хаапсалу и Рохукюла (8 колодцев). Отдельно расположены колодцы в Колга-Кынну (1), у целлюлозной фабрики в Кехра (1), у стекольного завода в Ярваканди (1) и в Массу (1). Последние два колодца являются самыми глубокими буровыми колодцами в ЭССР (314,6 м в Ярваканди, около 315 м в Массу).

Поскольку имеются данные об этих колодцах, эксплоатируемая ими подземная вода является весьма удовлетворительной питьевой водой. В районе Вирумаа два анализа показывают жёсткость в 14°—15°.

В буровом колодце Рохукюла вода даже очень мягкая, её жёсткость — всего 2,2°. Вода здесь напорная и поднимается в обсадных трубах высоко над диктионемовым сланцем, в одном случае даже высоко над уровнем земли (на 5,5 м в Хаапсалу). Дебит колодцев по меньшей мере 2 л/сек; но имеется и несколько колодцев с дебитом 5—7,2 л/сек. По сравнению с II и III горизонтом, этот горизонт является, следовательно, более продуктивным. В непосредственной близости с глинтом дебит колодцев из этого горизонта мал: вследствие близости выхода слоёв на земную поверхность и падения их на юг здесь отсутствуют выше расположенные резервы вод.

Подземные воды под нижнекембрийской синей глиной (V горизонт грунтовых вод).

Если водоносные песчаники IV горизонта грунтовых вод открываются узкой полосой, то водоносные породы последнего, т. е. V-го горизонта вообще не выходят на земную поверхность в пределах ЭССР. Их выходы расположены на дне Финского залива, чем отчасти и объясняется недостаточность наших сведений о составе этих слоёв. Собственно говоря, данные буровых скважин на воду являются единственным источником наших познаний в этой области, а эти материалы не дают возможности составить подробную литологическую и стратиграфическую колонку. Мы знаем только, что нижнекембрийская синяя глина преставляет собой мощный, в 80—90 м слой, в котором, однако, встречаются подчинённые слои песчаников. Под этими залегают на глубину до 100 м в основном песчаники, содержащие довольно заметные слои глины. Эти песчаники и являются водоносными породами того горизонта подземных вод, который эксплоатируется многочисленными колодцами, главным образом, в Таллинне, Нымме и Пирита. Вне Таллинна колодцы на этом горизонте имеются по побережью до Пальдиски, на полуострове Виймси, на островах Аэгна и Найссаар. Более старые колодцы имеются ещё при цементных заводах в Порт-Кунда и Асери.

В новейшее время стали строить колодцы на этом горизонте для водоснабжения больших промышленных предприятий, как, например, сланцеперегонных заводов, фосфоритного завода в Крооди и т. п.

Этот горизонт подземных вод много богаче всех других, выше расположенных горизонтов. Нередко дебит достигает 14 л/сек, в одном случае даже 27 л/сек, между тем как 8—10 л/сек являются обычными. В большинстве случаев полная мощность отдельных колодцев, повидимому, не находит применения за отсутствием надобности. Что касается качества воды, то она является мягкой (постоянная жёсткость в Порт-Кунда всего 3,5°), с небольшими количествами Cl и SO_3. Некоторые данные говорят о содержании местами в этой воде значительного количества хлора, как например, в колодцах Пирита. Возможно, что этот горизонт подземных вод подразделяется на несколько этажей, из которых часть содержит хлор. Об этом, однако, нет подробных данных.

Из Таллинских колодцев вместе с водой выходят инертные газы. Уже по этому факту можно предположить, что вода является напор-

ной, что согласуется с действительностью: в буровых скважинах вода поднимается по большей части до уровня моря или на несколько метров выше этого уровня.

Качественное и количественное сравнение горизонтов подземных вод и сводные замечания.

Из предыдущего видно, что, несмотря на неполность данных, можно различить в пределах ЭССР несколько горизонтов подземных вод, которые либо вполне, либо отчасти отделены друг от друга. Из них наиболее многоводным является самый нижний — V горизонт, из которого колодцы при достаточном диаметре дают дебиты почти до 30 л/сек хорошей по качествам воды. Пока неясно лишь, насколько постоянным является содержание в этой воде хлора: в некоторых колодцах он заметен, в других его нет. Так как V горизонт в гор. Таллинне и его ближайших окрестностях эксплоатируется уже продолжительное время в целом ряде колодцев, и уменьшения дебита пока незаметно, то следует полагать, что этот горизонт можно эксплоатировать ещё интенсивнее. Необходимость в этом имеется, особенно в районе горючих сланцев, где для водоснабжения заводов нужны надёжные, мощные дополнительные источники.

Следующий, IV горизонт подземных вод также отличается постоянством и хорошими качествами, но он менее продуктивен в зависимости от меньшей мощности водоносных слоёв. Если предыдущий, V горизонт может удовлетворять потребности крупных промышленных предприятий, то IV горизонт является подходящим для коммунального водоснабжения. Дебит колодцев из IV горизонта доходит до 7,2 л/сек. Если использовать и воду выше расположенных горизонтов, то дебит может доходить до 30 л/сек, как это видно по данным колодца стекольного завода в Ярваканди.

В настоящее время колодцы, эксплоатирующие воду этих двух горизонтов, сконцентрированы в северных районах ЭССР. И в будущем их значение велико именно для северной части Эстонии. Причина этого кроется в трудности их проложения: колодцы глубже 300 м прокладываются не так легко, и поэтому колодцев, эксплоатирующих IV горизонт грунтовых вод, трудно ожидать южнее широты Ярваканди. Для V горизонта эта полоса ещё значительно уже. Южнее широты Раквере колодцев, снабжающихся водами этого горизонта, неизвестно. Наибольшая глубина колодца здесь равна 200 м. Поэтому можно думать, что только в пределах нескольких десятков километров к югу

от железной дороги Таллинн—Нарва рационально бурить колодцы до этого горизонта грунтовых вод.

III горизонт подземных вод характеризуется сравнительно непостоянным дебитом, если иметь в виду всю площадь выходов силурийских слоёв. Это обстоятельство объясняется изменчивой мощностью массива карбонатных пород: только в более южных районах, где мощность карбонатных слоёв доходит до 100 м и более, можно предполагать большие запасы грунтовых вод. Другой причиной непостоянства является распространение карстовых явлений в этих породах, вследствие чего на близком расстоянии можно встретить как поглощающие воду, так и фонтанирующие скважины.

Наибольший известный дебит равен здесь 6 л/сек, если не считать колодцев в Вильянди, где выше расположенные горизонты могут быть причастны к увеличению дебита колодцев. Качество воды по большей части хорошее, но опять-таки встречаются исключения: имеются воды большой жёсткости, с сероводородным запахом и т. д.

В самых верхних слоях готланда можно выделить горизонт солоноватой воды III-а, которой явно отделяется от ниже лежащих горизонтов.

Как показывает пример колодца в Ярваканди, III горизонт подземных вод (в данном случае, правда, вместе с IV горизонтом) способен снабжать промышленные предприятия и селения. На широте городов Вильянди и Тарту III горизонт является тем глубоким резервуаром подземных вод, при помощи которого можно удовлетворить значительные потребности в воде.

Во II горизонте подземных вод, в девонских слоях, возможно провести некоторые подразделения.

В верхнедевонских карбонатных слоях на юго-востоке ЭССР выделяется горизонт II-а, значение которого невелико, так как площадь распространения этих слоёв ограничена.

Следующий горизонт (II-b) в среднедевонских красных песчаниках характеризуется сравнительно небольшим дебитом (наибольший известный 4,1 л/сек) и некоторым непостоянством в качественном отношении. В Тарту, например, воды этого горизонта жёстки, между тем как в Вырумаа даже в неглубоких колодцах, как и в источниках из коренных слоёв, вода отличается хорошими качествами.

Наибольшее значение воды этого горизонта имеют в районах южнее широты Тарту—Вильянди.

Подземную воду Наровских слоёв следует выделить в качестве

горизонта II-с; по колодцам в Тарту можно сказать, что это — доброкачественный и достаточно богатый горизонт подземной воды, которым питаются также колодцы в Вильянди и часть колодцев в Пярнумаа.

На эксплоатацию этого горизонта следовало бы обратить больше внимания в тех районах, где он залегает на доступной глубине, а именно на протяжении нескольких десятков километров южнее широты Тарту-Вильянди.

Если в качестве I горизонта подземных вод выделить воды в наносах, то им трудно дать общую характеристику. Выше было приведено несколько примеров использования больших количеств доброкачественной воды I горизонта. Такие случаи несомненно требуют отдельного изучения.

Артезианские воды.

Уже выше было указано, что подземные воды II-с, IV и V горизонтов являются напорными, следовательно артезианскими. Действительно, во всех известных пока случаях в колодцах V горизонта уровень воды находится приблизительно на уровне моря (в Таллинне) или даже на несколько метров выше (в Раквере +7,8 м, в Кунда +5,57 м, в Унуксе +14,24 м, в Ору +11 м, в Кивиыли +6,4 м); водоносные слои залегают при этом значительно ниже уровня моря.

То же явление наблюдается и в колодцах IV горизонта. В одном из таких колодцев в Раквере вода из-под диктионемового сланца с глубины 71,15 м поднимается до 4,09 м от устья скважины, в другом Раквереском колодце соответствующие числа 81,70 и 13,42 м, в Убья 46,98 и 9,2 м, в Кивиыли 51,40 и 8,60 м, 49,70 и 10,80 м, в Кюттейыуд 45,90 и 8,48 м, 42,60 и 5,40 м, в Кохтла-Ярве 41,50 и 10,80 м, в Кохтла 49,00 и 10,00 м, в Йыхви 81,00 и 19,00 м, 55,00 и 5,20 м, в Вайвара 27,30 и 3,80 м. В Хаапсалу вода из-под диктионемового сланца с глубины 157,3 м поднимается до 5,5 м над устьем скважины.

В Тарту фонтанируют колодцы, пробурённые со дна долины реки Эмайыги до горизонта подземной воды II-с (с глубины —50 м до высоты +30 м над уровнем моря). То же самое явление наблюдается на склоне долины в Вильянди, где колодец Вильяндиского водопровода даёт самоточную воду. Этот колодец, правда, пробуривает горизонт II-с и оканчивается в III горизонте. Самоточные колодцы в Сурью и Ристикюла явно питаются также из горизонта II-с.

Следовательно, можно считать установленным, что все три гори-

зонта самых ценных в качественном отношении подземных вод являются артезианскими.

Что касается подземных вод III горизонта, то — в зависимости от сложности явлений в содержащих их силурийских карбонатных породах — мы находим здесь артезианскую воду только местами.

Самый большой и наиболее заслуживающий внимания район артезианских вод этого горизонта установлен П. Ланнусом в системе реки Касари по речкам Теэнусе и Вигала, где на пространстве по крайней мере 19·13 кв. км, у 18 усадеб имеются артезианские колодцы, причём глубина некоторых из них доходит до 60 м. По буровым данным в одном из этих колодцев оказались пустоты между слоями, из которых и наблюдался напор воды. У целого ряда колодцев вода поднялась на 6 м выше уровня земной поверхности. Вода при этом чистая, мягкая и вкусная. Наибольший дебит в начале был 5—6,5 л/сек. Считаясь с геологической обстановкой в этом районе, можно полагать, что артезианская вода поднимается главным образом из карстовых пустот в слоях G_3, которые, может быть, распространяются и в слоях G_2. Из предыдущего видно, что эти горизонты являются водоносными слоями для целого ряда колодцев. Из карты распространения буровых скважин явствует, что из этих же самых горизонтов происходит артезианская вода колодца маслобойни Вигала в непосредственном соседстве с указанным районом и вода школьного колодца в Лихула в нескольких десятках километров дальше.

По данным И. Карка артезианские колодцы имеются у школы в Касари, в усадьбе Ляти близ реки Вигала и у ж.-д. станции Паэкюла. Все эти колодцы могут быть отнесены к тому же району артезианских вод.

В силурийской области обнаружены и другие районы артезианских вод, например, при бурениях на горючий сланец в Вирумаа, на острове Хийумаа (Таресте в волости Эммасте) и в Ристи (в волости Падисе).

В девонской области, по данным И. Карка, известен колодец селения Соору (волость Теллисте), глубиною в 18 м, вода из которого поднимается на 2 м над поверхностью земли. Возможно, что эта вода бьёт из горизонта II-с.

В заключение следует сказать, что артезианские воды на территории ЭССР не является редкостью, но во многих случаях они ещё недостаточно изучены и отчасти ещё не обнаружены.

Распространение глубоких буровых колодцев.

Приведённый обзор подземных вод дополняется прилагаемой картой распространения глубоких буровых колодцев, составленной главным образом по соответствующей карте И. Карка, с дополнениями автора (см. карту IV).

Большинство нанесённых на карту колодцев указаны по анкете, проведённой проф. И. Каркомв 1939—40 годах. Относительно уезда Вирумаа автор пополнил эти данные колодцами, пробурёнными в 1942—43 годах, и вообще обработал данные карты. Так, например, даны особые обозначения для колодцев каждого отдельного горизонта грунтовых вод; для колодцев II горизонта определён горизонт, в котором заканчивается каждый отдельный колодец и из которого, повидимому, происходит в основном его вода. Это оказалось возможным провести с известной вероятностью, пользуясь имеющимися данными о стратиграфии эстонского силура и мощности слоёв (ср. геологическую карту коренных пород и сводную колонку). Таким способом приближённо определены главнейшие водоносные горизонты в силуре, эксплоатируемые имеющимися колодцами.

Приведённые в настоящем обзоре и на карте данные являются, конечно, весьма неполными. Со временем их можно будет пополнить, собрав новые гидрологические данные о колодцах и по возможности уточнив геологические разрезы. Вообще же для окончательного выяснения гидрогеологии ЭССР необходимы систематические исследования, которые следует провести в будущем.

ГЛАВА III.

Известняки и доломиты.

О природных строительных материалах Эстонии.

Рассматривая перечень и краткую характеристику коренных пород Эстонии (гл. I), легко установить, что известняки и доломиты встречаются только в ордовике-готланде (силуре в широком смысле) и в верхнем девоне. Кембрий и бóльшая часть девона этих пород не содержат. Песчаники же этих слоёв так мало сцементированы, что совершенно не могут служить в качестве строительного камня. Таким образом, по геологической карте коренных пород без труда можно указать, в каких районах ЭССР встречается природный строительный камень в виде известняков и доломитов, и в каких районах его нет.

Ледниковые отложения содержат много валунов, среди которых встречается немало ценного в прикладном отношении материала. Только в ледниковых отложениях имеются в Эстонии граниты и гнейсы.

Известняки и доломиты могут быть достаточно хорошо охарактеризованы по слоям. В последующем, в порядке геологического возраста, приведён обзор, главным образом, тех пород, которые находят или находили применение в качестве строительного камня.

Известняки ордовика.

Нижний горизонт ордовицких карбонатных пород — это глауконитовый или мегаласписовый известняк.

Породы этого горизонта добываются на востоке, в Ленинградской области, где на реке Волхове имеются большие каменоломни, особенно в нижних зонах этих слоёв. В Эстонии его мощность гораздо меньше, чем на востоке; кроме того, условия обнажённости и выхода на поверхность земли здесь менее удобны для добычи в открытых разработках.

Этот горизонт обнажается в уступе глинта, в лежачем боку пачки известняков. Устройство каменоломни в этих условиях возможно лишь в том случае, если заодно разрабатываются и все выше лежащие слои. Вследствие этого глауконитовый известняк не добывается в каменоломнях, хотя в нём имеются слои, замечательные своей устойчивостью и зеленоватой окраской. Не разрабатывается и следующий, расположенный выше горизонт — вагинатовый известняк, залегание и условия добывания которого подобны таковым предыдущего, но порода эта более мергелиста и менее устойчива.

Только слои следующего, Асерического горизонта добываются довольно часто в небольших каменоломнях по верхнему краю уступа глинта в восточной Эстонии. На западе мощность слоёв этого горизонта совсем незначительна — до 0,2 м, между тем как на востоке она достигает 3 м и даже более. В типичном для этих слоёв месторождении, в Асери, известняк добывался в большой каменоломне, главным образом для цементного завода. Для строительных целей слои эти добываются в более значительных количествах в каменоломнях гор. Нарвы, где порода является доломитизированной, и где её мощность достигает 3,35 м.

Следующие по разрезу слои, слои Ласнамяэ, представляют собой важнейшие залежи строительного камня в ЭССР. Типичным месторождением являются большие каменоломни на Ласнамяэ у Таллинна. Из них уже в течение веков добывали камень для постройки крепостных стен и домов Таллинна, которые и свидетельствуют об естественной устойчивости этой породы. С другой стороны, эту породу больше всего изучали и лабораторно.

Полный разрез слоёв в южных каменоломнях на Ласнамяэ (по данным К. Орвику от 1940 г.) следующий:

6,20 м — серый, твёрдый, мелкокристаллический, толстослоистый известняк;
0,40 м — тёмносерый, кристаллический, немного пористый доломит;
2,10 м — серый, плотно-мелкозернистый, мергелистый известняк;

всего 8,70 м.

Рабочие каменоломен дали отдельным слоям характерные названия. Эти названия часто очень хорошо подчёркивают главные особенности слоёв, которые при поверхностном осмотре трудно заметить.

В результате рабочий разрез можно вкратце описать следующим образом (по работам К. Орвику 1940 г. и Юргенсон-Мэлс 1946 г.). В качестве хорошего строительного, тротуарного и облицовочного камня применяются залегающие на доломите известняки и самый доломит. Вблизи поверхности земли слои распадаются на пласты мощностью от 7—10 см, которые выламываются в виде крупных плит и в этом виде могут быть обработаны. Слои, лежащие глубже от поверхности земли, выламываются плитами мощностью в 20—25 см. У более мощных слоёв можно различить более устойчивую «сердцевину» от менее устойчивых, прилегающих сверху и снизу «кожных слоёв», которые содержат больше пирита и принимают при выветривании желтовато-буроватую окраску, не теряя при этом заметным образом своей твёрдости.

Петрографически эти известняки богаты разного размера обломками окаменелостей, окружённых мелкозернистой основной массой. Слои доломита состоят почти целиком из довольно однородных ромбоэдров доломита. Нижние слои, вследствие большого количества глинистых примесей, являются менее устойчивыми, почему ими меньше пользуются. Во всех известных, более крупных каменоломнях разрабатываются верхние слои, за исключением каменоломни в Пальдиски, где добывают и нижние слои (К. Орвику, 1940 г.)

Следует отметить, что описанный разрез и детали относятся лишь к типическому месторождению и лишь к западной части слоёв. На востоке разрез пачки полностью ещё не известен. В некоторых восточных каменоломнях добываются и нижние слои, в общем же здесь обнажаются лишь отдельные части всего разреза. Петрографически порода на востоке несколько отличается. Технические же свойства её не отличаются от свойств породы более западных месторождений.

При лабораторном испытании пород слоёв Ласнамяэ (работа Юргенсон-Мэлс 1946 г.) были испытаны пробы из всех слоёв каменоломни Ласнамяэ на выветриваемость, влагоёмкость и сопротивление ударам и сжатию, причём были получены вполне удовлетворительные результаты. Так, сопротивление сжатию колеблется от 800—1700 кг/см^2 (подробности см. таблицу 5).

Ex bibl. univ. Ta

Слои Ласнамяэ выходят полосой около 10 км шириной непосредственно к югу от линии глинта, по всей её длине с востока на запад. Эта полоса близка к морю, по ней местами проходит большое шоссе Таллинн-Нарва, недалека и железная дорога. Следовательно, доступ-

ность этого строительного камня в смысле путей сообщения является вполне удовлетворительной.

Условия добывания в общем также не затруднительны: 1) вскрыша незначительная и часто совсем отсутствует (альвары); 2) правильная сеть вертикальных диаклаз облегчает ломку; 3) гидрогеологические условия вблизи глинта не трудны; только дальше от глинта к югу болотные воды затрудняют организацию разработок. При планировании разработок в более крупном масштабе эти затруднения вполне преодолимы.

Крупнейшие каменоломни этого горизонта расположены у Таллинна на Ласнамяэ и у деревни Кадака. Площадь этих каменоломен равняется нескольким квадратным километрам. Продуктивные слои не везде вполне использованы. На более новых участках обнажается весь разрез слоёв. В этих случаях глубина каменоломни равна 10 м и более. Другими крупными каменоломнями этого горизонта являются таковые в Кунда-Оякюла, Люганусе и Нарве; месторождение у Пальдиски было упомянуто выше. Кроме того, многочисленные мелкие (неглубокие, но обширные) разработки распространяются на восток от Таллинна на расстоянии до 15 км от города. Небольшие каменоломни встречаются на выходах слоёв повсюду, где наносы маломощны или вовсе отсутствуют.

Слои Ухаку содержат много глинистых примесей, и поэтому не пригодны для добывания строительного камня. Лабораторные испытания показывают гораздо меньшую морозоустойчивость, чем у пород Ласнамяэ, что согласуется с наблюдениями в природе.

Слои Кукрусе (вместе со слоями Идавере), лежащие выше, содержат лишь немного слоёв, пригодных в качестве строительного камня. Это подтверждается и тем обстоятельством, что на их выходах нет каменоломен. В качестве строительного камня применяется только двойная плита — слой известняка, вырабатываемого в сланцевых рудниках вместе с продуктивными слоями и являющегося достаточно однородным и устойчивым.

Следующие выше по разрезу слои Йыхви также не содержат пород, пригодных для строительных целей, так как они представлены главным образом мергелистыми известняками. Крупнейшая каменоломня в этих слоях — в Алувере — даёт сырьё для цементного завода Кунда, причём в данном случае мергелистость является не минусом, а скорее плюсом.

Из этой каменоломни имеются анализы химического состава по-

слойно. Технически испытана только одна проба из каменоломни в Пяаскюла, причём результаты оказались положительными. Но эти результаты не согласуются с наблюдениями в природе, где на воздухе эта порода быстро распадается в щебень. Для местных потребностей (жжения извести и для построек) в прежние времена эту породу всё же разрабатывали, например, в Йыхви, Мадисе, Пяаскюла, Велтси и других местах. В настоящее время разработки в карьерах этого горизонта возобновились в большом масштабе на строительстве сланцевых предприятий. Это оправдывается опытом сельских построек, где стены из этой породы оказываются устойчивыми при кладке последних на известковом растворе.

Лежащие выше Кейласские слои петрографически во многих отношениях подобны Йыхвиским. И в них в прежние времена были разработки, например, в Кейла, Пяаскюла, Раасику, Кехра, Сымеру (около Раквере) и т. д. В разработках у Пяаскюла эту породу перерабатывают на щебень для дорожного строительства. Для этой цели она является повидимому подходящей, так как при выветривании не распадается на тонкие кусочки, а образует угловатые обломки. Этим, возможно, объясняются и хорошие результаты, полученные при техническом опробовании этого месторождения. Повидимому, дело обстоит так, что в небольших кусках Кейлаская порода устойчива, в больших же, употребляемых при строительных работах, она не обладает устойчивостью.

В западной части ЭССР на Кейлаские слои налегает Васалеммаский кристаллический известняк, состоящий в значителной мере из остатков криноидов и цистоидов. Ввиду кристаллического строения и способности принимать полировку, эта порода общеизвестна под названием «Васалеммаского мрамора». Химически она является очень чистым карбонатом кальция (97%), вследствие чего особенно пригодна для жжения извести и как сырье для химической промышленности. При исследовании электрических свойств породы оказалось, что её изолирующие свойства недостаточны для изготовления распределительных щитов.

С точки зрения устойчивости имеются противоречивые данные: с одной стороны, результаты лабораторных испытаний показывают, что этот известняк устойчив, с другой стороны, что он не является достаточно морозостойким. Причиной этих противоречивых данных является, повидимому, то обстоятельство, что порода параллельно плоскостям наслоения пронизана тонкими сутурами давления. При

пробных испытаниях эти тонкие щели могут оказать такое влияние, что в одних случаях обнаруженные испытанием технические свойства породы окажутся неудовлетворительными, в других же случаях влияние этих щелей может быть меньше, и результаты испытаний лучше.

В природных условиях Васалеммаский известняк оказывается достаточно устойчивым, как об этом свидетельствуют стены монастыря Падисе, построенные много столетий тому назад. Отдельные плиты в стенах в настоящее время несколько более растрескались, но эти случаи относятся к менее чистым разновидностям камня, которые при строительстве можно удалить сортировкой.

Для внутренних облицовок и различных строительных деталей Васалеммаский известняк вполне пригоден, так как он вырабатывается в кусках различного размера, до кубического метра включительно. Вследствие того, что он принимает полировку, из него можно приготовлять и различные предметы обихода.

Выходы этой породы распространены между Васалемма и Туула, где они доступны для разработки, особенно на известняковых плато. Мощность залежей по буровым данным более 10 метров. В старых Васалеммаских каменоломнях разработано около половины этой мощности на пространстве одного квадратного километра. К востоку от Таллинна эта порода больше не встречается. У Саку и Укснурме Васалеммаские слои представлены песчанистыми известняками, а у Раквере известняками, глинами и мергелями, непригодными в качестве строительного камня.

Применение Васалеммаского известняка в качестве строительного камня началось в средние века: из него, кроме монастыря в Падисе, построен также замок Мариенбург в Восточной Пруссии. В каменоломнях Васалемма известняк добывается с 1881 г.; до первой мировой войны его вывозили в Петербург, Финляндию и Швецию. Производительность предприятия достигала 2300 тонн в год. Начиная с 1937 года, в каменоломне работали заключённые буржуазной Эстонии. Здесь же имеется известковый завод, пропускавший 15 000 м³ известняка в год и снабжавший известью два больших целлюлозных завода. Кроме перечисленного, здесь вырабатывалось за год около 3500—4000 м² облицовочных камней, около 2000 м лестничных ступеней, 1500 м³ строительных камней и 2000 м карнизов. В большинстве случаев эти продукты шлифовались и полировались.

Высшие слои среднего ордовика — Р а к в е р е с к и е — состоят из весьма характерного по внешности известняка: это очень плотная

порода с раковистым изломом, часто с тёмными разводами и пятнами. Этот известняк иногда очень походит на литографский камень, однако он недостаточно однороден.

Раквереский известняк разрабатывался в больших (до трёх метров глубиною) каменоломнях Рягавере, недалеко от гор. Раквере, на строительный камень и на производство извести. Устойчивость породы в природе под влиянием атмосферных агентов, однако, недостаточна. Она расщепляется на тонкие кусочки и в новейшее время применяется, главным образом, как дорожный материал. У старых домов, построенных из этого камня, можно заметить явления выветривания. Лабораторные же испытания дали для раквереского известняка хорошие результаты, приравниваемые к таковым строительного известняка Ласнамяэского горизонта. Возможно, что технические свойства этой породы различны по слоям и по месторождениям. Для жжения извести она вполне пригодна; большинство старых каменоломен и служили для добывания извести, напр. в Пагари, Пылула, Сымеру, Кивило, Перила, Вайда, Вооре, Муналаскме.

По новейшим исследованиям верхняя граница ордовика проходит над слоями Сааремыйса или даже в пределах их. Обнажённость этих слоев несовершенна, и только по глубокой буровой скважине около Ракке можно было установить, что мощность их достигает 90 метров. Несомненно, что в слоях такой мощности должны иметься породы с весьма разнообразными техническими свойствами.

Более подробно изучены породы, обнаруживающиеся у Тапа. Снизу здесь залегают мергелистые и доломитизированные слои, а сверху — слои, похожие на известняк Раквереских слоёв. По лабораторным испытаниям первые не являются устойчивыми, вторые же дают удовлетворительные результаты. Эти заключения согласны с наблюдениями в природе: оказывается, что образцы известняков из верхних слоёв, найденные в местной морене, являются столь же свежими, как и коренная порода.

Известно довольно большое количество разработок этого известняка. Перечислим главнейшие из них, по направлению с востока на запад: каменоломни у Тудулинна и Оонурме, в Роэла, Кулина, Вооре и Кюти, в Кивило южнее Кехра, у Лоо, Ору и Пахкла в приходе Косе, у Кохила, Кирна, Мыннусте, Турвасте, Пийрсалу, в Ноароотси (где находится типическое обнажение Сааремыйса), на островах Вормси и Хийумаа. Хороший строительный камень добывается на острове Вормси (каменоломни Сууремыйса и Саксби) и ещё лучший в Кирна (Саунья),

откуда камни вывозились для больших построек в Петербург. В настоящее время большинство упомянутых выше разработок заброшено, отчасти вследствие того, что вопрос об извести разрешён иначе, отчасти из-за трудностей транспорта, а также и вследствие непригодности камня для строительных целей.

Известняки готланда (верхнего силура).

Слои Поркуни рассматривались раньше, как верхний горизонт ордовика; в настоящее время можно считать установленным, что они относятся к готланду. Разрез типичного обнажения этого горизонта в Поркуни обнаруживает различные слои, из которых одни оказываются более пригодными в техническом отношении, чем другие. В этих слоях встречаются первые коралловые рифы, дающие хорошее сырьё для жжения извести. С другой стороны, имеются и доломитовые слои, которые пригодны в качестве строительного камня, но эти слои, повидимому, маломощны. Из прежних разработок можно указать на таковые в районах восточной и средней части ЭССР: Туду, Роэла, Ахула, Инью, Курисоо. В новейшее время лабораторно была испытана порода из окрестностей Лоху, причём оказалось, что добываемый там плотный кристаллический известняк с кораллами неустойчив.

В каменоломнях Сели добываются известняки и доломиты, которые при испытаниях дают хорошие результаты и, вероятно, окажутся пригодными в качестве строительного камня.

Налегающие на слои Поркуни Юруские слои состоят из доломитизированных известняков и мергелей, из чего сразу же можно вывести заключение, что это — породы, мало пригодные для строительных целей.

В прежние времена каменоломни имелись в Юуру, Хяргла, Люманду, Майдла, Пылли, Руссалу; в восточной Эстонии — у Паасвере и Авандусе; кроме того, на острове Хийумаа у Пюхалепа. В настоящее время на территории Эстонии только в 3—4 местах имеются каменоломни в Юруских слоях, каковое обстоятельство также является показателем малой пригодности этого горизонта для практических целей.

Тем более достойны внимания слои Тамсалу, которые в восточной и средней Эстонии представлены мощным бореалисовым известняком. Эта порода состоит, главным образом, из раковин плеченого *Pentamerus borealis*, выступающих на поверхности породы в виде светлых дуг и полукругов (отчего народ называет эту породу «кольце-

вой плитой»). Нередко она отчасти или же вполне доломитизирована. Петрографически можно различить несколько разновидностей этой породы, но технически все они проявляют достаточно однородные свойства. Порода эта мелкопориста, мергелиста и мягка, но с хорошей устойчивостью против влияния атмосферных агентов. Особенно пригодна она для жжения извести: крупнейшие известковые заводы в Эстонии около Тамсалу и Ракке пользуются этой породой в качестве сырья. Вследствие этого здесь находятся и крупнейшие в Эстонии каменоломни; так, каменоломня в Тамсалу имеет глубину в 9,5 метров. Выходы этой породы распространены в восточной и средней части ЭССР. Доступной она является по преимуществу по южному склону Пандивере, в частях уездов Вирумаа и Ярвамаа, густо населённых и с большим распространением полей; здесь и мощность слоёв наибольшая. На восток и на запад от этого района простираются болотистые и лесистые местности, где мало обнажений. Большое число ломок сгруппировано около Юуру, но здесь мощность типичной (с обломками створок) породы меньше. Эта же типичная порода встречается в Киримяэ около Хаапсалу. Далее на запад порода носит иной характер и не является однородной.

До первой мировой войны производство извести в Тамсалу достигало 30 000 тонн в год. В последние же десятилетия общее производство трёх известковых заводов редко превышало 9000 тонн в год. Запасы известняка так велики, что производство извести можно увеличивать неограниченно.

В качестве строительного камня бореалисовый известняк имел только ограниченное местное значение. Для отдельных построек эту породу вывозили и дальше, например, в Тарту.

Южнее выходов слоёв Тамсалу в средней Эстонии расположены выходы слоёв Райккюла. В этой полосе имеется ряд более старых больших каменоломен, что говорит о наличии здесь пород, пригодных в техническом отношении. Исследования новейшего времени ещё не успели выяснить разрез этих слоёв во всех его подробностях.

Практически важными являются два типа породы: тонкозернистые, плотные, напоминающие ракверескую породу известняки и доломиты, с одной стороны, с другой же — доломиты и доломитизированные известняки с содержанием мергеля.

Самые восточные месторождения этих слоёв, являющеся вместе с тем и самыми южными месторождениями готланда в восточной Эс-

тонии, находятся в окрестностях Йыгева. Здесь представлены оба описанные типа породы, причём известняки показывают хорошую устойчивость и, повидимому, пригодны как для щебня, так и в качестве строительного камня.

Южнее Йыгева, по берегам реки Педья в приходе Курси, обнажаются белые плотные, мелкокристаллические, богатые окаменелостями породы, которые в прежние времена обжигались на известь в многочисленных мелких кустарных предприятиях.

Далее на восток известен Каланаский «мрамор» — плотный, мелкозернистый, кристаллический известняк, принимающий полировку. При опробовании технических свойств оказалось, что эта порода во многих отношениях сравнима с каррарским мрамором. К сожалению, этот известняк выламывается только небольшими кусками. Его можно с успехом применять для изготовления небольших предметов с полировкой, плиток внутренней облицовки и особенно для жжения извести (98% $CaCO_3$). Для последней цели он и применяется, снабжая также известью стекольный завод.

Следующие, Адавереские слои представлены только доломитами и мергелями, о которых более подробно будет сказано ниже.

Налегающий на них Яниский горизонт на востоке также является доломитовым, но начиная от Лейси (на острове Сааремаа) к западу он, как и лежащий над ним Куревереский горизонт, богат известняками. В пределах Яниского горизонта (J_1) это, главным образом, мергелистые известняки, в которых гнёздами встречаются рифовые и криноидные известняки. Особенно богат известняками полуостров Тагамыйса на острове Сааремаа. На северной оконечности этого полуострова поднимается прибрежный глинт Суурику, в котором обнажены кристаллические известняки с обильными прослойками мергеля, общей мощностью около 20 м. Выходы этих известняков занимают бóльшую часть полуострова. Из-за большого содержания мергеля эти известняки не имеют особого значения в качестве строительного камня, но зато являются крупной базой для производства извести и цемента. То же самое относится к известнякам Куревереских слоёв, выходящим в южной части полуострова Тагамыйса и в приходе Мустъяла. В уступе глинта в Куревере обнажаются криноидные и бриозоевые известняки, которым в южной части полуострова Нинасе соответствуют тонкослоистые и богатые окаменелостями известняки. Около Мустъяла эти известняки обжигаются на известь в небольших кустарных предприятиях.

Около Яагараху находится крупнейшая каменоломня Эстонии. Здесь разрабатываются чистые строматопоровые и коралловые рифовые известняки, которые вследствие этого своего происхождения имеют неправильный излом и неприменимы в качестве строительного камня. Зато это превосходный материал для производства извести. Он идёт, главным образом, для снабжения целлюлозных фабрик. Каменоломня находится недалеко от моря, где построена гавань преимущественно для погрузки известняка. Развившаяся здесь в течение двадцатых годов добыча известняка дошла до кульминации в 1930 году, когда отсюда было вывезено 45 000 тонн известняка в окружающие Балтийское море страны.

В связи с известняком Яагараху следует упомянуть и месторождение известняков в Метскюла на полуострове Паммана. Здесь в 80—90-тых годах прошлого столетия вызывал интерес рифовый известняк с мраморовидной внешностью, из которого можно было вырабатывать большие блоки размерами до 1 · 1 · 2 метра. Вследствие плохих условий транспорта и трудности добывания камня разработки не развились.

В 1927 году Горным отделом министерства народного хозяйства буржуазной Эстонии были произведены бурения в Метскюла на полуострове Тагамыйса и около Атла, которыми были разведаны эти месторождения известняка и установлены стратиграфические соотношения верхнесилурийских слоёв.

В следующих, Каармаских слоях ($К_1$) представлены, главным образом, доломиты, которые подробнее описаны ниже.

Паадласките слои ($К_2$) также состоят из практически применимых известняков. Известняки эти богаты окаменелостями и состоят в большей степени из детрита скелетов организмов; они пригодны в качестве строительного камня и для производства извести. Главные ломки находятся у Паадла и Когула, затем в окрестностях Люманда и Кихелконна, а также по линии Пярни—Удувере—Киратси—Сагариссте. В северо-восточной части выходов встречаются рифовые образования со строматопорами и кораллами, сходные с таковыми в слоях Яани и Куревере. Небольшой такой риф обнажён в прекрасном развитии на глинте Катри. У Атла в подобном же рифовом образовании была заложена крупная каменоломня, но работы прекратились, так как камень не мог конкурировать с известняками Яагараху. Общая мощность слоёв невелика, порядка 10—15 метров; однако запасы известняка значительны, если принять во внимание распространённость выхода.

Южное побережье острова Сааремаа находится на выходах Кау-

гатумаских слоёв, типичное обнажение которых находится в глинте Каугатума на полуострове Сырве. Здесь обнажены крупнокристаллические криноидные известняки мощностью около 2—3 метров, залегающие на мергелистых известняках. Верхние слои кристаллических известняков явно устойчивы против атмосферных агентов и имеют характерную поверхность: светлые кольца крупных стволов криноидов на тёмном фоне крупнокристаллического известняка; они, вероятно, окажутся пригодными и в качестве строительного камня. До сих пор их, однако, добывали главным образом для нужд целлюлозной промышленности. До первой мировой войны крупный целлюлозный завод Вальдгоф в Пярну заложил в этом известняке около Лоона и Лейна (на южном побережье Сааремаа) каменоломни для своих потребностей. Эти разработки находятся в непосредственной близости к морю — так же, как и несколько других месторождений этих известняков (Касти, Муратси). Прибрежная полоса моря, однако, является настолько мелководной, что погрузка на более крупные суда невозможна.

Самые верхние слои готланда — Охесаареские — обнажаются только в глинте того же имени на юге полуострова Сырве и в его ближайших окрестностях. Они состоят из плитняковых и песчанистых известняков с прослойками глин и мергелей. Слои маломощны и не вырабатываются большими плитами; устойчивость, повидимому, удовлетворительна. Каменоломен здесь не заложено; местное население удовлетворяет свою потребность в камне, добывая его прямо с глинта.

По всему выходу среднего девона известняков не встречается. Только в верхнем девоне, около Изборска, опять обнажаются известняки. В пределах ЭССР выходов этих известняков, достойных упоминания, не имеется.

Резюмируя, можно сказать, что запасы известняков в Эстонии весьма велики и разнообразны. Во многих районах и стратиграфических единицах они ещё недостаточно разведаны. Поэтому дальнейшая, как теоретическая, так и практическая, геологическая разведка их является насущной необходимостью.

О доломитах вообще.

По внешности доломиты не всегда отличимы от известняков. Для доломитов характерен их химический состав, выражающийся формулой $CaCO_3 \cdot MgCO_3$. В нормальном доломите, который точно соответствовал бы этой формуле, $CaCO_3$ должно быть 55% и $MgCO_3$ — 45%. Рассматривая природные карбонатные породы, можно найти любые пере-

ходы между известняками и нормальными доломитами. Так как в качестве постоянной примеси обычно является глинистое вещество, то практически встречаются разные комбинации всех этих компонентов: доломитизированные известняки и мергели, мергелистые доломиты и известняковые доломиты. В прикладном смысле, особенно в качестве сырья для промышленности, самыми ценными являются чистые нормальные доломиты; в качестве строительного камня пригодны и доломиты с примесью мергеля и известняка в различных соотношениях.

Соответственно разнообразию состава, и распространение доломитов в природе отличается некоторой пестротой. Одни и те же стратиграфические слои могут быть в одном месте представлены доломитами, в другом — известняками. Такие переходы могут быть либо очень частые, так что на расстоянии нескольких метров появляются гнёзда доломита в известняке, или же они совершаются регионально на более значительных расстояниях. Часто известные стратиграфические горизонты представлены доломитами с большим постоянством состава, как, например, так называемые «донные красные» слои в Ласнамяэском горизонте. Несомненно, что пригодными в практическом смысле могут быть только широко распространённые и геологически постоянные слои доломита. На свойства строительного камня неоднородная доломитизация обыкновенно особенно неблагоприятного влияния не оказывает. Качество же породы, как химического сырья, от этого значительно понижается. Так, известняки Асерских и Ласнамяэских слоёв около Асери, содержащие неправильно распределённые доломитизированные гнёзда, представляют значительные затруднения при подыскании подходящего участка разработок для цементной промышленности.

В слоях нижнего ордовика доломитизация увеличивается по направлению к востоку. Почти все нижнеордовицкие и среднеордовицкие слои в западной Эстонии представлены известняками, между тем как в восточной Эстонии увеличивается неравномерная доломитизация.

Важнейшие залежи доломитов ЭССР.

В нижних слоях ордовика в Эстонии доломиты появляются только спорадически и в качестве таковых особого практического значения не имеют. Так, например, в глауконитовом известняке некоторые слои представлены доломитами. Однако, как мы видели, эти слои трудно доступны. Доломитовый горизонт Ласнамяэских слоёв добывается вместе с известняком для строительных целей. На востоке эти же слои, подобно Асерискими слоям, доломитизированы и идут на строительные

нужды, так же как в известняковом районе. В слоях Кукрусе на востоке замечается неравномерная доломитизация, и пока не выяснено, являются ли доломитизированные участки более подходящими для разработки строительного камня, чем известняки.

Более постоянные слои доломита встречаются в слоях Сааремыйса и Поркуни. Доломиты последних слоёв в Поркуни и Ҳяргла пригодны в качестве строительного камня. Доломитам слоёв Сааремыйса трудно дать характеристику, так как они мало обнажены и слабо изучены.

В готландских слоях доломиты представлены гораздо обильнее, чем в ордовике. В слоях Юуру и Тамсалу мы имеем доломиты с составом, меняющимся как в горизонтальном, так и в вертикальном направлении. При этом собрано ещё слишком мало данных для более точного указания, как эта доломитизация отражается на технических свойствах породы.

В слоях Райккюла мы имеем дело уже с более однородными доломитами, достигающими в нижней части мощности до 15 метров. Местами эти доломиты мергелисты и мало устойчивы на воздухе (напр., в окрестностях Йыгева). В каменоломне Мюнди около гор. Пайде их разработка началась уже давно. В западной Эстонии, в каменоломнях у Мярьямаа, Оргита, Райккюла и Пускукюла, мы имеем дело с доломитами до некоторой степени мергелистыми, которые при ломке сравнительно мягки, но на воздухе высыхают и скоро твердеют. При этом они вырабатываются большими блоками и пригодны для карнизов. Расположение каменоломен является, однако, неблагоприятным в отношении транспорта, так что разработка соответствующих месторождений не получила развития.

Лабораторные испытания показали для пород из месторождения Кеава хорошую устойчивость при ударе, между тем как это свойство для пород из Оргита и Райккюла несколько ниже, но всё же достаточно. Для породы из Мюнди данные противоречивы, фактически же камень этого месторождения устойчив. Это — единственная каменоломня в Эстонии, где работы производятся под землёй.

Адаверескиe слои состоят преимущественно из доломитов. В типичном месторождении у Адавере имеется большая каменоломня, которая в новейшее время была, однако, заброшена. Там представлен крупнокристаллический ячеистый доломит с неровными поверхностями наслоения и кремневыми конкрециями. При выветривании на поверхности доломита образуется грубый порошок, так как связь между кристаллами доломита ослабляется, и они распадаются. В общем схожая

с этой порода распространена в окрестностях Пылтсамаа—Пилиствере—Выхма, где она находит применение в качестве строительного камня. Эту же породу применяли в Тарту в 1938—39 гг.

Грубые кристаллы Адавереских доломитов образовались возможно под влиянием факторов метаморфизма. В ближайших и дальних окрестностях Выхма мы имеем дело с доломитовой брекчией, которая сцементирована доломитом же, содержит сульфиды свинца, цинка и железа и выказывает явные признаки гидротермального метаморфизма. Далее на запад, в районе Вигала и залива Матсалу, мы встречаем более плотные и мергелистые слои, в которых уже отсутствуют признаки метаморфизма. Каменоломни имеются в Кесквере и Рыуде. Данных о технических свойствах этих пород не имеется.

Следующие, выше залегающие слои образованы также в значительной степени из доломитов. Так, мощный Яаниский мергель в восточной части (приблизительно до местечка Лейси на острове Сааремаа) повсюду является доломитовым мергелем, который практически неприменим, так как на воздухе быстро распадается.

На Яаниские мергели налегают Мухуские доломиты, которые имеют иные свойства: это — тонкослоистые, сравнительно мягкие доломитизированные плитняки, устойчивость которых, по данным наблюдений в природе, является вполне удовлетворительной. Часто эти слои и по внешним признакам свободны от некарбонатных примесей, и в этом случае они являются пригодными в качестве химического сырья для стекольных и металлургических заводов. В других случаях доломиты имеют мелкопористую структуру и примесь некоторого количества глинистых веществ.

Область распространения этих доломитов весьма велика. В материковой части Эстонии их можно проследить в северной части уезда Пярнумаа, начиная от Пээравере до Янге (Änge) и Кяргу, затем в южной части уезда Ляанемаа, особенно около Михкли, в волости Велтса, в окрестностях Кирбла, Лихула и Виртсу, так же как и в Паатсалу; почти весь остров Муху состоит из них, а на севере Сааремаа их можно проследить в волостья Пэйде, Лейси и Пярсамаа. По всему этому пространству разбросаны небольшие разработки для удовлетворения местных потребностей. До 1914 года в Таалику, на северном побережье Сааремаа, существовал завод, производивший механическим способом обработку доломитов, добываемых в самом Таалику и несколько южнее его, в больших, но не глубоких разработках у деревни Тагавере. Продукты производства вывозились в Петербург,

Финляндию и Швецию. Этот завод работал лишь короткое время до первой мировой войны.

Среди этих плитняковых доломитов встречаются рифовые доломиты, чаще представленные ноздреватыми, неслоистыми или же более плотными, со слабо выраженной слоистостью, разновидностями. В пористых разновидностях можно различить остатки рифообразующих организмов — мшанок, строматопор, кораллов и других видов фауны. Порода по большей части является чистым доломитом. До первой мировой войны её добывали в большом количестве на острове Муху на глинте Юугупанк и прямо грузили на суда для доставки в Петербург на металлургические заводы. В последнее время этими доломитами интересовалась только стекольная промышленность. Стекольный завод в Ярваканди добывает недалеко от Кяргу, в Кайсма, доломит, похожий на рифовый.

Месторождения рифового доломита по большей части выделяются в ландшафте в виде возвышенностей весьма различных размеров — от нескольких метров до нескольких километров в поперечнике. Относительные высоты также бывают различны. На генезис этих возвышенностей было указано уже в общей части: это «свидетели», которые были выпрепарированы ледниковым покровом из более мягких окружающих пород. Поэтому они по большей части ориентированы более крутой стороной на север или на северо-запад, по направлению движения льда. На геологической карте коренных пород эти рифы обозначены вблизи северного края Мухуских доломитов как на материке, так и на островах.

Необходимо отметить, что в западной части острова Сааремаа некоторые рифы также являются доломитовыми, находясь в области распространения известняков (напр. в Ундва на полуострове Тагамыйса).

Налегающие на описанные отложения слои К а а р м а, выходы которых известны только в средней части острова Сааремаа, представлены преимущественно доломитами. В большинстве случаев эти доломиты имеют некоторое содержание мергелистого вещества и походят на доломиты слоёв Райккюла в том отношении, что при ломке они являются мягкими и на воздухе твердеют. Характерными чертами этих доломитов являются мелкая пористость и тонкослоистость с более редкими крупными пустотами. Последние нередко являются формами разложившихся окаменелостей.

Это породу уже столетиями добывали в больших Каармаских ломках и применяли для построек, между прочим и в гор. Курессааре. Так

как из этого месторождения можно добывать монолиты больших размеров (встречаются слои до 50 см мощностью и больше), то имеется возможность разрабатывать этот материал для памятников, облицовок и т. д. На самом острове Сааремаа эту породу ценят в качестве материала для дымовых труб. Её вывозили в довольно большом количестве с острова для построек в Таллинне, а также для могильных камней и монументов и в других районах ЭССР.

Мощность Каармаских слоёв в середине острова свыше 60 м, которые, однако, не все приходятся на счёт вышеописанного вида доломита. В нём имеются глинистые прослойки, однако мощность типичного Каармаского доломита достаточно значительна, и распространение его настолько широко, что его добычу можно было бы значительно увеличить. Кроме указанного Каармаского месторождения, такая же порода добывается в Пяхкла, Ляаги, Кареда, Кокси, Реэкюла, Пуртсе, Памма, Тырисе, Ярисе и в других местах.

В восточной части Каугатумаских слоёв, около Ууэ-Лыве, мы находим кристаллическую криноидную породу уже доломитизированной. В прежние времена она разрабатывалась, но теперь каменоломни заброшены и заросли.

Доломиты и доломитовые мергели встречаются ещё в нижнем ярусе среднего девона — в Наровских слоях, а также в нижних слоях верхнего девона в уезде Вырумаа. Эти слои не имеют практического значения, так как они мало распространены и технически непригодны.

В следующей таблице дан химический состав некоторых, в практическом отношении более важных известняков и доломитов ЭССР.

Таблица 2.

Химический состав некоторых известняков и доломитов ЭССР.

Окислы	Слои						
	Ласнамяэ	Васалемма	Тамсалу	Райккюла (риф.)	Яагараху (риф.)	Муху (риф.)	Каарма
SiO_2	5,72—10,85	1,53	0,40— 2,20	1,0	—	4,67	3,50— 9,53
CaO	44,25—52,13	54,37	43,00—55,50	54,8	55,69	30,57	27,80—29,63
MgO	0,62— 4,05	0,13	0,10—10.47	не опр.	—	18,76	17,75—19,79
CO_2	38,00—41,10	42,97	42,05—45,50	43,1	43,80	44,70	42,22—45,14
R_2O_3	1,25— 2,45	0,49	0,20— 0,96	0,3	0,2	0,62	1,03— 1,60

ГЛАВА IV.

Горючие сланцы и сопровождающие их породы.

А. Кукерский горючий сланец (кукерсит).

Горючий сланец кукерсит представляет собой в сухом виде лёгкую и мягкую каменную породу светлошоколадного цвета, которая легко расщепляется. Тонкие осколки могут быть легко зажжены спичкой, после чего горят коптящим пламенем, распространяя характерный запах углеводородов. Содержание в нём органических веществ колеблется от 35 до 65%, в среднем же составляет около 50%. В соответствии с содержанием органического вещества и удельный вес варьирует от 1,3 до 1,7. Органическое вещество сланца состоит, главным образом, из микроскопических зёрнышек, которые по своей структуре напоминают синезелёную водоросль *Gloeocapsa*. Эти зёрнышки и придают кукерситу его характерную окраску.

Приведённые данные служат для предварительной характеристики кукерсита. Более полное представление о нём мы получим, когда проследим горизонты Кукрусе и Идавере в среднеордовицких слоях севера Эстонии.

Геэлогия слоёв Кукрусе и Идавере.

Положение среднеордовицких горизонтов Кукрусе и Идавере в сводной колонке коренных пород Эстонии можно видеть на стратиграфической таблице в главе I, а также на чертеже сводной колонки, приложенном к настоящей работе (черт. 1, стр. 14).

Прослеживая эти слои по керну буровой скважины Раусвере (к югу от Йыхви), можно установить, что уже среди мергелистых известняков слоёв Ухаку появляется несколько прослоек, в которых находятся зёрнышки кукерсита, придающие этим прослойкам буроватую окраску. Такой известняк с примесью кукерсита принято называть б и т у м и-

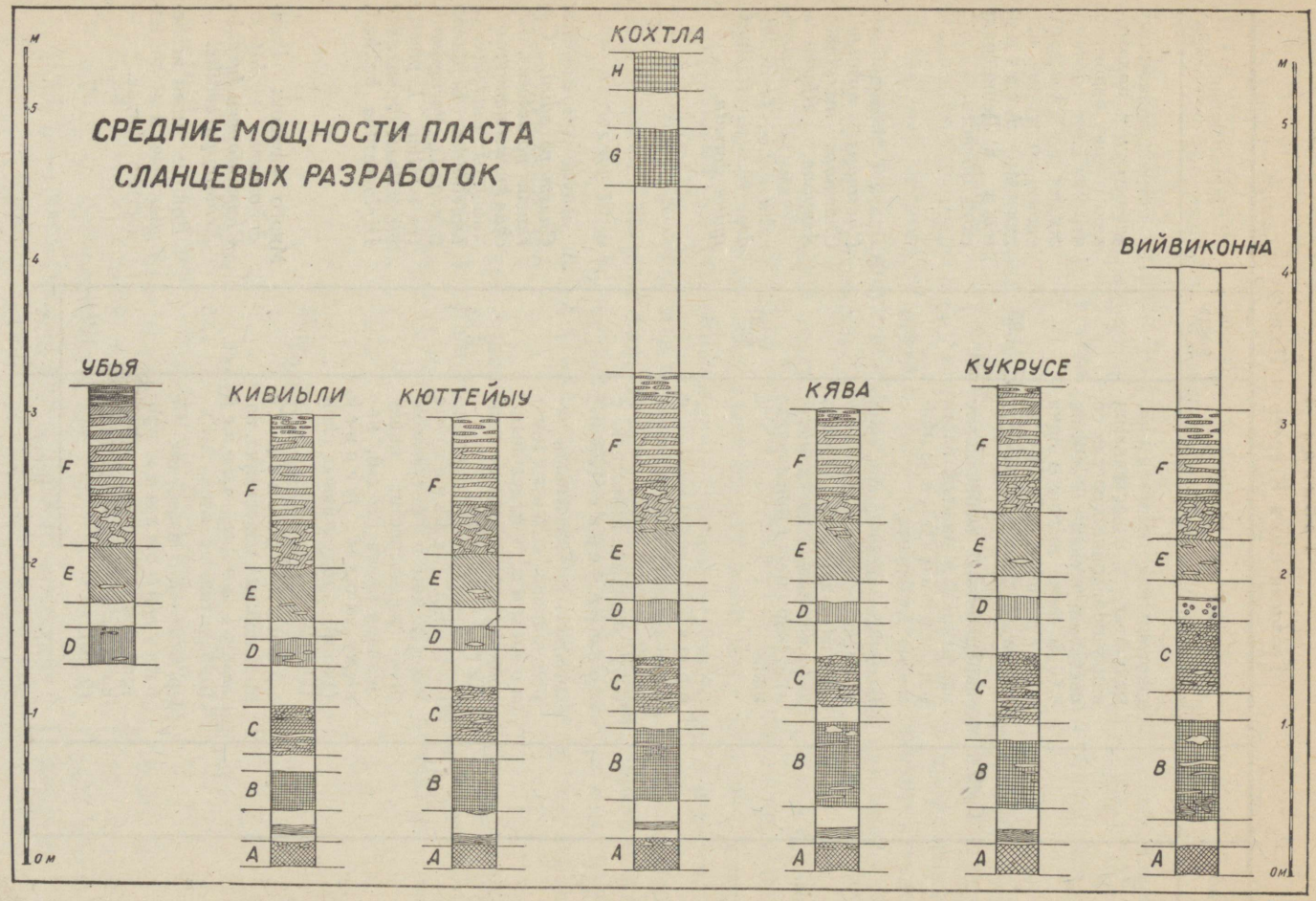


Рис. 2. Средние колонки рудников горючего сланца (по Г. Чимишкяну). Слои горючего сланца заштрихованы, известняки — без штриховки. Буквы рядом с колонками обозначают продуктивные слои.

Таблица 3.

Геология слоёв Кукрусе и Идавере.

Слои	Зона	Описание породы	Мощность	Примечания
Идавере		Тонкослоистые мергели чередуются с известняками; внизу прослойка мергеля со светлыми пятнами (4 см), на 1,60 м ниже висячего бока прослойки кукерсита (5 см).	4,95	По петрографическому характеру и положению очень вероятно, что эти слои соответствуют губковым слоям, которые выделены Асаткиным в Ленинградской области.
	$C_3\alpha\beta$	Конкреционные мергелистые известняки, в нижней части битуминозные (с примесью кукерсита).	3,10	
		Известняки с неоднородной примесью кукерсита и с пиритизованными, хорошо выраженными поверхностями карманов выщелачивания.	2,20	В фауне: трилобиты *Chasmops wrangeli, Chasmops marginata, Asaphus itferensis;* плеченогие *Dalmanella navis, Leptelloidea musca, Rafinesquina dorsata.*
Кукрусе		Горючий сланец с большим количеством конкреций известняка; сверху битуминозный известняк с ходами червей(20см).	1,25	
		Мергелистые известняки, чередующиеся с битуминозными; 3 отдельных тонких прослойки горючего сланца.	6,33	В фауне: трилобиты *Chasmops odini, Ceraurus spinulosus, Lichas kuckersianus;* брахиоподы *Leptelloidea leptelloides, Leptaena trigonalis, Porambonites teretior, Leptestia musculosa;* граптолит *Diplograptus bekkeri.*
	$C_2\beta$	Горючий сланец с известняком и битуминозным известняком; внизу двойная плита (22 см), наверху ходы червей (12 см); продуктивные слои (D—H).	3,73	
	$C_2\alpha$	Горючий сланец с прослойками известняка, наверху ходы червей (продуктивные слои A-C).	1,45	Много мшанок: *Pseudohornera bifida, Chasmatopora furcata, Eridotrypa aedilis.*
		Мергелистый известняк с битуминозными прослойками; внизу прослойка кукерсита (5 см).	8,90	Доныне мало исследованная и мало известная фауна.
		Всего . .	31,91	

нозным известняком. Слои Ухаку сверху ограничиваются волнистой поверхностью, на которой залегает прослойка кукерсита около 5 см мощностью. По петрографическим признакам мы можем принять эту прослойку за основание слоёв Кукрусе (C_2) (см. табл. 3).

Выше следуют почти 9 метров мергелистых конкреционных известняков, которые чередуются с битуминозными известняками. Среди этих известняков в данном разрезе прослоек чистого кукерсита не имеется.

Пачка продуктивных слоёв резко отграничивается от описанных слоёв, начинаясь снизу слоем кукерсита А, за которым выше следует ещё 7 продуктивных слоёв горючего сланца. Мощность продуктивной пачки — 5 метров, из которых 2,50—2,75 м сложены горючим сланцем. Остальные слои продуктивной пачки состоят из более или менее чистых, а также мергелистых и битуминозных известняков.

Выше следуют ещё почти 6,5 м известняков с прослойками битуминозного известняка, среди которых появляются три тонких прослойки кукерсита. Эту свиту заключает сверху один метр горючего сланца с обильными конкреционными прослойками битуминозного известняка.

Доныне мало обращали внимание на лежащие выше слои и на переход слоев C_3 в висячие слои D_1 (слои Йыхви). В данном разрезе можно ещё в составе 10 метров вышележащих слоев проследить примесь кукерсита и, примерно, на 1,5 м ниже висячего бока этой свиты ещё небольшую прослойку его.

Стратиграфическое положение этих слоёв требует ещё уточнения: их можно отнести к слоям Идавере и сопоставить верхнюю часть их с губковыми слоями (C_4) Ленинградской области, как показано в таблице 3 (см. стр. 68).

Продуктивные слои.

Разрез продуктивных слоёв в том же керне следующий:

0,12 м	— кукерсит с ходами червей и известняк,	
0,11 „	— кукерсит (слой H),	всего 2,19 м,
0,28 „	— известняк и битуминозный известняк,	из которых
0,24 „	— кукерсит (слой G),	0,35 м ку-
1,44 „	— известняк и битуминозный известняк (внизу верхней трети 5 см кукерсита)—	керсита;

1,05	„ — кукерсит с конкреционным известняком, особенно в верхней части (слои E и F),	всего 2,86 м, из которых 2,25 м кукерсита.
0,07	„ — битуминозный известняк («розовая плита»),	
0,08	„ — кукерсит (слой D),	
0,21	„ — известняк («двойная плита»),	
0,40	„ — кукерсит, наверху с ходами червей (слой C, с «лошадиной кожей»),	
0,09	„ — известняк,	
0,60	„ — кукерсит (слой B),	
0,14	„ — известняк,	
0,10	„ — глинистый кукерсит (A_1),	
0,12	„ — кукерсит (слой A) —	
5,05 м		

Нижняя часть этого разреза содержит главную массу слоёв горючего сланца, общей мощностью в 2,25 м, между тем как в верхней части имеется только два слоя кукерсита — G и H, общей мощностью в 0,35 м. Последние слои добывались и добываются только в открытых разработках, например, в Кохтла, между тем как в подземных разработках добываются преимущественно слои A—F. Таким образом, свойствами этих пластов определяются товарные свойства эстонского горючего сланца.

Приведённый разрез продуктивных слоёв типичен для месторождения горючих сланцев в окрестностях Йыхви. На восток, юг и запад отсюда разрез этот изменяется в том смысле, что отдельные слои его имеют разную мощность.

Приводим профиль продуктивной пачки по падению приблизительно на меридиане Кохтла-Ярве (табл. 4).

Из этой таблицы видно, что общая мощность продуктивной пачки, как и общая мощность слоёв горючего сланца в ней, довольно постоянны на протяжении 16 км с севера на юг. На 21 км ещё более к югу можно отметить уже почти 1 м уменьшения, главным образом за счёт слоёв горючего сланца. Содержание чистого кукерсита также показывает тенденцию к уменьшению.

В широтном направлении можно проследить буровые и рудничные разрезы ещё на большем расстоянии. В нижеследующей таблице (5) приведены разрезы от меридиана Раквере до Наровы (расстояния проектированы на параллель).

Таблица 4.

Меридиональный разрез продуктивных слоёв кукерсита.

Расстояния	10 км		6 км		21 км			
Слои	Ярве		Апандику		Арвила-Ратва		Тыкке	
	Кукерсит	Известняк	Кукерсит	Известняк	Кукерсит	Известняк	Кукерсит	Известняк
H	0,06		0,12		0,30		0,30	
		0,21		0,23		0,25		0,22
G	0,33		0,18		0,30		0,30	
		1,30		1,52		1,46		1,44
F	0,60		0,74		0,55		} 0,60	
E	0,55		0,47		0,30			
		0,10		0,10		0,03		0,06
D	0,24		0,06		0,03		0,03	
		0,23		0,22		0,30		0,26
C	0,26		0,28		0,58		0,20	
		0,21				0,08		0,04
B	0,70		0,62		0,52		0,28	
		0,25		0,15		0,28		0,22
A	0,23		0,24		0,12		0,18	
Сумма	2,97	2,30	2,71	2,32	2,70	2,40	1,89	2,24

Таблица 5.

Широтный разрез продуктивных слоёв кукерсита.

Расстояния	27 км		19 км		13 км		17 км	
Слои	Ванамыйса		Кивиыли		Апандику		Раусвере	Коколок
H	0,10		0,16		0,12		0,11	0,12
		0,15		0,22		0,23	0,28	0,16
G	0,30		0,29		0,18		0,24	0,22
		1,00		1,36		1,52	1,44	1,34
F	0,87		1,00		0,74		} 1,05	0,58
E	0,40		0,36		0,47			0,26
		0,10		0,12		0,10	0,07	0,08
D	0,20		0,17		0,06		0,08	0,04
		0,23		0,27		0,22	0,21	0,28
C	0,08		0,31		0,28		0,40	0,30
		0,20		0,10		—	0,09	0,18
B	0,10		0,26		} 0,62		0,60	0,24
		0,25		0,21		0,15	0,24	0,24
A	0,08		0,16		0,24		0,12	0,12
Сумма	2,13	1,93	2,71	2,28	2,71	2,22	2,60	1,88 2,28

Из таблицы выясняется, что в широтном направлении мы встречаемся с такими же явлениями, как и в меридиональном: в средней части продуктивного района, в промежутке между Кивиыли и Йыхви, довольно постоянны как общая мощность продуктивной пачки, так и общая мощность слоёв сланца. Как на запад, так и на восток эти мощности уменьшаются, главным образом, за счёт сланца.

При оценке отдельных разрезов решающей является не только мощность слоёв, но и процентное содержание в них чистого сланца. По внешним признакам легко заметить содержание карбонатов в сланце в виде более или менее правильных прослоек конкреционного известняка. Где нет конкреций, там часто наблюдаются окаменелости, скелеты и раковины, которые в виде яркобелых полосок выделяются на светлокоричневом фоне кукерсита. Удельное значение этой карбонатной примеси в сланце можно оценить, измеряя по вертикальному разрезу, сколько приходится на сланец и сколько на известняк. Таким образом устанавливается относительное количество сланца в разрезе.

Таблица 6.

Показатели процентного содержания чистого сланца продуктивных слоёв в разрезах рудников.

Слои	Убья	Кивиыли	Кюттейыуд	Кохтла	Кява	Кукрусе	Вийвиконна
F	54	39	33	37	41	32	32
E	99	95	94	98	97	96	97
D	97	83	99	100	100	100	100
C	—	59	56	52	53	46	79
B	—	100	100	99	96	100	87
A	—	99	100	99	97	99	100

Таблица 7.

Характеристика продуктивности забоев в рудниках.

Слои	Убья	Кивиыли	Кюттейыуд	Кохтла	Кява	Кукрусе	Вийвиконна
Высота забоя	1,83	2,98	2,98	3,27	3,04	3,21	2,88
Общая мощность сланца брутто (p_0)	1,67	2,27	2,45	2,54	2,33	2,51	2,29
нетто (p)	1,18	1,48	1,46	1,74	1,71	1,68	1,63
Удельная густота p/h	0,64	0,50	0,49	0,53	0,56	0,53	0,57

Эти числа показывают, что слои A, B, D и E почти свободны от известняковых конкреций. В слое C почти половина мощности приходится на известняк,а в слое F — две трети. Это легко обнаруживается уже простым рассматриванием забоя: слой представляется явно полосатым от прослоек известняка («слоёный пирог» у горных рабочих); в слое C также имеются прослойки и конкреции известняка, а верхняя его часть в контакте с «двойной плитой» во всех разрезах густо пронизана известняковыми веточками — «ходами червей» («лошадиная кожа» у рудокопов). Слои G и H, не показанные в таблице, обычно являются чистым сланцем. При простом внешнем наблюдении труднее определить процентное содержание других примесей в сланце, именно глинистых частиц.

В слое A всё же можно отметить и эти примеси. Верхняя часть его содержит значительное количество глинистых веществ, мало отличающихся по окраске. Поэтому для определения полезной мощности слоя A можно поступить двояко: или замерить мощность слоя A вместе с глинистой частью и в качестве нетто-мощности принять половину этого замера, или же каждый раз определять границы между отделами слоя, замеряя только чистый сланец.

Относительно других слоёв приходится обращаться к данным анализа.

В нижеследующей таблице приводится содержание минеральных веществ в отдельных слоях сланца, его объёмный вес и влажность (по К. Лутсу, 1934 г.).

Таблица 8.

Процентное содержание минеральных веществ в слоях сланца.

	A	B	C	D	E	F
Влажность	10	10,4	12,2	11	14,4	12,4
Объёмный вес	1,53	1,5	1,5	1,66	1,34	1,5
CO_2	10,6	13,4	10,4	12,8	8,4	11,7
Минеральная зола	40,7	37,9	44,9	54,0	30,4	37,9
Общая зола	51,3	50,9	55,3	66,8	38,8	49,6

Из чего состоит минеральная зола горючего сланца, видно по анализам Витлиха и Вешнякова 1922 г. Образцы взяты из открытых карьеров Кохтла-Ярве (табл. 9).

Результаты анализов, выраженные в этой таблице, не могут быть распространены на все месторождения сланца, так как они основываются на образцах, взятых только из одного месторождения. По ним

Таблица 9.

Состав слоёв сланца и известняка.

	Мощность в метрах	Органическое в %	Карбонатов в %	Терригенных в %
F		49,76	28,5	21,9
E		54,80	22,7	22,9
D		38,20	24,6	36,0
Двойная плита	0,22—0,24	0,8	88,9	10,1
C	0,35—0,52	50,2	21,4	25,0
Битуминозный известняк	0,05—0,13	5,9	89,2	4,8
B	0,50—0,68	51,7	30,4	17,6
Битуминозный известняк	0,12—0,15	4,7	79,8	15,3
Красный глинистый сланец	0,04—0,07	29,8	29,6	40,2
Битуминозный известняк	0,03—0,10	7,3	82,1	10,1
A	0,20—0,28	49,8	24,2	22,5

всё же видно, что минеральные вещества горючего сланца состоят из карбонатов и терригенных веществ, выражающихся приблизительно в равных количествах. Ясно, что кукерсит следует считать не типичным глинистым горючим сланцем, а породой особого типа.

Другое следствие, которое может быть выведено из этой таблицы, это то, что высокое содержание горючего органического вещества сочетается с высоким содержанием терригенных отложений. В известняках, разделяющих слои сланца, как того, так и другого мало. Терригенных материалов особенно много в слоях A и D.

Из тех же двух последних таблиц выявляется количество органического вещества в кукерсите. В большинстве слоёв процент органического вещества очень близок к 50. В слое E он выше, а в слое D, наоборот, ниже даже 40. За общую среднюю цифру можно принять 50%.

Генезис кукерсита.

Вопрос генезиса кукерсита может быть разрешён только в связи с определением физико-географических условий осадкообразования этих слоёв. Эти условия отражаются прежде всего на фауне (окаменелостях) кукерсита.

Все описанные слои несомненно возникли в море, где в огромном количестве обитали многочисленные представители растительного и животного мира.

Главная масса органического вещества кукерсита, как выше уже было указано, состоит из зёрнышек, которые очень напоминают ныне живу-

щую синезелёную водоросль *Gloeocapsa* и которые, вследствие этого, были описаны палеоботаником Залесским как *Gloeocapsamorpha prisca*. Кроме того, встречаются ещё другие, в частности известковые водоросли (напр., *Coelosphaeridium*). Особенно же много имеется остатков разнообразнейшей морской фауны: трилобитов, брахиоподов, мшанок, пластинчатожаберных, брюхоногих, головоногих, иглокожих и граптолитов. Из этих слоёв описано свыше 300 видов различных морских животных; это одна из богатейших фаун, известных в нижних слоях среднего ордовика.

Существование такой богатой фауны объясняется, возможно, тем, что вышеупомянутая синезелёная водоросль представляла обильную пищу для животных и этим способствовала густому заселению моря.

Море, в котором образовались слои Кукрусе, было обширным: береговые образования этого времени известны на одном только западе на расстоянии 600—700 км; где проходили берега этого моря на севере, востоке и юге, точно не известно. Глубина моря была не менее, примерно, 200 метров, так как признаков действия волн не наблюдается ни в осадках, ни в характере фауны.

Наряду с изложенной теорией генезиса кукерсита, признанной большинством авторов, П. Когерман (1931) выдвинул гипотезу, что похожие на водоросли зёрнышки в кукерсите могут быть и вторичного, синтетического происхождения, подобно зёрнышкам, напоминающим пыльцу в некоторых каменных углях. В пользу этой гипотезы говорят следующие обстоятельства: почти полное отсутствие азотистых соединений в кукерсите, которые могли бы быть продуктами разложения протеинов; существование среди исходных веществ таких, как воски и каучукоподобные вещества, т. е. очень устойчивых против разложения; присутствие продуктов разложения белков и целлюлозы, равно как и непереваренных остатков организмов. Таким образом часть органического вещества может быть копрогенной (прошедшей через пищеварительный тракт животных).

Во всяком случае кукерсит является сапропелитом, в котором остатки планктона играют большую роль.

Наряду с горючим органическим веществом, то же самое море производило карбонат кальция, который в виде известкового осадка примешивался к органическому сапропелю. Как тот, так и другой материал является талассогенным (производным моря), и вместе они образуют бóльшую часть массы слоёв Кукрусе. Остальная часть является терригенной (производным суши) и состоит из песка и глины. Отно-

сительное количество этих материалов в слоях кукерсита больше, чем в слоях известняка (см. выше таблицы анализов).

Чем объяснить частые и резкие переходы фаций — смену известняка кукерситом и наоборот, это — проблема, которую пока трудно разрешить. Кажется невозможным, чтобы это было следствием изменений глубины моря. Скорее мы имеем здесь дело с последствиями изменений климатических условий в связи с изменениями в режиме морских течений.

Выходы горючего сланца и его распространение.

Выходы слоёв Кукрусе и Идавере представлены узкой извилистой полосой между выходами других слоёв ордовика, которые все простираются с запада на восток. Выходы слоёв с горючим сланцем начинаются на Осмуссааре и следуют по островам Пакри на полуостров Пальдиски, откуда проходят через весь север Эстонии до среднего течения Наровы. Форма и распространение выходов видны на геологической карте. На приложенной карте горючих сланцев (карта VI) изображена северная граница выходов продуктивной пачки в пределах Вирумаа. Эта граница в виде сильно извилистой линии проходит от реки Валгейыги через Хальяла и Убья-Ванамыйса, показывает большой изгиб к югу на меридиане станции Кабала и доходит до железнодорожной линии Тапа—Нарва в районе Кивиыли и Кюттейыуд. Между станциями Кюттейыуд и Кохтла эта граница проходит в виде большого изгиба к югу от железной дороги; у Кохтла она переходит опять на северную сторону железной дороги и, в виде большой дуги через Ярве, Кукрусе, Эдисе и Йыхви, вновь пресекает железную дорогу восточнее этой станции, образует глубокий выем у северного конца песчаной гряды Куртна и доходит до реки Наровы в районе устья речки Мустъйыги.

В непосредственном соседстве с этой линией находятся все имеющиеся рудники горючего сланца. В окрестностях последних проведена густая сеть разведочных скважин; расстояние между скважинами часто не более 250 метров. Вообще можно считать разведанной в промышленном масштабе полосу к югу от описанной границы примерно в 4—5 км шириной; местами эта ширина доходит до 10 км (между станциями Кохтла и Йыхви). Имеются, однако, промежутки, где бурений произведено ещё мало, как, например, между станциями Ваэкюла и Кабала и между Куртна и Вийвиконна.

Далее к югу имеется лишь очень редкая сеть разведочных скважин; часть данных этих бурений к тому же утеряна. Самыми южными скважинами являются пробурённые Горным отделом Эстонии в 1923—1925 г. Коколок (у реки Наровы), Лыппе (у Йисаку), Тыкке (у Тудулинна), Туду (у станции того же названия на узкоколейке Сонда-Муствеэ) и Камарику (недалеко от ст. Ракке на жел. дороге Тапа—Тарту).

Эти скважины, керн которых сохранился, дают возможность нанести контур продуктивного поля горючих сланцев с известной долей вероятности. Вместе с тем они показывают, что в этих точках ещё не достигнута южная граница слоёв с кукерситом, вследствие чего и остаётся невыясненным распространение Кукерского моря на юг.

На основании имеющихся буровых данных можно с известной точностью провести горизонтали нижней поверхности продуктивной пачки, или, что то же самое, горизонтали т. н. «основной плиты». В полном согласии со структурой коренных слоёв Эстонии, продуктивные слои горючих сланцев имеют широтное простирание и падение на юг, примерно в 3 м (точнее 2,8 м) на километр. Поверхности слоёв не являются идеально ровными: при более детальной разведке обнаруживается, что горизонтали «основной плиты» сильно извилисты.

В некоторых местностях обнаружены довольно заметные нарушения залегания слоёв. Так, в районе озера Ульясте около Сонды продуктивные слои в двух местах приподняты в виде куполов, вершины которых снесены ледниковой эрозией. В районе Ахтме при разведке обнаружилось довольно заметное флексурообразное нарушение, имеющее простирание WSW и ONO; на полосе около 200 м ширины падение слоёв достигает 14 м. Мелкие нарушения этого рода в районе выходов слоёв могут несомненно быть приписаны воздействию ледникового покрова. Купола около озера Ульясте и флексура в Ахтме являются, однако, нарушениями таких размеров, что могут быть результатом тектонических воздействий.

Карстовые и другие особые явления в горючих сланцах.

В связи с нарушением в Ахтме обнаружены довольно обширные образования трещин в горючих сланцах, причём наблюдается замещение кукерсита глинистыми и песчанистыми осадками. В районах Эреда и Ахтме, а также в Принаровьи, в некоторых разведочных скважинах вместо слоёв горючего сланца залегает серая пластическая глина, или же сланец оказывается почерневшим, уплотнённым, как бы обожжённым.

Горные разработки в Ахтме, приблизившись к вышеупомянутой флексуре, вошли в район, где на протяжении около десяти метров нормальные слои горючего сланца заменены их обломками, глиной, песком и доломитной дресвой. По сведениям, имеющимся о залежах горючего сланца восточнее Наровы, такого рода явления там обычны. В сланцевом поле Эстонии, в районах горных разработок, они очень редки, но к востоку наблюдаются чаще.

Происхождение описанных нарушений приходится, повидимому, объяснить трещиноватостью слоёв (причиной этого являются, как уже сказано выше, тектонические воздействия). Грунтовая вода, текущая по трещинам, расширила их, выщелочив большие полости, которые затем наполнились остатками растворения, равно как и принесёнными по трещинам глинисто-песчанистыми веществами. Таким образом, здесь мы имеем дело с заполнением карстовых полостей.

Как уже указано в главе о гидрогеологии (см. стр. 17), карстовые явления в силурийской области Эстонии очень распространены. В районе горючих сланцев почти нет буровых скважин, не обнаруживающих пустот, в которых буровой прибор падает на известную глубину. Какую часть занимает площадь этих карстовых явлений в общей площади горючих сланцев, указать пока трудно.

Наличием трещин с протекающими в них грунтовыми водами объясняется явление неравномерной доломитизации в известняках восточной Эстонии вообще и в горючих сланцах в частности. Эта доломитизация не является всё же одинаковой как в вертикальном, так и в горизонтальном направлении. В некоторых буровых скважинах доломитизированным является весь разрез, обычно же бывает доломитизирована лишь известная часть слоёв Кукрусе и Идавере. Так, толща слоёв E—F чаще других является доломитизированной.

Органическое вещество кукерсита не бывает существенно изменённым в тех случаях, когда сланец сохранил свои обычные внешние признаки. Сравнительные анализы проб из двух буровых скважин района Ахтме, из которых одна прошла в сплошь доломитизированных породах, а другая в известняках, показали, что в составе органического вещества и выходе масла не было существенной разницы. В данном конкретном случае небольшое преимущество было на стороне доломитизированной пробы.

Имеются признаки, что в вертикальных трещинах и в карстовых полостях циркулировала не только обычная грунтовая вода, но и водные растворы более глубинного происхождения. Известны находки диакла-

зовых трещин, заполненных кальцитом чёрной окраски с пиритом и магнетитом. Найдены также вертикальные трещины, мощностью в несколько сантиметров, заполненные кварцевым песчаником. Пока эти явления недостаточно выяснены.

Не получило ещё объяснения и нахождение отдельных гнёзд асфальтита в кукерсите. По внешним признакам гнёзда асфальтита представляются сингенетическими и являются в таком случае результатом каких-то особых органических процессов в данном месте после осаждения, в то время как указанные выше заполнения трещин явно эпигенетические, и материал их аллохтонный.

Разработки горючего сланца.

К добыче горючего сланца приступили в 1917 году открытыми разработками в Кохтла-Ярве и Кукрусе. В последнем месте успели провести около 100 метров штолен. Все позднейшие разработки начинались также открытыми работами, затем переходили на подземные работы, пользуясь открытыми только в качестве подсобных. Открытые работы можно развивать лишь в узкой полосе на выходах продуктивных слоёв. Ширина этой полосы обычно не превышает 200 м: мощность вскрыши скоро ставит предел этим разработкам. В открытых разработках работа производилась главным образом вручную, реже применялись экскаваторы. Рудничные воды из открытых разработок отводятся при помощи канав в соседние реки.

Рудников всего 9 (до 1946 года), из которых один (Ванамыйса) не действует уже с 1931 г. Эти рудники расположены по северной границе выходов продуктивных слоёв от меридиана Раквере до меридиана Вайвара, т. е. на расстоянии около 70 км в широтном направлении, с промежутками, которые колеблются от 4—5 до 27—28 км. Это — обширные горные разработки, выявляющие геологию и горнотехнические условия работы на северной окраине сланцевого поля Эстонии. Бóльшая часть рудников связана с сланцеперегонными заводами, разработавшими технологические процессы обработки сланца.

Во время Великой Отечественной войны рудники и заводы сильно пострадали. До войны была достигнута известная степень механизации работ в области бурения шпуров и рудничного транспорта, вследствие чего средняя суточная добыча сланца на рудокопа достигала почти 4 тонн (ранее она была около 2,5 тонн).

Все имеющиеся рудники заложены со стороны выхода слоёв, где они под очень малым углом падения уходят под поверхность земли,

и во всех рудниках сообщение с земной поверхностью происходит при помощи штолен. Только в единичном случае (Кява) для транспорта добытого сланца пользуются подъёмной шахтой. Вполне естественно, что при устройстве новых рудников, к югу от старых, придётся пользоваться уже только шахтами.

Так как при горных работах рабочих слоёв отдельно не добывают, и качества сланца регионально являются достаточно постоянными, то природных сортов горючего сланца не имеется. Выпускаемые сорта обусловлены горнотехническими причинами, как это видно из следующей таблицы.

Таблица 10.

Товарные сорта горючего сланца [1].

Сорт	Характеристика	Калорийность	% влажности	% золы	Назначение
I-а	Большие куски с габаритностью вплоть до 38 мм.	3200—3500	11—15	47—52	Для паровозов и топок, предназначенных для дров, каменного угля и торфа.
I-б	Куски с габаритностью 10—38 мм.	2800—3150	13—18	52—58	Для сжигания в специальных топках крупных промыш. предприятий.
II	Сланец, выдаваемый из рудника без сортировки.	2600—2800	13—20	54—58	Для перегонки.
III	Мелкий материал до 10 мм в диаметре.	2100—2600	20—25	56—63	Для сжигания в специальных топках крупных промыш. предприятий. В брикетированном виде для перегонки и сжигания в обычных топках.

Горючий сланец как топливо.

Из приведённой таблицы видно, какова калорийность отдельных сортов, и на что идёт горючий сланец вообще. Имеются две основных области применения горючего сланца: 1) как топлива для железнодорожного транспорта и промышленных предприятий и 2) для выработки сланцевого масла и других продуктов дестилляции.

[1] С 1947 года введены и вводятся новые стандарты на горючий сланец ЭССР.

При потреблении горючего сланца в качестве топлива необходимо преодолевать следующие трудности: 1) количество золы в 50% и больше; 2) при горении возникает не только сажа, но и жидкие продукты перегонки, которые с течением времени засоряют дымоходы. Поэтому нужны специальные топки и специальные приёмы сжигания сланца.

Только сланец, добытый в достаточно больших кусках, применим в обычных топках, между прочим и в обычных печах, если только заботиться об удалении золы и достаточно часто прочищать дымоходы.

Для сжигания горючего сланца в кусках меньшего размера сконструированы особые топки с подвижными решётками для крупных промышленных предприятий, перестроены топки паровозов и т. д. Так как железные дороги буржуазной Эстонии стали применять горючий сланец как топливо, то они и оказались среди потребителей горючего сланца на первом месте. На втором месте оказались крупные промышленные предприятия, из которых особо следует отметить таковые цементной промышленности.

Особую проблему представляло применение Ш сорта в качестве топлива в обычных топках для мелкого потребителя. В настоящее время эту проблему можно считать в главных чертах разрешённой, так как найден простой метод брикетирования мелочи. Брикет же вполне пригоден для сжигания в обычных топках и для мелкого потребителя. Для приготовления брикета достаточно добавить к сланцевой мелочи около 20% воды, произвести формовку брикета ручным способом или механически и высушить полученные кирпичи или комья. Сушка на открытом воздухе требует летом лишь нескольких дней.

Химия и технология горючего сланца.

Выше уже приведены (см. стр. 74) числа, характеризующие содержание органического и неорганического вещества в сланце. Главное значение имеет органическая часть. Элементарный анализ органического вещества невыветрелого горючего сланца показывает следующий состав его:

C — 76,5 — 76,8%,
H — 9,1 — 9,3%,
S — 1,7 — 2,2%,
Cl — 0,5 — 0,7%,
N — 0,2 — 0,5%,
O — 10,5 — 11,9%.

Этот состав соответствует приблизительно эмпирической формуле $C_7H_{10}O$, которая, однако, никоим образом не выражает действительной структуры этого органического соединения. При обычной температуре органическое вещество является очень постоянным. В нём имеется много ненасыщенных связей, что сказывается в сильной аддиции брома и иода. Калорийность чистого органического вещества в среднем 8900 кал/кг.

При перегонке первое заметное разложение начинается уже ниже 200°С; при 360°С быстрота разложения ускоряется, но является всё ещё довольно медленной. При более высокой температуре разложение идёт очень быстро. В течение нескольких часов органическое вещество может превратиться в чёрный первичный асфальт, выход которого свыше 80%. При 400° С образовавшийся асфальт в свою очередь разлагается, образуя новое вещество — сланцевое масло (или сланцевую нефть), пары которого выходят из перегонной реторты. Количество этого продукта доходит до 68,2% от органической части сланца. Удельный вес и содержание фенолов в сыром масле зависит от температуры перегонки и от количества карбоната кальция в сланце. Вместе с сырым маслом выделяются газы, которые при низких температурах содержат много углекислого газа и сероводорода, при более же высоких температурах — тяжёлые углеводороды, метан и водород.

Перегонка горючего сланца в крупном масштабе первоначально встречала большие затруднения в связи с малой теплопроводностью сланца и способностью его превращаться в первичный асфальт, прежде чем давать летучие продукты перегонки. Поэтому оказалось невозможным производить перегонку в ретортах с внешним обогреванием, внутренние стенки которых к тому же нельзя было очищать от прилипающего асфальта.

Затруднения были, однако, преодолены различными методами, из которых три используются в эстонской сланцевой промышленности.

1. Вертикальный генератор Пинтша, в котором применён метод доменной печи: высокая цилиндрическая реторта наполняется сверху горючим сланцем; в то время, как внизу происходит горение, горючие газы и продукты горения производят в верхней части реторты перегонку. Система нашла применение в предприятии Кохтла-Ярве.

2. Система тоннельной печи, при которой горячий сланец в особых вагонетках проходит через длинную тоннелеобразную печь, где при помощи вентиляторов через каждую вагонетку в отдельности проду-

ваются горячие газы, полученные при помощи внешней топки. Эта система была применена в Кивиыли и в Силламяэ.

3. Вращающаяся реторта Давидсона с внешним отоплением, применённая на предприятии Кохтла (бывш. Голдфилдс).

Сырые масла, полученные различными методами, различаются между собою до некоторой степени и по качествам. Также и выход масла различен: вертикальные реторты дают 17—18% продуктов перегонки, рассчитывая на сланец, тоннельные же печи — 20—21% (при этом, однако, не принято в расчёт, что тоннельные печи нуждаются в топливе, которого при вертикальной реторте не требуется).

Масло вертикальной реторты вязкое, с зеленоватой флюоресценцией. Удельный вес 0,98—1,01. Это — асфальтовое масло, почти не содержащее парафина. Фенолов в виде высших гомологов карболовой кислоты, но не самой карболовой кислоты, оно содержит 25—30%. Оснований в сыром масле до 0,3%, органических кислот до 1,5%. Бóльшую часть сырого масла составляют нейтральные масла, которые не растворяются в основаниях; бóльшая часть углеводородов не насыщена и почти вполне растворима в серной кислоте. Элементарный состав сырого масла следующий:

C — 83,0%,
H — 9,7%,
S — 0,9%,
O+N+Cl — 6,4%.

Калорийность сырого сланцевого масла 9400—9600 кал/кг, в зависимости от удельного веса. Вязкость также зависит от удельного веса и колеблется между 4° и 6° E при 50° C. Температура вспышки колеблется между 30°—50° C. Содержание воды доходит до 1,5%. Вообще, сырое сланцевое масло по своим свойствам является средним между природной нефтью и смолами каменных углей, полученными при низких температурах.

Из сырого сланцевого масла, как исходного продукта, добываются: топливное масло, масло для пропитывания дерева (фенолы), при помощи продувания воздуха — асфальты (эстобитумены), а из последних кровельные и железные лаки; из него изготовляется и шоссейное масло (для связывания пыли).

Если сырое сланцевое масло подвергнуто крекинг-процессу при 400° C, то из него получаются лёгкий и тяжёлый бензин, керосин, горючее для двигателей, дизельное топливо и конденсат. Остаток от крекинга снова даёт асфальт.

В настоящее время горючий сланец осваивается с новой стороны: как сырьё для производства топливного газа. При перегонке с нагреванием свыше 1000° градусов в т. н. камерных печах получаются главным образом газообразные продукты перегонки, в то время как жидких продуктов образуется около 5%. При этом добываемая смола, в противоположность сланцевому маслу, получаемому при 500°С, более походит на каменноугольную смолу.

Эта новая технология газификации горючего сланца проводится в настоящее время в жизнь сразу в весьма большом масштабе с целью снабжения Ленинграда газовым топливом. Это обстоятельство влечёт за собой огромный рост добычи сланца и всей сланцевой промышленности в четвёртой сталинской пятилетке.

Вопрос использования минеральной части горючего сланца является вопросом большой важности уже потому, что транспорт и хранение больших количеств золы сами по себе представляют проблему. Оказывается, что состав золы близок к составу цемента (романского).

Таблица 11.

Химический состав золы горючего сланца (в процентах).

Состав	Зола вертик. реторты	Зола топки № 1	Зола топки № 2
Влажность	1,6	0,10	0,30
Конст. H_2O	4,6	Не опред.	Не опред.
Органич.	Не опред.	2,00	1,40
CO_2	7,6	7,10	8,20
S	0,2	1,06	2,53
SO_2	1,0	0,14	0,18
SO_3	4,7	0,64	1,94
SiO_2 нераствор.	16,1	24,22	23,36
SiO_2 раствор.	13,1	18,36	13,71
Fe_2O_3	6,5	5,92	5,41
Al_2O_3	4,5	6,13	4,32
CaO	36,9	31,30	35,90
MgO	1,0	0,84	1,02
K_2O+Na_2O	2,7	Не опред.	Не опред.

После измельчения до мелкости цементного порошка эти золы, особенно золы топок, имеют связывающие свойства. Пробные образцы давали сопротивления давлению 8—12 кг/см² (по более поздним опытам до 92 кг/см²) и сопротивления разрыву 7—10,4 кг/см². В виду этого Балтийской бумажной мануфактурой построен завод для производства кирпичей из золы сланца, получаемой из топок предпри-

ятия. Устойчивость этих кирпичей против сырости пока, однако, недостаточна. Но нет сомнений, что в ближайшем будущем вопрос использования золы горючего сланца для производства цемента будет разрешён. В настоящее время (1947) строится завод «кукермита» — цемента, производимого из золы кукерсита при помощи размола золы топки Таллинской ТЭС.

Применяя кукерсит в качестве топлива, цементный завод «Красная Кунда» полностью использует его составные части: органическая часть сжигается, зола же входит в состав цементного клинкера.

Вообще можно сказать, что технологические процессы обработки кукерсита в целях перегонки, как и методы использования его в качестве топлива, доведены до достаточно высокой ступени развития, чтобы полностью оправдать его добычу. Особенно положительным обстоятельством является при этом постоянство состава кукерсита в пределах всего поля его распространения. Только слои, близкие к поверхности земли, обнаруживают признаки выветривания и содержат немного меньше органического вещества. Но и это обстоятельство не влияет существенным образом на технологические процессы.

Б. Диктионемовый сланец.

В коренных породах Эстонской ССР (и Ленинградской области) на 20—30 м ниже слоёв Кукрусе залегает другая битуминозная каменная порода, известная под названием диктионемового сланца.

По внешним признакам эта порода отличается от кукерсита очень сильно: окраска её тёмнобурая, сланцеватость весьма правильная, лучше всего обнаруживающаяся при выветривании, когда порода расщепляется на тонкие листы. Твёрдость сланца немного больше, чем у кукерсита, удельный вес около 1,5, но вследствие примеси пирита может подниматься до 2 и больше. Загорается не так легко, как кукерсит, но, раз зажжённый, горит с потрескиванием, разбрасывая кусочки. В то время как кукерсит не относится к глинистым сланцам в собственном смысле, диктионемовый сланец является типичным и единственным представителем таковых в коренных породах Эстонии.

Геология диктионемового сланца.

Диктионемовый сланец является весьма характерной руководящей породой среди коренных пород ЭССР в области переходных слоёв от кембрия к ордовику. Как указано в таблице коренных пород и свод-

ной колонке (табл. 1 и рис. 1), он залегает в тесной связи с оболовым песчаником, почти в самом низу ордовицких слоёв. Ниже расположены мощные залежи кембрийских песчаников и глин, выше же следуют не менее мощные залежи известняков и доломитов ордовика и готланда. Так как диктионемовый сланец нетрудно определить в разрезе, как в обнажениях, так и в буровых пробах, то, опираясь на него, в залежах может легко ориентироваться даже неспециалист.

Выходы и обнажения диктионемового сланца связаны с уступом глинта на всём его протяжении в ЭССР. Начиная от Пакерорта на полуострове Пальдиски, он обнажается во всех отрезках уступа, расположенных у самого морского берега или вблизи его, в направлении на восток до Силламяэ.

Там, где уступ глинта разделяется на два уступа, сланец чаще залегает у подножия верхнего уступа, не обнажаясь, однако, непосредственно, так как обычно бывает покрыт осыпью. Хорошие обнажения встречаются в долинах рек и ручьёв, пересекающих глинт, особенно там, где образуются водопады. Так, на водопаде реки Кейла (бывш. Фалль) диктионемовый сланец является тем основанием, на которое падает вода; то же наблюдается на водопаде реки Ягала. Даже совсем небольшие ручьи размывают хорошие обнажения сланца, как, например, в овраге Хундикуристик в Кадриорге у Таллинна. Вот перечень наиболее крупных обнажений глинта с обнажениями диктионемового сланца (по направлению с запада на восток): полуостров Пальдиски, Тюрисалу, промежуток между Суурупи и Тискре, Тоомпеа в Таллинне, Хундикуристик и Маарьямяги у уступа Ласнамяэ, Виймси, Иру, Улгасе (Ülgase), река Ягала, Убари, Валкла, Тситре и Колга; следует обширный промежуток до Асери, где глинт скрыт под осыпью; на глинте у Асери и Хийэмяги опять имеются обнажения и, наконец, от Сака до Тюрсамяэ тянется почти сплошное обнажение диктионемового сланца, правда, трудно доступное, так как оно находится высоко в стене уступа.

Кроме этих естественных обнажений, в окрестностях Таллинна имеются многочисленные искусственные обнажения. В глинте у Мяэкюла около Харку и в районе Иру во время первой мировой войны в диктионемовом сланце были прорыты штольни и рвы, входившие в систему укреплений. В настоящее время эти обнажения по большей части обвалились, но некоторые ещё доступны.

Кроме того, диктионемовый сланец вскрыт буровыми скважинами: с одной стороны, это бурения на воду в северной и северо-западной

Эстонии (см. гл. II), с другой — это расположенные к югу от глинта разведочные скважины на оболовый фосфорит, которые по необходимости прошли и диктионемовый сланец. Данные последних особенно ценны, так как они представлены кернами и происходят из большого отрезка глинта от Раннамыйса до Сака.

Мощность диктионемового сланца на полуострове Пальдиски 4,00—4,80 м, в Кейла-Йоа 3,20 м, в Раннамыйса 4,80 м, в Таллинн-Тоомпеа 3,95—4,91 м, в окрестностях Таллинна 4,00—4,40, в Иру 3,63—3,83 м, в Каллавере-Маарду 2,19—4,50 (в среднем 3,57 м), в Улгасе 2,42—3,85 м (в среднем 3,03 м), в Валкла около 2,50 м, в Тситре 0,78—1,91 м, в Асери в среднем 2,00 м и в Сака 1,44—3,34 м (в среднем 2,32 м). В общем, отдельные измерения колеблются в довольно больших пределах, средняя же мощность понижается по направлению к востоку. В Нарве наблюдается уже только прослойка в несколько сантиметров.

Эти данные о мощности относятся собственно лишь к узкой полосе района глинта в широтном направлении. Чтобы получить полное представление о распространении диктионемового сланца, необходимо иметь данные о его залежах по направлению к югу. Таковые можно почерпнуть из бурений на воду, но так как эти бурения производились почти без исключения ударным способом, то данные мощностей здесь не так точны, как в вышеприведённых колонковых скважинах.

Самый западный буровой колодец, проникший через диктионемовый сланец, находится в Рохукюла, где отмечено 2,40 м этого сланца на глубине 159,3—161,7 м, в двух буровых колодцах Хаапсалу отмечены мощности 0,90 и 1,50 м, в Ляане-Нигула даже 4,50 м, в Кейла 3,70 м, в Саку 5,20 м и в Кехра 4,20 м. Последние три скважины показывают, что здесь, в западной части ЭССР, где около глинта мощность диктионемового сланца колеблется около 4,00 м, мощность эта на протяжении приблизительно 20 км. к югу не уменьшилась, а скорее даже возросла. Самые южные буровые колодцы, где диктионемовый сланец должен быть пройден, но о которых нет точных данных, это колодцы маслобойни Массу в Ляанемаа и стекольной фабрики Ярваканди.

Те же самые бурения дают возможность определить положение диктионемового сланца в пространстве, в первую очередь на западе ЭССР. На мысе Пакерорт нижняя граница диктионемового сланца находится на высоте 7,8 м над уровнем моря, в буровом колодце Рохукюла — на 160 м ниже этого уровня. Расстояние между этими точками по меридиану равняется 53 км, следовательно падение диктионе-

мового сланца равняется 167,8 : 53 = 3,16, т. е. свыше трёх метров на километр, что вполне соответствует величине общего падения коренных слоёв Эстонии.

Фауна диктионемового сланца.

Название диктионемового сланца эта порода получила вследствие того, что в ней часто находят остатки граптолита *Dictyonema flabelliforme*. Этот граптолит является руководящей формой для низов ордовика по всему северному полушарию. В сланцах ЭССР его можно найти чаще всего в тонких прослойках среди оболового песчаника. Другой вид того же рода, *Dictyonema norvegicum*, встречается в верхней части сланца, где также имеется и *Bryograptus kjerulfi*. Из других окаменелостей были найдены *Obolus* и *Lingula*, конодонты (ротовые части кольчатых червей) и спикулы губок.

На основании фауны диктионемовый сланец Эстонии, как и таковой Скандинавии, может быть подразделён на две зоны: нижнюю характеризует *Dict. flabelliforme*, верхнюю же — *Dict. norvegicum*.

В средней части залежей встречаются преимущественно спикулы губок, образующие местами кремнистые прослойки. Так как представители названной фауны встречаются далеко не везде, то на отдельных разрезах не всегда удаётся установить указанные фаунистические зоны. В биостратиграфическом смысле диктионемовый сланец не представляет собой единицы высшего порядка, так как диктионемовая фауна встречается и ниже, в оболовом песчанике, в котором находят целые прослойки диктионемового сланца.

Диктионемовый сланец является частью оболовой серии, состоящей из оболового песчаника, диктионемового сланца и глауконитового песчаника. Практически эта сланцевая зона всё же достаточно ясно может быть отграничена как сверху, так и снизу. Снизу границей является слой пирита, сверху — глауконитовый песок. Последний ясно представлен по всему глинту, между тем как слой пирита хорошо выражен только в западной ЭССР.

Петрография и химизм диктионемового сланца.

Петрографически диктионемовый сланец представлен в основном типичным чёрнобурым битуминозным глинистым сланцем, который, выветриваясь, распадается на тоненькие (в 1—2 мм) листочки. В свежем, невыветрившемся состоянии также заметна тонкая слоистость.

Местами, например, в Иру и в Асери, верхняя часть залежи сланца представляет собой светлосерую сланцеватую глину, которая отличается от сланца 1) отсутствием битума и 2) более слабой связью между частицами. В районе Асери мощность этой сланцеватой глины колеблется от 0,25 до 2,50 м, составляя в среднем 1 м (у сланца 2 м). В некоторых разрезах она отсутствует.

Соотношения мощностей сланца и глины таковы, что они, повидимому, друг друга замещают: при более мощной глине сланец является менее мощным, и наоборот. В районе Иру мощность глины меньше и достигает всего 0,5 м (при средней мощности сланца в 3,5 м). В целом ряде разрезов сланцеватая глина отсутствует.

В диктионемовом сланце всегда присутствует пирит. Он встречается небольшими линзами, придерживаясь определённого горизонта, местами на большом пространстве. Этот пирит является часто в виде хорошо образованных кристаллов; в других случаях это землистые, почковидные конкреции. Наличие марказита не установлено. В самой массе сланца явно имеется пирит в мелкораздроблённом виде, что сказывается и на объёмном весе сланца.

В некоторых районах можно отметить песчанистые прослойки в средней части диктионемового сланца. По большей части эти прослойки тонкие и неправильные; только в одном из разрезов Тситре имеется прослойка песчаника в 21 см. В восточной части глинта и в буровых кернах Асери и Сака в средней части разреза сланца встречаются т. н. «друзы антраконита» — псевдоморфозы доломита по кальциту в виде шиповатых шаров радиального строения. Происхождение их, повидимому, сингенетическое (одновременное с происхождением самого сланца).

Химический состав диктионемового сланца определён А. Купфером (1870) и Н. Ряго (1928). Сводка их анализов даётся в следующей таблице (см. стр. 90).

Н. Ряго определила высшую калорийность в 1260—1265 ккал, низшую — в 1053—1110 ккал; Рюбенберг (1917) определил высшую калорийность в 1591 ккал, низшую — в 1519 ккал.

При опытах перегонки сланец при 575° С давал 7,74% смолы и воды и 2,81% газов (Н. Ряго, 1928). Примерно такие же результаты имели опыты, поставленные Винклером в 1915—1917 гг. Сырая смола содержит 56,2% воды, 4,01% серы, 1,87% оснований, 1,52% кислот и 3,95% фенолов (Н. Ряго). Удельный вес её 0,9867. Винклер получил при фракционированной перегонке продукты, близкие

Таблица 12.

Химический состав диктионемового сланца ЭССР.

Вещества	Образец из Онтика (по Купферу)	Образец из Таллинна (по Купферу)	Образец из Мяэкюла (по Ряго)
SiO_2	52,30	52,65	54,32
Al_2O_3	11,27	14,18	12,91
FeO	2,65	1,81	1,61
Fe_2O_3	0,15	0,11	0,22
FeS_2	3,25	3,38	4,49
CaO	0,09	0,06	0,61
MgO	0,53	0,95	1,08
K_2O	6,94	7,84	7,66
Na_2O	0,25	0,23	Не опред.
P_2O_5	Не опред.	Не опред.	0,14
SO_3	„	„	0,15
S (орган.)	„	„	0,34
H_2O	1,39	0,98	1,36
C	12.25	12,61	9,41
N	0,42	0,47	0,65
H	1,12	1,31	1,10
O	7,23	3,88	3,82
Всего	99,84	100,46	99,87
Органического	21,02	18,27	15,32

к ихтиолу, вообще же пять различных фракций. Из газовой воды он получил сернокислый аммоний, метиловый спирт и пиридин. Калорийность газа — 3900 ккал. Н. Ряго при перегонке сырой смолы получила 86,2% масла с удельным весом 0,9484, в котором кислых составных частей 6,03%, из них 3,21% фенолов и 2,82% карбоновых кислот.

Генезис диктионемового сланца.

На основании всех приведённых данных диктионемовый сланец можно рассматривать как типичный граптолитовый сланец, виды которого представлены в разрезе ордовика-готланда разных стран и имеют широкое распространение как регионально, так и в вертикальном разрезе. Мелкозернистые терригенные вещества, богатство пиритом и сравнительно большое количество азота указывают на ил животного происхождения на дне бассейна, где происходило осаждение и где не было достаточно кислорода. Последним обстоятельством и объясняется сохранность органического вещества. Некоторые признаки, однако, указывают на возможность позднейшей его миграции. Прежде всего, выше было уже указано на спорадическое замещение сланца сланцеватой глиной. Далее, не во всех граптолитовых сланцах существует

органическая составная часть. Присутствие прослоек сланца в оболовом песчанике и песчаника в сланце (хотя бы и в небольшом количестве) указывает на то, что песчаник и сланец были одновременными фациями в одном и том же море, причём сланец осаждался дальше от берега на большей глубине (однако не в глубоководных районах). Вопрос о том, каким образом расстояние от берега могло повторно изменяться на короткое время, остаётся пока нерешённым.

Возможности применения диктионемового сланца.

Содержание органического вещества заставляет думать о применении диктионемового сланца в качестве топлива, а также для перегонки. Эту породу применяли как топливо уже в 1916—17 гг. во время работ в морской крепости Таллинна: там, где происходили горные работы в диктионемовом сланце, им пользовались для отопления бараков рабочих. Эта попытка дала положительные результаты (по Погребову), что, между прочим, объясняется тем, что в этом случае топливо не нуждалось в сколько-нибудь далёком транспорте. Позднее имеются данные об опытном отоплении парового котла в Кивиыли, где в течение двух часов смогли поддержать огонь одним диктионемовым сланцем, превращая при этом в пар один кубический метр воды на тонну сланца. В последнее время на предприятии «Ээсти Фосфорийт» с ясным успехом прибавляли при отоплении к кукерситу 25% диктионемового сланца.

Эти данные показывают, что при известных условиях диктионемовый сланец пригоден в качестве топлива.

Для иллюстрации того же самого вопроса можно указать на случаи из прошлого, когда горение диктионемового сланца происходило в природных условиях. Такие пожары были в 1807 г. около маяка Суурупи (по Севергину), в 1837 г. в Кейла-Йоа (по Гельмерсену), в 1840 г. около Таллинна (по Л. фон Буху), в 1864 г. на острове Вяйке-Пакри (по Ф. Шмидту), в 1909 г. у Пальдиски (по Винклеру) и в 1917 г. у Мяэкюла (по Погребову). Каждый раз такие горения в природе продолжались долго. Причины возникновения этих пожаров по большей части неизвестны. Только относительно последнего случая известно, что сланец загорелся на свалке от разложенного на нём костра. Преодолеть пожар удалось только путём проведения глубоких рвов вокруг охваченного огнём пространства.

Другая возможность использования диктионемового сланца подсказывается значительным содержанием в составе его калия. Опыты, произведённые в Институте промышленных исследований в 1942/43

гг. показали (по И. Ансо), что мелко размолотый сланец или его зола с успехом могут заменить калийное удобрение для различных сельско-хозяйственных культур. Соединения калия в сланце, следовательно, в большой степени растворимы в воде и в слабых кислотах. Проблема, значит, состоит в том, чтобы после сжигания сланца или после его перегонки из кокса или золы добыть калий. Тогда можно будет практически использовать около 25% всего сланца. Если дальнейшие исследования откроют возможность использования и серы, то обработка сланца должна оказаться ещё выгоднее.

По газетным данным, в Швеции во время последней мировой войны приступили к перегонке сланца в большом масштабе. Работало несколько заводов, общая годовая добыча сырого масла которых в 1942 году должна была дойти до 82 000 тонн. По литературным данным видно, что шведские сланцы, которые относятся не только к низам ордовика, но и к кембрию, дают примерно такой же выход смолы и газов при перегонке, как и наш диктионемовый сланец.

В. Глауконитовый песчаник.

На диктионемовом сланце по всей площади распространения его залегает другая весьма характерная по внешним признакам порода — зелёный рыхлый песчаник, содержащий богатую примесь минерала глауконита, т. н. глауконитовая толща (BIα в стратиграфическом разрезе, см. табл. 1).

Геология и петрография глауконитового песчаника.

Если проследить мощность глауконитового песчаника в тех же разрезах, где выше был отмечен диктионемовый сланец, то получим следующий ряд чисел: острова Пакри 3,5—4,0 м, полуостров Пальдиски 3,5—5,5 м, Кейла-Йоа 2,08—3,63 м, Раннамыйса 1,76 м, Тоомпеа в Таллинне 1,10—1,38 м, Ласнамяэ 1,70 м, Иру 0,88—2,04 м (в среднем 1,36 м), Каллавере—Маарду 1,55 (0,9—2,18) м, Улгасе 1,27 (0,66—1,87) м, Валкла 0,50—0,94 м, Тситре 0,30—0,74 м, Асери 0,94—2,42 м, Сака в среднем 1,27 м (0,72—1,73 м).

Южнее, при бурениях на воду, получены следующие данные: Рохукюла 1,20 м (на глубине 158,1—159,3 м), Хаапсалу 0,40 и 0,60 м, Ляне-Нигула 6,00 м («твёрдая красная глина»), Кейла 1,20 м, Саку 0,60 м, Кехра 0,80 м, Убья 1,62 м, Кивиыли 1,10 м, Кохтла-Ярве 0,90—1,50 м, Эреда 2,00 м, Йыхви 0,50—2,30 м, Вайвара 0,25 м.

Хотя эти цифры показывают больше колебаний, чем таковые мощностей диктионемового сланца, всё же, в среднем, они меньше послед-

них. Так же, как у диктионемового сланца, замечается уменьшение мощностей к востоку, хотя здесь это уменьшение не является столь последовательным и постепенным.

Распространение обнажений глауконитового песчаника совершенно такое же, как у диктионемового сланца: в тех же районах глинта и в речных долинах, пересекающих уступ последнего.

По составу глауконитовый песчаник является кварцевым песчаником, содержащим множество тёмнозелёных глауконитовых зёрен различной величины. Часто он содержит также много глины. В нижних участках встречаются фосфоритные конкреции. На востоке часто можно заметить гнёзда песчаника, не содержащие глауконита.

Стратиграфически нижнюю глауконитовую толщу по петрографическим и фаунистическим признакам следует резко отграничить от верхней зоны: внизу рыхлый, почти без связывающего цемента песок, вверху же — с известковым цементом; внизу с фауной беззамковых плеченогих (*Obolus siluricus, Leptembolon lingulaeformis, Schizambon estoniae*), вверху — с замковыми плеченогими, главным образом из ортид. Нижняя часть обозначается BI_{α} и тесно примыкает стратиграфически к диктионемовому сланцу вместе с оболовым песчаником, входя в состав оболовой серии; верхняя же часть имеет обозначение BI_{β} и относится к верхней зоне. В качестве глауконитового песчаника в узком смысле слова можно поэтому рассматривать только нижнюю зону. Но так как и верхняя содержит много глауконита и по цвету почти не отличается от нижней, то часто она не выделяется особо. Вышеприведённые числа по большей части содержат мощности обеих зон, вместе взятых.

Систематических определений количества минерала глауконита в песчанике нет. Ориентировочно можно сказать, что содержание глауконита может достигать 80—90%. Для Ленинградской области имеются данные анализа (по Пустовалову), по которым глауконитовый песчаник у Копорья содержит 40—42% глауконита, 17—18% песка, 30—31% глины и 9—13% влаги. Обычно интенсивность зелёной окраски является показателем, имеем ли мы дело с материалом, богатым или бедным глауконитом.

Химия и технология глауконита.

Состав глауконита как минерала является непостоянным, поэтому его структурная формула ещё не установлена в точности. Приближённое представление о его составе даёт следующая формула (по

Кларку и Каспари): $(K_2\ Fe{\cdot\cdot})\ O \cdot (Al,\ Fe{\cdot\cdot\cdot})_2\ O_3 \cdot 4SiO_2 \cdot nH_2O$.

Существенно то, что в нём содержится калий и как двухвалентное, так и трёхвалентное железо. Кроме того, в состав глауконита входят ещё Mn, Ca, Mg, Na, Li.

Приводим ниже таблицу, в которой сопоставлены обычные пределы колебаний составных частей глауконита (левый столбец, по Пустовалову) и среднее пяти анализов глауконита из Эстонии (правый столбец, из Онтика и Пальдиски, по Куперу).

Таблица 13.

Химический состав глауконита.

Вещества	Состав глауконитов (по Пустовалову) в %	Среднее пяти анализов по Куперу в %
SiO_2	56—27	51,91
Al_2O_3	1,5—7,0	8,27
Fe_2O_3	15—40	14,99
FeO	1—4	4,26
MnO	Следы	Не опред.
MgO	1—6	4,04
CaO	0,2—1,6	0,18
K_2O	2,5—9,5	7,88
Li_2O	+	Не опред.
Na_2O	0,5—1,0	0,18
H_2O	6—10	6,49
Органич.	Следы —0.6	Не опред.
Всего		98,20

Как видно из этих данных, состав эстонского глауконита без труда укладывается в рамки общего анализа глауконитов. Поэтому можно сказать, что свойства и возможности применения нашего глауконита аналогичны таковым из других месторождений.

Одним из таких свойств глауконита является устойчивость против факторов выветривания, которая обнаруживается во всех обнажениях. Благодаря этому свойству, глауконит без дальнейшей обработки можно применять в качестве зелёной краски. Винклер сообщает по данным Погребова, что в Ингерманландии крестьяне держали на частоколах и под навесами комья глауконитовой глины, которая после многократного проминания употреблялась в качестве зелёной малярной краски. При обжиге и химической обработке из глауконита можно получить бурые и красные краски, очевидно благодаря содержанию в нём железа.

Вторая область применения глауконита состоит в производстве калийного удобрения. До первой мировой войны и отчасти даже позднее в США переработка глауконита в калийное удобрение производилась в значительном масштабе (центр в Нью-Джерси). Впоследствии это производство потеряло значение из-за конкуренции калийных солей. Тем не менее можно думать, что в зависимости от условий транспорта глауконит может иметь и впредь значение в этом направлении для удовлетворения местных потребностей (см. работу И. Ансо, 1946).

Произведённые в условиях войны (1942/43) в Институте промышленных исследований опыты показали, что глауконитовый песок и без обработки применим в качестве калийного удобрения, так как часть содержащегося в нём калия непосредственно растворяется в воде, а остаток постепенно разлагается в почве. Естественным недостатком в этом случае является низкое содержание калия и богатство бесполезным кремнезёмом. Вблизи глинта, где глауконит легко добывается, он мог бы послужить для удобрения и мелиорации кислых почв.

Наконец, глауконит имеет замечательное свойство менять катионы в своём составе, благодаря чему им можно пользоваться в качестве пермутита для понижения жёсткости воды. В этом направлении он находит довольно значительное применение в СССР. И в Эстонской ССР уже возник интерес к этому вопросу; нет сомнений, что глауконит и здесь может быть применён в качестве пермутита.

Генезис глауконита.

Глауконит является минералом, который в настоящее время возникает только в море, и нахождение которого в древних осадках является доказательством их талассогенного происхождения (за исключением случаев вторичного переосаждения).

В современных морях можно было проследить, что на известном удалении от берега, на глубине около 200 м, листочки биотита химически преобразовываются в глауконит. Дополнительным аргументом в пользу такого преобразования является установленное сходство структурных решёток глауконита и биотита. Вероятно однако, что это не единственный способ возникновения глауконита: очень возможно, что глауконит может осаждаться в коллоидальном состоянии из морской воды. Во всяком случае для его возникновения в морской воде должны быть налицо богатые калием ферросиликаты.

В этом смысле достойно внимания, что глауконит в современных морях возникает около берегов, состоящих из кристаллических пород. Во время возникновения эстонского глауконита географические условия были именно таковыми. Глауконит распространён вокруг окраин фенноскандинавского кристаллического массива, откуда соответствующие минералы и соединения в большом количестве могли попадать в морскую воду. Обильное появление глауконита сначала в песчано-глинистых осадках, позднее в известняках в начале ордовика, вполне соответствует нашим представлениям о палеогеографических условиях того времени.

Г. Слой пирита.

Как видно из сводной колонки коренных слоев ЭССР (табл. 1), глауконитовый песчаник залегает на диктионемовом сланце, а оболовый песчаник под ним. Граница с последним не является вполне однородной во всех разрезах. На западе, начиная от полуострова Пальдиски и кончая востоком уезда Харьюмаа, оболовый песчаник и диктионемовый сланец разделены ясно выраженным слоем пирита. Далее на востоке эта прослойка не является столь постоянной и ясной.

Геология и петрография слоя пирита.

Слой пирита обнажается так же, как диктионемовый сланец и глауконитовый песок, в уступе глинта в области своего распространения. Лучшие обнажения находятся по обеим сторонам полуострова Пальдиски, где слой пирита обнажается на уровне моря, и где волны омывают его на довольно большой площади. Здесь хорошо заметна одна черта его поверхности — волноприбойные знаки. Ясно, что во время его возникновения, до отвердения осадка, движение волн ещё настолько сказывалось на дне бассейна осаждения, что образовались волноприбойные знаки. И в других обнажениях, например, у Мяэкюла, можно наблюдать те же следы волн. В уступе глинта слой пирита можно наблюдать везде, где доступна нижняя граница диктионемового сланца. Мощность слоя пирита колеблется в пределах нескольких сантиметров, даже на небольшом пространстве. В общем она варьирует от 0,05 до 0,15 м, редко поднимаясь до 0,25 м, как в Леэтсе, или до 0,30 м, как в Ягала. По буровым данным мощность его в Раннамыйса 0,09 м, в Иру 0,04—0,12 м, в Маарду 0,08—0,15 м, в Улгасе 0,07—0,15 м, в Валкла 0,5—0,12 м, в Тситре 0,01—

0,06 м. Средняя мощность на этом пространстве примерно 0,07—0,10 м.

Объёмный вес пиритового слоя составляет около 3,2, колеблясь в зависимости от содержания в нём песка.

Слой пирита в области своего типического распространения тесно связан с верхним разделом оболового песчаника — детритом.

Прослеживая разрез детрита снизу вверх, можно заметить, что зёрна детрита приобретают всё больше и больше цемента в виде пирита; в самом контакте со сланцем имеется уже чистый пирит, без песка. Таким образом, нижняя граница пиритового слоя, в противоположность верхней, нерезкая. Это обстоятельство явственно отражается на микроскопическом строении пиритового слоя: в нижней части преобладают зёрна кварца вместе с обломками оболусов, в верхней же части эти зёрна и обломки уже не соприкасаются, и главную массу образует пирит.

Зёрна кварца в пирите небольшие, максимально 1,0 мм в диаметре; наблюдается сортировка на прослойки различной зернистости.

Чертой, бросающейся в глаза в микроскопической картине шлифов пирита, является поверхностная коррозия кварцевых зёрен. Это указывает на то, что осаждение происходило в щёлочной среде, где кварц растворялся. Такая среда существовала в присутствии разлагающихся остатков организмов в морской воде, выделявших много аммиака и сероводорода.

Это бросает луч света и на генезис слоя пирита. Оболовый песчаник является осадком прибрежного моря, богатого кислородом; диктионемовый сланец, напротив, образовался из ила, бедного им. Повидимому, обеднение кислородом и щёлочность среды начали сказываться уже во время осаждения последних слоев песчаника, причём море получило приток больших количеств железа и серы. Несомненно, что бóльшая часть этого железа и серы прошли через животные и растительные огранизмы, но одно органическое осаждение не может объяснить концентрации больших количеств этих элементов в одном слое. Присутствие волноприбойных знаков на поверхности пиритового слоя указывает всё же на то, что осаждение происходило не глубже воздействия волн. Это обстоятельство заставляет поставить вопрос о том, как при таких обстоятельствах мог ощущаться недостаток в кислороде.

Вполне вероятно, что сульфид железа первоначально осаждался в виде марказита, но так как марказит в обычных условиях температур и давлений неустойчив, то в настоящее время находим один только пирит. Имеется лишь единичный образец кристаллов марказита из пиритового слоя — около Кунда-Малла.

Поскольку распространение пирита известно только в весьма узкой полосе, параллельной глинту, остаётся пока открытым вопрос о том, имеются ли где-нибудь более мощные районы этого же пиритового слоя, ибо известны залежи пирита осадочного происхождения мощностью до 20 метров (Раммельсберг в Германии).

Химизм пиритового слоя.

Приведём три полных анализа пиритового слоя из буровых скважин (И. Ансо по А. Эпику).

Таблица 14.

Химический состав слоя пирита (в %).

Вещества	Скважины		
	Костивере	Маарду 49	Маарду 53
Нерастворимое	38,40	47,80	51,49
SiO_2	37,76	47,29	49,42
FeO	32,43	27,62	20,93
S	27,97	23,72	18.39
SO_3	0,41	0,15	0,21
CaO	4,04	3,25	6,91
MgO	0,17	0,35	0,30
P_2O_5	2,86	2,22	4,93
Al_2O_3, TiO	1,40	1,11	2,71
CO_2	0,23	0,25	0,59
Fe	(0,27)	(0,20)	(0,44)
KNaO	Следы	Следы	Следы
Сумма	107,27	105,96	104,39
Вычесть O_2	6,96	5,92	4,59
Всего	100,29	100,05	99,80

Это — средние анализы по всей мощности слоя в скважине. Из них видно, что половина состава слоя пирита приходится на нерастворимый кварцевый песок. Содержание пирита зависит от количества серы и равно 52,49% в скважине Костивере, в скважинах Маарду 49—46,18% и 53—35,64%. Объёмный вес равен соответственно 3,32, 3,26 и 2,89.

Анализируя отдельно верхнюю, более богатую пиритом часть, и нижнюю, менее богатую, получаем для верхней части содержание пирита 50,59%, 40,18%, 40,76%; в то же время в нижней части имеем соответственно 27,67%, 24,60% и 15,48%. Так как мощность верхней части в среднем 4,6 см, а нижней 2,3 см, то в верхней части содержится 83% всей серы, в нижней же только 17%.

ГЛАВА V.

Фосфориты.

Под названием «эстонского фосфорита» (eesti fosforiit) известно удобрение, добываемое из оболового песчаника. Этот песчаник содержит скопления створок раковин плеченогих из рода *Obolus*. Так как эти раковины состоят из фосфорнокислого кальция, то скопления их являются полезным ископаемым — фосфоритом, который сравнительно легко может быть отделён от пустой породы.

Геология и генезис оболового песчаника.

Оболовый песчаник является древнейшим горизонтом оболовой серии, к которой относятся ещё диктионемовый сланец и глауконитовый песчаник. Все эти слои стратиграфическси тесно связаны между собой и содержат фауну беззамковых плеченогих из рода *Obolus* и других близко стоящих родов (сравни сводную таблицу коренных пород в главе I и сводную колонку рис. 1).

В обнажениях западной части ЭССР хорошо наблюдается б а з а л ь н ы й к о н г л о м е р а т, образующий основание оболового песчаника. Его наличие доказывает, что на нижнекембрийские песчаники нахлынула трансгрессия того моря, где отложился оболовый песчаник. Отсюда считают начало ордовика. В восточной части ЭССР этот базальный конгломерат в обнажениях не может быть наблюдаем так ясно и с такими большими включениями окатанной кембрийской породы, как на западе республики.

Условия обнажения оболового песчаника в весьма большой степени походят на таковые же условия диктионемового сланца и глауконитового песчаника. Подобно последним, оболовый песчаник обнажается в уступе глинта, часто у подножия его. Поэтому нередко перед уступом глинта простирается узкая полоса земли, где выходит оболовый песчаник с находящимися в нём оболовыми скоплениями.

Самое западное обнажение оболового песчаника имеется на мысе Пакерорт, самое восточное, в пределах ЭССР, — в Нарве, на берегу Наровы. Между ними находим обнажения той же породы на всех участках уступа глинта, как напр. в Тюрисалу, Раннамыйса—Тискре, в ближайших окрестностях города Таллинна, в Улгасе, Валкла, Тситре, Асери, от Сака до Тойла, от Ору до Тюрсамяэ. Кроме того, обнажения имеются ещё в долинах всех рек, впадающих в Финский залив.

Мощность и строение разрезов оболового песчаника на всём этом расстоянии настолько изменчивы, что невозможно привести типичный разрез для всей области его распространения. Поэтому приводим несколько разрезов из различных частей глинта.

Глинт в Тюрисалу.

Кровля — диктионемовый сланец,

0,05 — 0,10	м	— песчаник с пиритом,
0,10	„	— диктионемовый сланец,
0,05	„	— песчаник с пиритом,
0,5	„	— диктионемовый сланец,
1,10+	„	— оболовый детрит (5,78% P_2O_5),
0,30	„	— светлый рыхлый песчаник,
0,30	„	— твёрдый песчаник,
0,02	„	— диктионемовый сланец,
1,30	„	— твёрдый сланец,
0,20	„	— песчаник с тонкими прослойками сланца,
0,40	„	— переслаивание сланца и песчаника (нижняя половина почти целиком сланец) —

всего 3,92 м.

Внизу волнистая поверхность кембрийского диплократериевого песчаника.

Почти такого же состава и такой же мощности разрез оболового песчаника в 10 км на восток в глинте у Тискре.

Штольня в Иру.

1,50	м	— диктионемовый сланец,
0,15	„	— пирит,
0,60	„	— детрит,
0,10	„	— песчаник с диктионемовым сланцем,
1,40	„	— песчаник с оболусами и прослойками диктионемового сланца,

до 0,16 м — линза оболусов,
0,23 „ — светлый песчаник с немногими оболусами,
0,70 „ — оболовый конгломерат,
4,00+ „ — светлый песчаник с редкими прослойками глины.

Этот разрез наиболее распространён в литературе (типичный разрез А. Эпика).

Рудник Маарду (Крооди).

Кровля — диктионемовый сланец,
0,10 м — пирит,
0,50 „ — детрит,
0,33 „ — косослоистый песчаник с тёмными прослойками и редкими оболусами,
0,28 „ — тёмный косослоистый песчаник с детритом и довольно многочисленными оболусами,
0,08 „ — песчаник с чёрными прослойками,
0,58 „ — песчаник полосатый, с немногими оболусами,
0,40 „ — очень богатый конгломерат,
0,10 „ — менее „ „
0,45 „ — богатый конгломерат, наверху детритный, внизу с крупными обломками оболусов,
1,00+ „ — песчаник,
ниже — пол рудника.

В непосредственном соседстве с приведённым разрезом можно получить другие числа мощностей для всех отдельных слоёв.

Средняя мощность конгломерата — 0,88 м.

Рудник Улгасе.

Кровля — диктионемовый сланец,
0,27 м — детрит (3,56% P_2O_5),
0,10 „ — сланец,
0,72 „ — детрит (4,49% P_2O_5),
0,08 „ — сланец,
0,47 „ — мелкодетритный песчаник,
0,08 „ — сланец,
0,12 „ — песчаник с детритом,
0,19 „ — верхний конгломерат (13,4% P_2O_5),
1,30 „ — косослоистый песчаник с тонкими прослойками сланца, особенно в нижних 0,5 м,
1,00 „ — нижний конгломерат (11,0% P_2O_5).

В лежачем боку песчаник с оболусами.

Глинт в Тситре.

Кровля — диктионемовый сланец,

0,10 м — пирит,
0,10 „ — пустота,
1,20 „ — детрит (1,90% P_2O_5),
0,25 „ — песчаник со сланцем,
1,50 „ — перемежающиеся слои песчаника, глины и сланца,
0,16 „ — песчаник с оболусами,
0,06 „ — глинистый слой (сланцевая глина),
0,22 „ — песчаник с оболусами,
0,10 „ — „ с бурыми прослойками,
0,10 „ — конгломерат (20% P_2O_5),
0,10 „ — диктионемовый сланец,
0,10 „ — песчаник,
0,45 „ — конгломерат (15,5% P_2O_5),
0,32 „ — сланцевая глина и песчаник,
0,25 „ — твёрдый белый песчаник,
0,41 „ — глинистые и песчанистые слои с редкими оболусами,
0,55 „ — конгломерат (23,4% P_2O_5),
2,00+ „ — белый твёрдый песчаник с немногими оболусами.

Глинт в Асери.

Кровля — диктионемовый сланец,

0,07 м — пирит,
0,63 „ — песчаник со сланцем,
0,40 „ — конгломерат (17,4% P_2O_5),
0,16 „ — твёрдый песчаник,
0,01 „ — слой оболусов,
0,06 „ — твёрдый песчаник,
0,006 „ — глина,
0,37 „ — песчаник с прослойками глины,
1,10 „ — песчаник,
0,42 „ — твёрдый песчаник,
0,48 „ — песчаник с прослойками глины,
0,69 „ — тонкослоистый песчаник,
0,70+ „ — белый массивный песчаник.

Кровля — диктионемовый сланец,
0,29 м — песчаник с прослойками сланца,
0,40 „ — песчаник,
0,07 „ — сланец,
1,25 „ — песчаник с прослойками сланца,
0,36 „ — конгломерат, небогатый (4,65%),
0,57 „ — „ богаче (9,87%),
0,15 „ — „ твёрдый детритовый, } (9,87 P_2O_5),
0,35 „ — „ средний,
0,40+ „ — белый песчаник.

Приведённые разрезы взяты из районов, богатых обнажениями, или же из месторождений, где горными разработками или буровыми работами получено больше данных об оболовом песчанике.

Сравнивая эти разрезы между собой, в них трудно установить параллелизм. Легко только заметить, что пласты песчаника в серии западных разрезов от Тюрисалу до Тситре всегда перекрываются слоем пирита, залегающего на т. н. детрите. Последний представлен косослоистым песчаником, в котором заключено огромное количество мелких обломков створок оболусов.

Ниже во всех разрезах следует песчаник с прослойками сланца. Нередко как в том, так и в другом встречается граптолит *Dictyonema flabelliforme*.

В районе между Иру и Онтика ниже этой зоны следуют т. н. оболовые конгломераты, — накопления створок раковин оболусов. Эти накопления варьируют по числу и по мощности. В районе Таллинн-Иру эти конгломераты в виде линз имеют небольшие размеры, нередко диаметром в несколько метров или десятков метров. Здесь, однако, появляются накопления и значительно больших размеров. В районе Каллавере-Крооди-Маарду пространство, по крайней мере, в 15 км² можно считать одним неразрывным слоем конгломерата. В районе Улгасе на пространстве примерно 4 км² имеется два слоя конгломерата. В окрестностях Валкла и Тситре местами имеется три слоя конгломерата.

Между Ныммевески и Кунда нет ни обнажений, ни разработок.

В глинте у Асери конгломерат опять обнажается и распространён на площади, по крайней мере, в 19 км². Дальше на восток он продолжается, местами имея большую мощность, в глинте Сака-Онтика, а также на юг и восток от него, имея в последнем случае меньшую мощность.

От линии глинта на юг оболовые конгломераты установлены на самом большом расстоянии в районе Маарду, в скважинах Лагеди, Саха, Костивере, и далее на восток в Кийу. Еще восточней буровая скважина у станции Кивиыли прошла богатый P_2O_5-конгломерат на глубине около 50 м.

У Сака и восточнее нижнюю часть конгломерата можно отождествить с базальным конгломератом трансгрессии. От Иру до Асери ниже

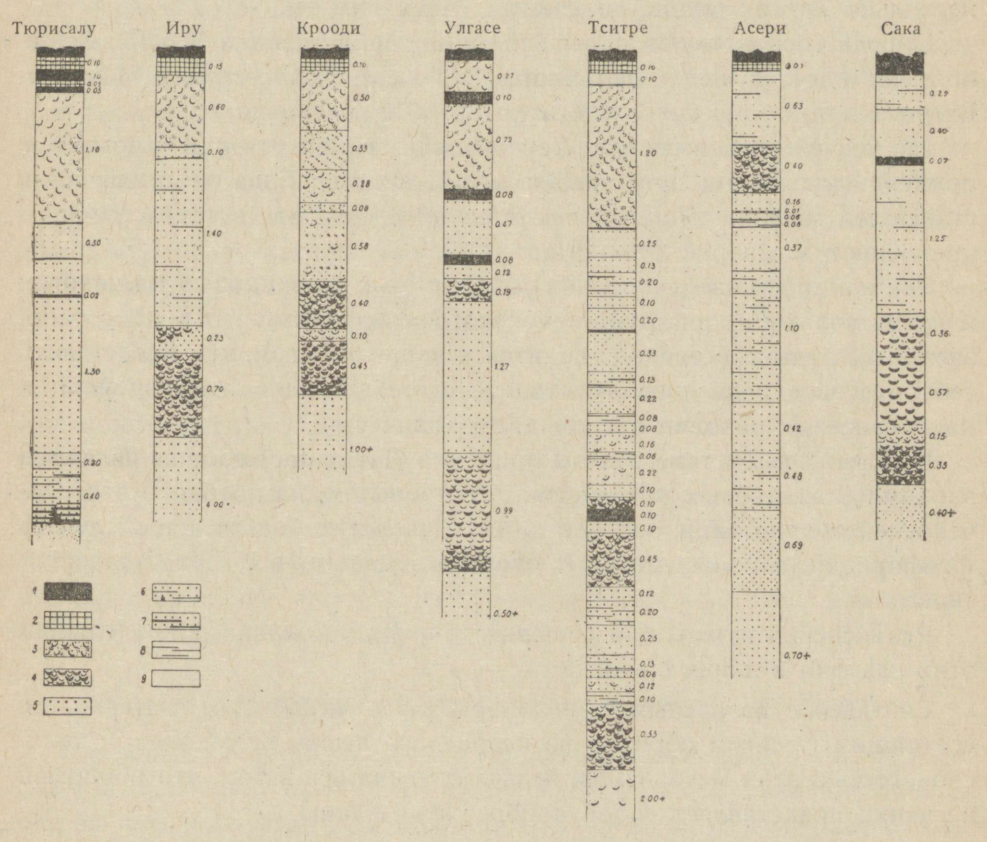


Рис. 3. Типические колонки продуктивной толщи оболового песчаника. 1 — диктионемовый сланец; 2 — пирит; 3 — оболовый детрит; 4 — оболовый конгломерат; 5 — песчаник; 6 — песчаник с глиной; 7 — песчаник со сланцем; 8 — слои глины; 9 — пустота.

конгломератов имеются ещё слои различной мощности, содержащие оболусы. Эти слои состоят из различных песчаников с глинистыми прослойками; они содержат лишь небогатую фауну. По А. Эпику в них, кроме оболусов, встречаются *Lingula* и *Acrotreta*.

Мощность оболового песчаника колеблется здесь от трёх до десяти с лишним метров. На обнажениях у Тситре можно замерить почти 11 метров вниз от верхней границы, причём ещё не удалось достигнуть нижней поверхности.

Среди видов оболусов встречаются главным образом *Obolus apollinis* Eichw. В меньшем количестве представлены *Obolus maximus* Mickw. и *O. triangularis* Mickw., совсем редко находят ещё несколько других видов, описанных Миквицем.

Иногда господствуют виды *Schmidtia: Schm. celatus* Volb., *Schm. obtusus* Mickw., *Schm. acuminatus* Mickw., *Schm. crassus* Mickw. Встречаются, кроме того, ещё некоторые их разновидности.

Из плеченогих имеются *Keyserlingia, Helmersenia* и *Acrotreta,* причём каждый род представлен одним видом. Едва заметная сетка старейшей мшанки *Heteronema priscum* Bassler встречается прикреплённой к створке *Schmidtia.*

Так как огромные скопления раковин этих беззамковых плеченогих и представляют собой руду эстонского фосфорита, то вопрос генезиса этой руды собственно сводится к вопросу о том, как представить себе массовое появление этих плеченогих в океане того времени и накопление их раковин в громадном количестве.

Кембрийская система и низы ордовика (Tremadoc) вообще являются эпохами беззамковых плеченогих. Материалом, из которого эти плеченогие строили свои раковины, оказывается в большинстве случаев фосфорнокислый кальций. В этом отношении всё представляется понятным.

Разъяснения нужны для решения вопроса о большой концентрации этих раковин в данных слоях.

Считаясь с базальным конгломератом, с осадочным материалом, состоящим главным образом из кварцевого песка, и, наконец, с косослоистостью этих материалов, нельзя сомневаться в том, что оболовый песчаник представляет собой прибрежную фацию.

Поэтому можно утверждать, что главная масса раковин оболусов, особенно тех слоёв, где эти раковины представлены мелким детритом, была обработана и сконцентрирована в прибрежной полосе. В первую очередь надо иметь в виду стратиграфический детрит, указанный выше. Но, помимо этого, во многих местах встречаются в разрезах ещё более глубокие слои, состоящие из косослоистых песчаников с массовым содержанием мелких обломков оболусов. Таким образом, имеется достаточно признаков, говорящих о разрушающей работе волн и, может

быть, также прилива и отлива. Что в береговой полосе раковины морских животных могут быть накоплены в таком состоянии, как мы это видим в оболовых конгломератах, можно нередко наблюдать и по современным морским берегам.

Известную проблему представляет только вопрос о большом пространственном распространении этих накоплений. Повидимому, оболусы в известные периоды в особенно большом числе расселялись по дну моря, недалеко от берега, где их раковины погребались, не пострадав особенно от действия морских волн. Это видно из того, что бо́льшая часть раковин сохранилась в своих более массивных частях, потеряв лишь более хрупкие края. Но, наряду с этим, заслуживает внимания то обстоятельство, что раковины мелких экземпляров, как например, маленькие (молодые) *Obolus apollinis*, особенно же сравнительно хрупкие виды *Schmidtia* часто так мало пострадали, что можно найти много вполне уцелевших экземпляров.

Резюмируя вышеизложенное, можно сказать: 1) оболовый песчаник является осадком прибрежным и прибрежного моря и подразделяется стратиграфически на три зоны; 2) средняя из этих зон содержит в различных горизонтах накопления раковин оболид, т. е. оболовые конгломераты, которые имеют ценность в качестве фосфоритного сырья; 3) конгломератов не установлено на запад от Таллинна, на восток же от Таллинна они встречаются неравномерно, но во многих местах являются продуктивными; 4) в отдельных районах разрез и мощность слоёв не соответствуют таковым в других районах; 5) оболовый песчаник пронизан прослойками диктионемового сланца, что указывает на тесную связь между генезисом того и другого.

Химизм, петрография и технология оболового фосфорита.

Оболовый песчаник состоит в общем из кварцевого песка, к которому в различном количестве примешаны обломки раковин оболид. Порою эти раковины и их обломки преобладают над кварцевым песком. С точки зрения содержания оболид можно различать следующие разновидности пород.

1) Оболовые конгломераты. Порода, состоящая главным образом из раковин оболид и их обломков, получила название «оболового конгломерата». Последний содержит, кроме того, тот же кварцевый песок, из которого состоят слои песчаника; количество песка бывает изменчиво и, в зависимости от этого, конгломерат бывает более или менее богатым (в отношении содержания фосфорного

ангидрида). Соотношение между количеством раковин и песка легко устанавливается по внешнему виду конгломерата: чем больше раковин, тем темнее окраска породы. В виде исключения раковины оболид могут быть и более светлой окраски, но и в таком случае нетрудно определить их относительное количество.

Более точным показателем количества раковин оболид является процентное содержание фосфорного ангидрида, определяемое из средней пробы породы при помощи химического анализа. Этот показатель может быть весьма различным по отдельным слоям, колеблясь от 1 до 30%. В вышеприведённых разрезах отмечен процент содержания P_2O_5 в тех слоях, из которых были взяты пробы для анализа.

Среднее содержание P_2O_5, полученное при помощи расчётов из большого количества анализов одного месторождения или же химическим анализом средней пробы из рудника, колеблется в пределах 10—14%.

Название «конгломерата» дано этим накоплениям раковин потому, что в них в довольно большом количестве встречаются плоские, почти чёрные гальки, часто с неправильными очертаниями. Под микроскопом эти гальки оказываются песчаником с большим количеством мелких обломков раковин оболид. Химически эти гальки содержат свыше 50% SiO_2, 20% CaO и около 14% P_2O_5. Происхождение этой породы неясно; по времени своего образования она, повидимому, сингенетична с конгломератом.

Показателем интенсивности обработки волнами оболовых конгломератов является степень разрушения раковин оболид. Обычно у них разбит только более хрупкий передний край, но имеются и слои конгломерата, где раковины вообще сильно разрушены.

Конгломераты являются сравнительно рыхлыми, подобно остальным слоям оболового песчаника. При взятии проб только иногда требовалось применение большей физической силы. Вследствие этого можно было подвергнуть механическому анализу пробы, взятые из обнажений, после лёгкого разрыхления, для определения их зернистости.

После ситового анализа 32 проб оболовых конгломератов автором был получен следующий средний спектр зернистости (см. табл. 15).

Главной составной частью оказывается, таким образом, мелкий песок с зёрнышками от 0,125 до 0,5 мм диаметром, составляющий круглым счётом $\frac{2}{3}$ всей массы конгломерата. Образцы были взяты из райо-

нов Роотси-Каллавере, Валкла, Тситри и Сака; спектры каждого из этих районов представляли свои небольшие особенности.

Зёрна диаметром свыше 0,5 мм образуют 30,6% всей массы конгломерата. Они состоят полностью из обломков раковин оболид и галек конгломерата. Песчинки имеются только постольку, поскольку они пристали к раковинам. Из этих данных видно, что при помощи сит можно достичь обогащения оболового фосфорита.

Таблица 15.

Гранулометрический состав оболового конгломерата.

Диаметр зёрен в мм	0,075 —0,125	—0,225	—0,5	—1,0	—2,0	—4, 0—5,	6—8,	0—11,3
Количество зёрен в весовых %%	1,57	5,44	37,9	26,3	14,2	9,04	4,3	0,94	1,2	0,92

При химическом анализе отдельных фракций, полученных после механического анализа средней пробы из рудника Маарду, выяснилось, что более крупнозернистые фракций были обогащены в отношении P_2O_5 следующим образом.

Таблица 16.

Распределение P_2O_5 между фракциями зернистости конгломерата из Маарду.

Диаметр зёрен в мм	Ниже 0,25	0,25—0,5	0,5—11,3	11,3—свыше 20
% P_2O_5	5,13	23,0	27,1	23,0

Среднее содержание P_2O_5 в пробе было при этом 14,35%. «Эстонский фосфорит» и добывался таким образом, что сначала обогащали сырой фосфорит при помощи просеивания, а затем мололи концентрат в тонкую муку, которая содержала 25—27% P_2O_5.

Максимальное обогащение, до которого теоретически можно было бы довести конгломерат, это содержание P_2O_5 в чистых раковинах оболид. На основании анализов С. Пауля это содержание достигает 35—36% (по А. Эпику).

Состав оболовых раковин, пересчитанный на соли, следующий:

$Ca_3(PO_4)_2$ ..... 85,28—85,89%,
CaF_2 ..... 6,19— 6,30%,
$CaCO_3$ ..... 5,14— 5,59%,
$CaSO_4$ ..... 2,28— 3,39%.

В литературе имеется полный анализ конгломерата из Онтика (Купфер, 1870): кварцевый песок 46,82%; SiO_2 — 7,75%; CO_2 — следы; SO_3—3,76%; P_2O_5—13,28%; F — 1,17%; CaO — 16,82%; MgO — следы; Fe_2O_3+FeO — 5,30%; Al_2O_3 — следы; NaKO — следы; потеря от прокаливания — 3,84%; FeS_2 — 2,18%.

2) Оболовый детрит. Как выше было описано, самым верхним горизонтом оболового песчаника на западе между Пакерортом и Ныммевески является т. н. детрит, состоящий из косослоистого песчаника с мелкими обломками оболид. Обломки эти являются сильно окатанными и блестящими от полировки.

Представление о зернистости детрита даёт следующая таблица со средними числами механических анализов 20 проб.

Таблица 17.

Гранулометрический анализ оболового детрита.

Диаметр зёрен в мм	0,075—0,125	—0,25	—0,5	—1,0	—2,0	—4,0	—5,6	—8, 0—11,3
Количество зёрен в весовых %%	1,54	14,18	52,36	28,13	2,5	1,58	0,73	1,0	—	—

Из этой таблицы выясняется, что главная масса зёрен детрита попадает в тот же интервал диаметра зёрен, куда попадают и зёрна конгломерата, причём попадание выражено ещё более ярким образом: диаметром 0,125—0,5 обладают $\frac{4}{5}$ всей массы детрита. Более крупные зёрна очень слабо представлены, более мелких же сильно прибавилось.

Содержание P_2O_5 в детрите колеблется обычно между 3 и 6%. Редко встречаются содержания в 9—10% и выше. Только при последних цифрах детрит имел бы ценность в качестве промышленного сырья. Обогащения при помощи просеивания здесь ясно нельзя применить, вследствие чего детрит до сих пор не добывался.

Наряду с этим обыкновенным и типичным детритом, в некоторых месторождениях, напр. в Валкла, сравнительно мощные слои оболового песчаника наполнены мелкими обломками оболид, так что их можно было бы назвать мелкодетритными слоями. Так, между Валкла и Убари, около Кулламяэ, в уступе глинта, образованного в этом месте из оболового песчаника, имеется такой мелкодетритный слой мощностью в 3,5 м, где содержание P_2O_5 оказалось 6,32%. При такой мощности, даже при указанном содержании P_2O_5, произво-

дительность слоя достигает 450 кг/м². Однако до сих пор не разработано технологического процесса, который позволил бы с пользой эксплоатировать эти запасы.

3) Оболовые песчаники. Оболовый песчаник является обычным кварцевым песчаником, в котором можно найти немногочисленные зёрна полевых шпатов, слюд и глауконита. Во всех разрезах имеются прослойки диктионемового сланца, большею частью выше конгломератов, но встречаются они и среди последних. Редко встречается кальцитовый цемент в отдельных слоях. Оболусы содержатся в этих слоях в весьма различных количествах; местами они изобилуют на поверхностях слоёв, отделённых один от другого массивами слоёв без фауны. В нижних частях яруса наблюдаются глинистые прослойки, которые, однако, не достигают больших размеров.

Развитие добычи оболового фосфорита.

В 1920 году было основано акц. об-во «Ээсти фосфорийт», которое в следующем, 1921 году заложило штольню в уступе глинта Улгасе (Ulgase) для добычи оболового фосфорита. В 1923 году был построен завод для его обогащения и измельчения.

Процесс обработки состоял в том, что подаваемый из штольни фосфорит грубо измельчали на решётке, направляли в барабан для осушки, а оттуда на вращающиеся сита, которые задерживали зёрна диаметром свыше 0,30 мм. Эти фракции, как мы видели выше, содержат подавляющее количество раковин оболид и их обломков. Сквозь сита проходит только мелкий песок, который содержит всего около 5% P_2O_5. Таким образом добывался обогащённый продукт, содержавший около 70% всего фосфорного ангидрида из сырья в виде 25—27%-ного концентрата. Этот концентрат измельчали в шаровых мельницах в очень тонкозернистую муку (80% этой муки проходило через сито с 4900 отверстиями на 1 см²). Фосфоритовая мука поступала в продажу под названием «эстонского фосфорита», или же в виде смеси с суперфосфатом. Некоторое количество отправлялось заграницу для опытной переработки в суперфосфат.

Концентрат составлял круглым счетом $\frac{1}{3}$ сырого фосфорита. В конце 1938 г. пожар уничтожил фосфоритовую фабрику в Улгасе, вследствие чего на некоторое время добыча фосфорита приостановилась.

Уже в 1937 году правительством Эстонии была поставлена задача расширить добычу фосфорита. Ввиду этого основанный в том же году

Геологический комитет срочно приступил к разведке запасов фосфорита в новых месторождениях.

Разведки, произведённые в 1937—1939 гг., обнаружили продуктивные слои в районе Крооди-Маарду и других районах далее на восток. Имея в виду благоприятное расположение района Крооди, в 1939 году здесь был заложен рудник, и весной 1940 года был основан обогатительный завод на 100 000 тонн концентрата с 33% P_2O_5. Завод проектировался на применение метода флотации. Последующие события затормозили приведение этого плана в исполнение.

Во время немецкой оккупации 1941—1944 гг. рудник был пущен в ход, и обогащение производилось по прежнему методу просеивания. Концентрат полностью вывозился в Германию.

Опыты применения оболового фосфорита в качестве удобрения показали его применимость на кислых почвах. Так как в необработанном виде он плохо растворяется, то на нейтральных почвах его способны использовать лишь некоторые культуры, как, например, кормовые корнеплоды и мотыльковые кормовые травы. На кислых почвах его трудная растворимость является даже преимуществом, так как он сохраняет действие и в последующие годы.

Фосфоритовое поле в Иру.

Это поле расположено между рекой Пирита и озером Крооди, в 10—15 км на восток от Таллинна. Северной границей поля служит уступ глинта и прилежащая к нему с севера узкая полоса земли, где выходит оболовый песчаник.

На западе, со стороны реки Пирита, это поле разведано при помощи 5 расчисток в крутых берегах и в штольнях, прорытых во время первой мировой войны в диктионемовом сланце. На северной границе поля инж. Илькевич в 1923 г. шурфованием обнаружил слои богатого конгломерата.

В типическом разрезе под сланцем и пиритом здесь залегает детрит мощностью около 0,70 м, а на 1—2 м ниже по большей части два слоя конгломерата, из которых нижний имеет мощность до 0,40 м, тогда как верхний значительно меньшей мощности. Но и нижний, более мощный слой может почти выклиниваться.

В отдельных обнажениях можно наблюдать линзы конгломерата очень небольших размеров. Изменчивость слоёв как по мощности,

так и по содержанию P_2O_5, показывают и 25 буровых скважин, пробурённых на этом поле.

Что касается содержания P_2O_5, то в 15 скважинах оно меньше 8%. Оставив эти скважины за контурами и проведя контуры поля при помощи интерполяции, получаем в поле Иру три района, где добыча фосфорита может быть выгодна.

Характерным для поля Иру является высокое содержание P_2O_5 в детрите: до 17% в обнажениях и до 10% в буровых скважинах. В виду этого при определении запасов здесь учитывали и детрит. Относительно остальных полей это не имело места.

Фосфоритовое поле Роотси-Каллавере.

Это — небольшой район на юго-запад от деревни Роотси-Каллавере, где в уступе глинта, образованном оболовым песчаником, можно наблюдать оболовые конгломераты как в естественных обнажениях, так и в расчистках. Здесь в разрезе имеется до 3 конгломератовых слоёв общей мощностью в 0,55—0,70 м. Содержание P_2O_5, неоднократно определённое, выше 20%, в одном случае даже 28,8% (для части слоя одного конгломерата). Обнажений здесь 13, из них 9 продуктивных.

Добыча фосфорита на этом поле очевидно возможна только путём открытых работ, поскольку продуктивные слои являются частями разрезов в 2—3 м глубиной.

Так как уступ, ограничивающий этот район с северо-запада, является морским абразионным уступом послеледникового Балтийского моря, то оболовый конгломерат попал в район прибоя волн и местами был вторично переработан. Интересно отметить, что вторичный конгломерат по своим структурным признакам почти ничем не отличается от первичного.

Фосфоритовое поле Маарду-Крооди.

На востоке от эрозионной долины и озера Крооди разведками 1938 г. было обнаружено обширное фосфоритовое поле с богатым оболовым конгломератом. И это поле с северо-запада ограничено уступом глинта, который здесь, однако, не отличается высотой и крутизной. Выход оболового песчаника и здесь проходит узкой полосой у подножия глинта; на северо-западе его можно обнажать без большого труда. На этой полосе добыча фосфорита может вестись открытыми работами.

Во время разведок указанного поля заложено 35 буровых скважин, которые в большинстве случаев прошли через продуктивный конгломерат около одного метра мощностью.

Начиная с 1939 года, в Крооди заложен рудник штольней с уступа глинта. В настоящее время горными разработками продуктивные слои обнажены на площади в 0,8 · 0,8 км.

Здесь имеется один конгломерат, который, однако, подразделяется на 3—4 различные слоя с разным содержанием песка и различной степенью разрушения раковин оболид. Выше был приведён разрез, снятый в штольне рудника. Можно заметить, что мощность конгломерата изменяется на весьма небольших расстояниях, колеблясь всё же около указанной выше средней величины.

Фосфоритовое поле Улгасе.

Это поле примыкает с северо-востока к полю Маарду. С севера и северо-востока оно ограничено уступом глинта, высоким и ярко выраженным. На северо-восточном краю этого поля в 1921 г. был заложен первый рудник для добычи оболового фосфорита. Этот рудник обнажил разрез продуктивных слоёв в таком виде, как он приведён выше. Вместо одного слоя конгломерата находим здесь два, отделённых один от другого 1,27 м слоем песчаника. Верхний конгломерат имеет сравнительно небольшую мощность, но богат P_2O_5, между тем как мощность нижнего достигает одного метра, однако в нём содержание P_2O_5 по направлению кверху уменьшается. Границы поля с запада, севера и северо-востока являются естественными, только с юга и юго-востока они либо условны, либо определены при помощи интерполяции. Разведочных точек — 28 (20 буровых скважин и 8 обнажений).

Число разведочных выработок на этом поле, по сравнению с другими полями, довольно велико, особенно в восточной его части, где имеются и обнажения и рудник. В виду этого данное поле можно считать довольно хорошо подготовленным к дальнейшей эксплоатации.

Фосфоритовое поле Валкла.

На восток от реки Ягала уступ глинта снова появляется на линии Каберла—Убари—Валкла. Здесь у подножия уступа опять обнажается оболовый песчаник со своими конгломератами. Ряд хороших обнажений образован рекой Валкла благодаря тому, что она прорезывает нижнюю террасу оболового песчаника, которая здесь выступает перед

верхней террасой глинта из известняков. Фронт уступа этой террасы может быть здесь прослежен на расстоянии более одного километра.

Здесь обнажаются два слоя конгломератов, отделённые друг от друга мелкодетритным песчаником свыше 3,5 м мощностью. Несмотря на то, что этот песчаник необычно богат фосфорным ангидридом (6,32%), он всё же не является продуктивным и только отделяет конгломераты на слишком большое расстояние в разрезе. К тому же нижний конгломерат, хотя и богатый (20% P_2O_5 и выше) имеет слишком небольшую мощность (около 0,15 м).

Пробурённые на этом поле три скважины не обнаружили дальше от линии глинта более богатых слоёв. Поэтому запасы этого поля вообще не определялись и не включены в общий баланс запасов фосфорита.

Фосфоритовое поле Тситре.

Далее на восток уступ глинта в Тситре является сходным с предыдущими и создаёт для оболового песчаника аналогичные условия обнажённости. Хотя здесь было снято всего три разреза расчисток и пробурены только три скважины, результаты всех наблюдений настолько согласны между собою, что это поле может быть включено в баланс.

В обнажениях здесь обнаруживаются 2—3 слоя конгломерата общей мощностью до 1,10 м и со средним содержанием P_2O_5 от 12 до 23%. Буровые скважины подтверждают существование таких конгломератов и на большем расстоянии от линии глинта.

На восток от Тситре описаны обнажения реки Валгейыги, но более детальных разведок там не производилось. От Валгейыги до Кунда данные отсутствуют, так как глинт покрыт здесь осыпями, а бурений не произведено. Наблюдения, произведённые на обнажениях между Кунда и Асери, фосфорита не обнаружили.

Фосфоритовое поле Асери.

В разрезе глинта у Асери оболовый конгломерат появляется снова. Шурфами у подножия уступа глинта здесь был обнаружен очень богатый конгломерат; мощность его с 0,40 м на западе поднимается до 1,16 м на востоке. В западной части содержание P_2O_5 колеблется между 16 и 23%, между тем как на востоке оно падает до 9—12,7%. Западная часть выходов этого конгломерата на протяжении 3 км раз-

ведана с помощью большого числа шурфов и мелких бурений. Открытые работы возможны здесь на полосе в 100—200 м шириной.

Дальше на юг на известняковом плато пробурено 17 скважин на расстоянии около 1 км друг от друга; этими бурениями вместе со 102 шурфами и более мелкими скважинами установлены на вышеописанной полосе выходов запасы фосфорита. Особенностью фосфоритового поля в Асери является то обстоятельство, что слой оболового конгломерата в разрезе находится весьма близко к подошве диктионемового сланца. Расстояние между ними по большей части меньше метра. Ввиду этого возможно разрабатывать и фосфорит и сланец в одних и тех же горных выработках; по меньшей мере для фосфоритовой выработки обеспечена надёжная кровля.

Фосфоритовое поле Сака.

Хорошие обнажения конгломератов снова обнаруживаются в глинте у Сака. Здесь в высоком прибрежном уступе оболовый песчаник обнажается почти беспрерывно. Доступ к этим обнажениям затруднён. Тем не менее на протяжении около 6 км можно было в 38 местах снять разрезы и отобрать пробы конгломерата. Мощность конгломерата местами велика — 1,5 м и более. Зато содержание P_2O_5 только в лучших случаях достигает 13—14%. Для изучения фосфоритового слоя в этом уступе заложено 5 небольших штолен. На известняковом плато пробурено 17 скважин.

Очертания этого поля довольно неправильны, так как пробурённые в середине его скважины не обнаружили достаточного содержания P_2O_5 (8%) и поэтому были оставлены за пределами контура.

ГЛАВА VI.

Залежи гипса у Изборска.

Гипсовое поле у Изборска уже не входит в границы Эстонской ССР, но поскольку разведочные работы в прежние годы производились в Эстонии, их данные хранятся здесь, и потребности ЭССР в гипсе повидимому будут покрываться из этих запасов, краткий обзор этого полезного ископаемого не будет излишним в настоящей работе.

Описание гипсового поля и обзор разведочных работ.

Гипс добывался в конце прошлого столетия в болотистой низине к югу от Старого Изборска (см. рис. 4). Большая часть гипсоломен находилась в этой низине на расстоянии 3—4 км к югу от селения Отсюда на север, т. е. к Старому Изборску, тянулись два ряда гипсоломен: один — по западному краю низины до деревни Бородавкино, второй — по её восточному краю до деревни Каменки и оттуда полукругом по направлению к деревне Лопатово.

Покрывающие наносные слои в этом районе в лучших случаях имеют мощность в 3—4 м. Они сложены моренами и отчасти торфом.

Второй район, где также давно добывался гипс, — у деревни Дубники и к югу от этой деревни. Здесь местность в общем выше и вскрыша соответственно мощнее: до 10 метров и более, главным образом, красного моренного суглинка. Эти два района, обнаруженные старателями и предпринимателями гипсовых разработок, оказались главнейшими продуктивными районами в результате разведок, проведённых здесь в 1926 и 1928 г. И. А. Рейнвальдом по поручению Горного ведомства буржуазной Эстонии. Эти разведки состояли в алмазных бурениях, причём было пробурено 48 скважин с общим метражем 899,14 м. Из этих скважин 11 расположены в районе Дубники-Кряково, 28 (т. е. свыше половины) на юг от Старого Изборска, а остальные 9 далее на запад и юго-запад. Самая дальняя в этом направлении

скважина расположена у дер. Бабино на реке Кудеп. Скважины проникают через наносы, продуктивные слои гипса, подгипсовые глины и мергели до известняков Изборских слоёв. Три скважины пробурены

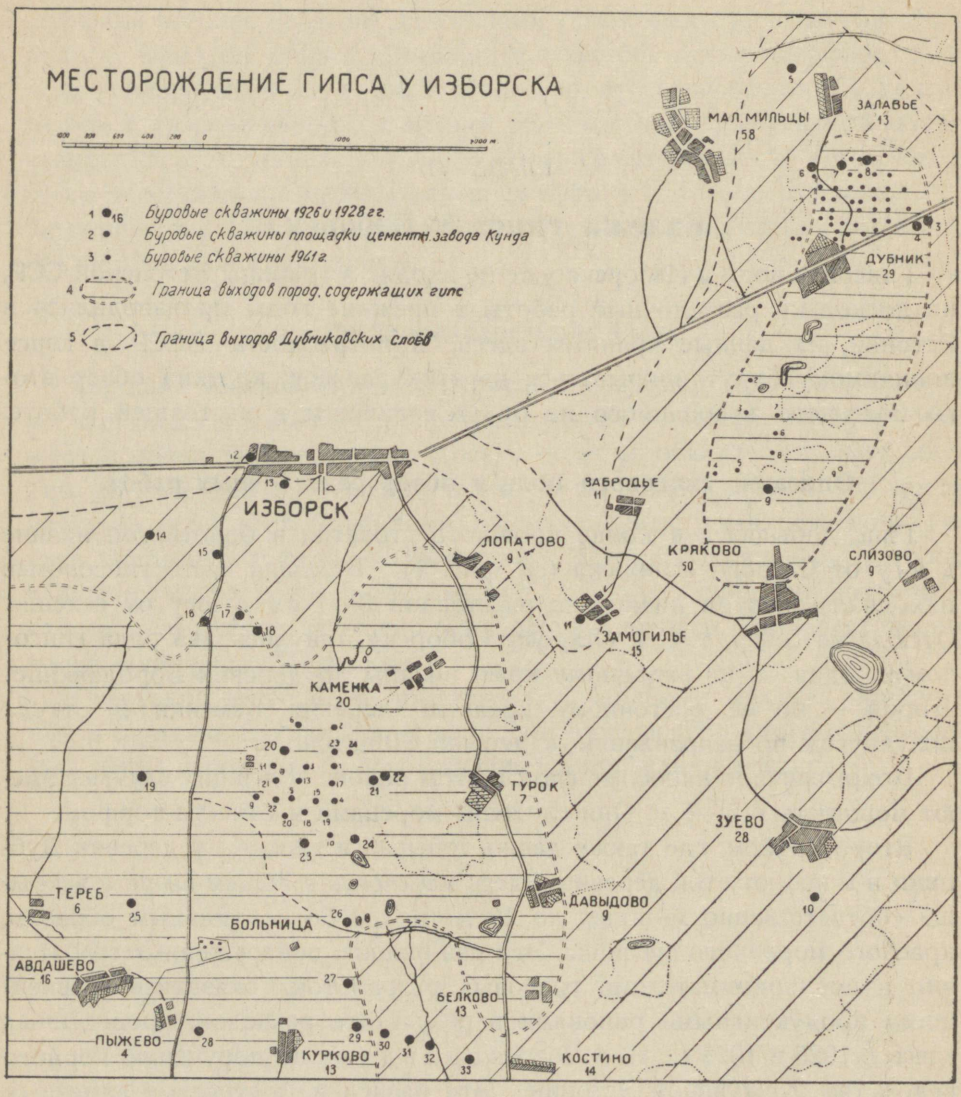


Рис. 4. Обзорная карта Изборского гипсового района. 1 — буровые скважины 1926-28 гг.; 2 — скважины разведок цементного завода Кунда; 3 — скважины разведок 1941 г.; 4 — граница выходов гипсовых слоёв; 5 — граница выходов Дубниковских слоёв (вместе с тем граница синей глины — „синявки").

глубже — до Городищенских (Снетогорских) слоёв, залегающих под Изборскими, и даже до пёстроцветной толщи девона.

Оказалось, что в районе деревень Залавье-Дубники-Кряково расположено обособленное гипсовое поле площадью около 2 км². Главное же гипсовое поле находится к югу от Старого Изборска в т. н. долине Каменки (Дроздовское месторождение) и в Коровицком болоте (см. рис. 4). Площадь этого поля больше, а именно около 6 км². Общая мощность слоёв гипса нередко более 3 м. Часто, однако, вместо гипса здесь залегают замещающие его породы, напр. известковые и доломитовые мергели или доломитовая мука. Встречаются и пустоты на месте гипсовых слоёв. Таким образом и на Изборском гипсовом поле наблюдаются все явления, свойственные вообще месторождениям гипса и связанные с его сравнительно лёгкой растворимостью.

Разведки 1926 и 1928 гг. впервые показали, что на юго-запад от Старого Изборска продолжаются гипсоносные слои Дубниковских слоёв, хотя и непродуктивные, но в составе более полного стратиграфического разреза. В результате этих разведок было получено общее представление о гипсовом месторождении, и стал возможным расчёт запасов в первом приближении.

Позднее в нескольких частях месторождения (см. ниже) была пробурена более густая сеть скважин. Одна из таких местностей расположена в середине долины Каменки вокруг карьера цементного завода Кунда, где по поручению завода пробурено 20 скважин на пространстве около 1 км². Почти все скважины пересекли гипсовые слои и тем самым доказали наличие запасов гипса в этом районе.

В первой половине 1941 г. до начала Великой Отечественной войны Геологический отдел Института промышленных исследований произвёл бурения для уточнения запасов в отдельных частях месторождения. Вначале при помощи 13 неглубоких скважин была уточнена северная граница Дроздовского месторождения, затем выяснены запасы гипса к югу от дер. Дубники, где пробурено 14 скважин. В результате этих бурений было выяснено, что эта часть гипсового поля представлена лишь отдельными разрозненными пятнами.

Наконец, был обследован район между деревнями Дубники и Залавье. Здесь сетью буровых скважин, густотой в 50—100 м (64 скважины с общим метражем в 779,43 м), были доказаны запасы на площади в 32 га, причём средняя мощность слоёв гипса оказалась равной 1,66 м.

Геология гипсового поля.

Слои гипса входят в состав верхне-девонских Дубниковских (Шелонских) слоёв на северо-восток, юг и юго-запад от Старого Изборска. Выходы этих слоёв остаются за пределами ЭССР; Изборский горизонт, залегающий ниже, является верхним горизонтом девона в ЭССР. Следующая сводная колонка (см. также рис. 5) даёт представление о последовательности слоёв в продуктивном гипсовом поле (сверху вниз):

1,40—1,70 м мощности — известняк,
0,20—0,40 „ „ — глина,
0,30—0,80 „ „ — известняк
} двойной известняк;

0,30—1,40 „ „ — гипс серый слоистый,
0,11—0,36 „ „ — глина или «опока» с селенитом («беляком»),
0,20—1,20 „ „ — гипс серый слоистый,
0,08—0,25 „ „ — глина или «опока» с селенитом,
0,20—0,50 „ „ — гипс серый слоистый,
7,15—8,75 „ „ — синеватосерые глины («синявка») и мергели с двумя прослойками известняка или доломита.

В лежачем боку — известняки Изборского горизонта.

Из сводной колонки (рис. 5) видно, что гипс залегает прослойками, главным образом в глинистых отложениях. Особенно мощные глины и мергели обнаружены под гипсовыми слоями. Продуктивных слоёв гипса обычно три, лишь в редких скважинах их четыре; часто же имеется только один или два слоя гипса.

Залегание слоев в гипсовом поле вообще спокойное. Слои эти участвуют в общем небольшом падении верхнедевонских слоёв на юго-восток (около $^3/_4°$). Местами, однако, ледниковое давление и выпахивание произвели известные нарушения в правильном залегании пластов. Замечается слабая волнистость поверхностных слоёв, свойственная и гипсовым слоям. Местами эти слои оказываются снесёнными действием материкового льда.

Химизм и петрография гипса.

Вышеописанные главнейшие продуктивные слои представляют серый слоистый гипс, состоящий из тонких, в несколько миллиметров, прослоек чистого селенита. Эти прослойки отделены друг от друга тонкой плёнкой глинисто-карбонатного вещества, вследствие чего порода приобретает серую окраску; к ней часто присоединяются красно-

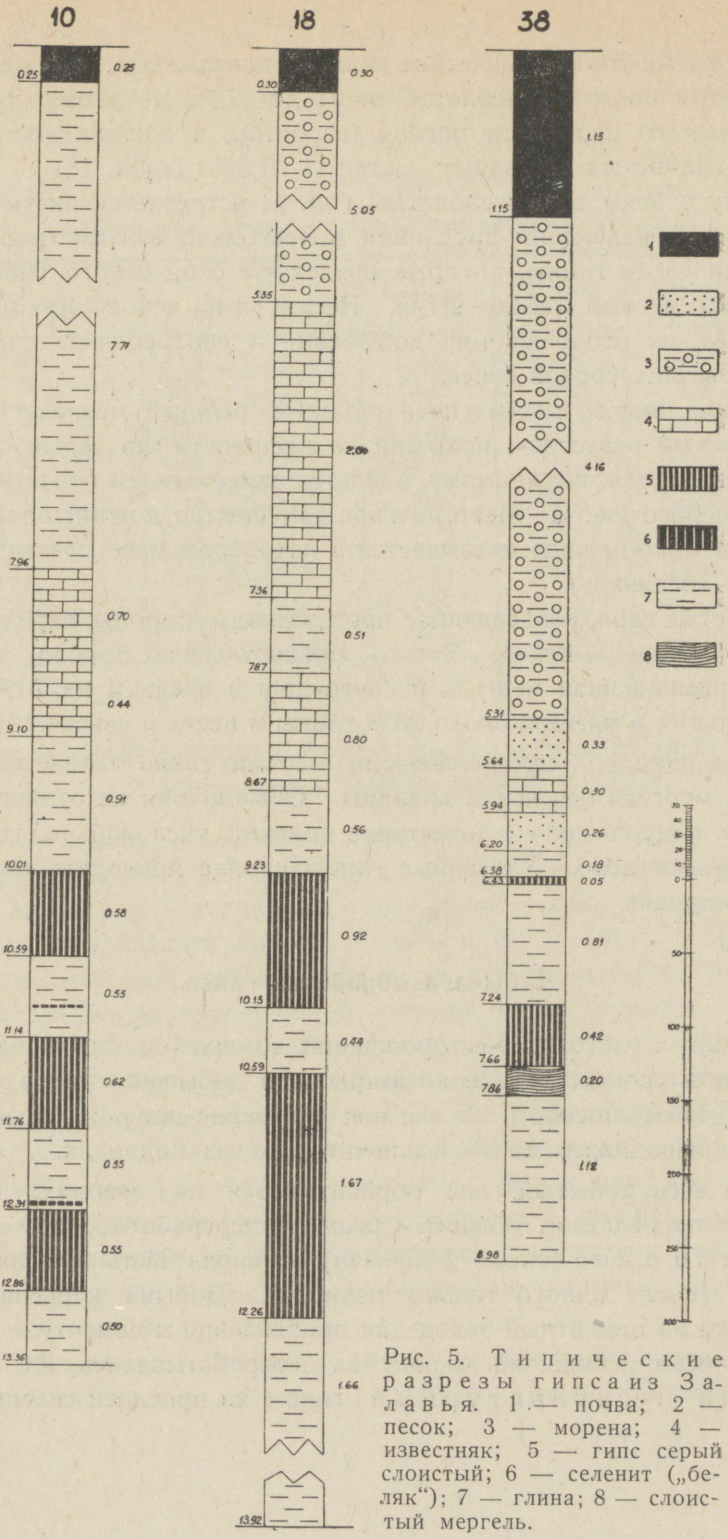


Рис. 5. Типические разрезы гипса из Заславья. 1 — почва; 2 — песок; 3 — морена; 4 — известняк; 5 — гипс серый слоистый; 6 — селенит („беляк"); 7 — глина; 8 — слоистый мергель.

вато-буроватые тона. Химические анализы показывают, что содержание гипса в этой породе колеблется от 81 до 97%. К этому присоединяется немного карбоната магния (вероятно, в составе доломита) и немного глинистых составных частей (1—1,5%) (табл. 18).

Наряду с этим серым слоистым гипсом встречается чистый белый селенит, образующий прослойки в несколько сантиметров толщиной среди слоёв глины, которые разделяют слои серого гипса. Это совершенно чистый $CaSO_4 \cdot 2H_2O$. Несмотря на небольшую мощность этих слоёв, их отбирают при добывании и употребляют для производства высших сортов гипса.

Местами вместо слоёв гипса находим рыхлый мергелистый или доломитистый известняк, похожий по внешности на серый слоистый гипс. Эта порода, повидимому, является заместителем отчасти растворённого серого гипса. Местами гипс замещается доломитовой мукой, которая в мокром виде оказывается в некоторой мере пластичной (по местному «белянка»).

Глинистые слои, разделяющие продуктивные породы, нередко представлены в виде «опоки». Это — синевато-серая порода, по твёрдости напоминающая мергель и состоящая в среднем из 70% карбонатов кальция и магния, около 20% глины и песка и свыше 10% гипса.

Залегающие под продуктивными слоями синие глины переходят глубже в мергели без ясной границы. Обычно они не отличаются по внешнему виду, и только испытание соляной кислотой показывает, с чем мы имеем дело. Указанные глины вполне пригодны для производства кирпича.

Добыча и обработка гипса.

Разработка гипсовых месторождений до сих пор стояла на низком техническом уровне. Удаление вскрыши и добывание гипса производились ручным способом, так же как и бурение шпуров. Транспортировка производилась почти исключительно на подводах.

Почти весь добытый гипс обрабатывался на заводах. Большая часть его посредством обжига и размола перерабатывалась в штукатурный гипс (около $\frac{3}{4}$ добычи), меньшая часть шла на удобрение (после одного только размола). Добыча карьера завода Кунда шла на цементный завод для прибавления к цементу. Относительно совсем небольшие количества перерабатывались на медицинский и скульптурный гипс (из прослоек селенита).

Начиная с 1925 года, добыча гипса не только удовлетворяла потребности Эстонии, но частью вывозилась и за-границу, главным образом в Финляндию.

Таблица 18.

Химические анализы гипса и заменяющих его пород.

Вещества	Гипс	„Белянка"	„Опока"	Мергель	„Синявка"
SiO_2	0,49 (0,0—0,9)	0,34	12,06	14,80	40,91
Al_2O_3	0,19 (0,3—1,1)	0,63	3,82	6,60	21,39
Fe_2O_3	0,06	0,20			4,41
FeO	0,21	1,50			
MnO	0,03	0,07			
CaO	32,64 (31,4—34,01)	34,02	29,15	35,16	4,99
MgO	0,79 (0,3—3,0)	16,44	11,98	5,84	2,01
K_2O	0,10	0,20			
Na_2O	0,12	0,14			
CO_2	3,03 (0,0—8,3)	45,24	32,72	34,53	4,23
Cl	0,16	0,18			
SO_4	42,69 (37,7—45,2)	0,34	6,19	0,15	0,54
H_2O	19,36 (16,9—20,9)	0,35	13,19		
Всего	99,92	100,15			

Происхождение гипса и других пород гипсового поля в связи с вопросом о соляных залежах в ЭССР.

По условиям образования гипс является химическим осадком. В районе Изборска в верхнедевонскую эпоху возник обособленный морской залив, где в результате усиленного притока терригенных материалов образовались мощные слои мергеля и глины. Затем произошла столь сильная концентрация морской воды, что относительно гипса она оказалась перенасыщенной: гипс выпал из раствора. Разрез Дубниковских слоёв показывает известную ритмичность процесса осаждения гипса: терригенные материалы как бы соперничают с осаждающимся гипсом, проникая в него тонкими прослойками (серый слоистый гипс), или же временно получают полный перевес и образуют более мощные слои между отложениями гипса. Эти толщи глины в свою очередь прерываются тонкими прослойками селенита. Повидимому, однако, прослойки селенита не являются первичными лагунными осадками, а вторично выкристаллизовались в трещинах и промежутках глины и «опоки».

В нормальном процессе осаждения солей из морской воды за гипсом обычно следует хлористый натрий. Этой соли, однако,

у Изборска мы не находим. Слои гипса покрыты все глинистым материалом, и выше следуют известняки и доломиты. Нет признаков того, чтобы в промежутках были ещё отложения каменной соли, которые позднее растворились или мигрировали дальше. Очевидно, покрытие гипсовых слоев глинистыми осадками и новое соединение с открытым морем произошли быстрее, чем успели концентрироваться в лагуне хлористые соли. Предпосылки для этого несомненно были, и возможно, что где-нибудь по соседству в то же самое время осаждалась и каменная соль. В районе Изборска признаков этого пока не найдено.

Лагунные отложения, а, следовательно, и наличие условий, благоприятствовавших осаждению каменной соли, находим и в более старых слоях: это Наровские слои среднего девона, которые трансгрессивно залегают над ордовицкими и готландскими слоями, начиная с Наровы до нижнего течения реки Пярну, а также Каармаские слои на острове Сааремаа. И здесь и там мы находим некоторые признаки осаждения каменной соли. Так, например, в Наровских слоях имеются псевдоморфозы доломита по каменной соли; такое же явление наблюдается в зоне Весику Каармаских слоёв. Эти признаки осаждения каменной соли, однако, очень слабы и имели бы большее значение лишь в связи с другими признаками минерализации в тех же слоях.

В этом отношении следует подчеркнуть, что буровые на воду скважины на юге Сааремаа, на полуострове Сырве, дали сильно минерализованную воду. В одной скважине из верхнеготландских слоёв, с глубины 100 м, была получена вода, содержащая свыше 1700 мг хлора в литре. Хотя буровой разрез остаётся неопределённым, всё же на основе данных о мощности пробурённых пород с известной долей вероятности можно предположить, что эта солёная вода происходит из пород Каармаских слоёв. Гораздо менее глубокие колодцы в Куресааре также дают воду с 700 мг хлора на литр. Хотя здесь можно было бы думать об инфильтрации морской воды, всё же достойно внимания, что колодцы, пробурённые на севере острова Сааремаа, также близкие к морю, не показывали признаков минерализации в более старых слоях морского готланда.

Другой район, где также были случаи бурения до сильно минерализованных вод в верхнеготландских слоях, это — окрестности Вальмиера в Латвии, недалеко от южной границы ЭССР. Здесь был заложен буровый колодец глубиной в 242 м, который, пройдя через девон, на 80 м проникает в верхнеготландские слои. Содержание соли полу-

чаемой воды достигает 6277 мг/л, из которых 4230 мг/л являются поваренной солью вместе с хлористым калием. Точный горизонт минерализованных вод Вальмиерской скважины не установлен, однако нет сомнений, что они относятся к верхнему силуру.. Вполне понятно, что отступающее готландское море в различных местах могло образовать лагуны, где осаждались соли. Из этих слоёв получается достаточно концентрированный соляной раствор, но отложений каменной соли пока не установлено.[1]

Мало вероятно, чтобы соль сохранилась, если даже её отложения имелись, так как породы силура трещиноваты и заполнены грунтовой водой; но совершенно отрицать возможность существования соляных залежей в пределах ЭССР нельзя.

Возможно, далее, что и отступающее нижнекембрийское море осаждало хлориды. Правда, в северной части ЭССР, где имеются многочисленные артезианские колодцы, питающиеся водой из этого горизонта (между диктионемовым сланцем и синей глиной), нет признаков минерализации, за исключением колодцев в Осмуссааре, где наличие соли может объясняться инфильтрацией морской воды. Этой возможности, конечно, нет в Даугавпилсе (Двинск), где над синей глиной на глубине 500 м оказалась солёная вода с 10 600 мг/л соли, из которых 8100 мг/л поваренной соли.

[1] По новейшим сведениям в Латвии возникли сомнения касательно принадлежности Вальмиерской воды к силуру; предполагают, что это вода Наровских слоёв.

ГЛАВА VII.

Глины.

Глины встречаются в ЭССР как среди коренных пород, так и среди четвертичных отложений. Как те, так и другие представлены ценными в прикладном смысле разновидностями, но огнеупоров высшего качества не встречается. В последующем мы будем рассматривать главным образом кирпичные глины.

А. Кембрийская синяя глина.

Древнейшая нижнекембрийская порода, которая обнажается на северном берегу ЭССР, это т. н. кембрийская «синяя глина» (см. сводную таблицу в первой главе на стр. 13 и сводную колонку рис. 1). Самое западное обнажение этой глины находится близ Таллинна, на полуострове Копли. Дальше, к востоку, её выходы занимают прибрежную полосу к северу от глинта, включая в эту полосу и полуострова, далеко проникающие в море. Там, где глинт подходит к самому берегу, как, например, в Кунда, Асери, от Сака до Пяйте, синяя глина обнажается в низах глинта местами примерно до 20 м высоты. В этих местах созданы подходящие условия для существования обнажений, так как обнажения глин без постоянных факторов, обновляющих их, быстро зарастают.

Обозначение «синяя глина» неточно, так как окраска обнажающейся глины скорее зеленоватая (как оттенка листвы, так и оттенка моря по Оствальду). Часто встречаются места с фиолетовой и оранжевой окраской.

Стратиграфическое положение «синей глины» определяется немногочисленной фауной, найденной в её верхних слоях и в подстилающих её песчаниках. В верхах глин характерны трилобит *Holmia mickwitzi* Schm. (древнейший трилобит европейского кембрия) и виды *Platysolenites*. Последние найдены и в буровых пробах из подстилающих глину

песчаников. Таким образом всю толщу «синей глины» надо отнести к нижнему кембрию.

Мощность «синей глины» характеризуется колонками, представленными на рисунке 6. Колонки эти принадлежат буровым на воду скважинам, расположенным по северному побережью ЭССР от Пальдиски до Ору. В этих колонках мощность «синей глины», убывая в западном направлении, колеблется от 32 до 85 м. Однако не вся эта толща представлена пластичными глинами; имеются прослои песчаника, но их мощность сравнительно с глиной невелика. Впрочем, надо подчеркнуть, что пока (1945) в ЭССР нет ни одного колонкового бурения через «синюю глину», так что имеющиеся разрезы не являются ни достаточно полными, ни достаточно точными.

Распространение «синей глины» в горизонтальном направлении весьма обширно: в районе глинта её залежи простираются на восток в окрестности Ленинграда и севернее на Карельский перешеек. Самая южная точка, где путём бурения через всю толщу девона, готланда и ордовика дошли до «синей глины» на глубине 500 м, это — Даугавпилс в Латвии.

Нет сомнения, что в смысле практического использования «синей глины» как сырья для стройматериалов разработки её возможны только на севере в полосе выходов. Вследствие этого соответствующая промышленность локализуется на указанной полосе: единственный цементный и крупнейшие кирпичные заводы ЭССР расположены на самом побережьи (кирпичные заводы в Таллинне, Асери и Локса, цементный завод в Кунда).

Петрография и химизм «синей глины».

Глины характеризуются 1) величиной зерна составляющих их минеральных частиц и 2) минералогическим составом этих частиц. При механическом анализе 10 образцов глины из Кунда по Аттербергу установлено следующее распределение частиц.

Таблица 19.

Механический состав «синей глины».

Радиус частиц:	1 μ	1—3,6 μ	3,6—10 μ	10—31,6 μ	31,6—100 μ
Масса фракций в %	35,7—49,7	23,42—31,19	17,19—29,15	2,43—17,2	0,04—4,30

Из этого видно, что «синяя глина» является сравнительно крупнозернистой: свыше половины массы её зерен относится к фракциям мелкого песка и алеврита. Таким образом «синяя глина» отчасти является алевритом, тогда как глины (пелиты) в тесном смысле образованы из частиц меньше одного микрона радиусом. Аналогичные результаты получались при анализах «синей глины» с реки Поповки и с Карельского перешейка.

В минералогическом составе преобладают частицы кварца и слюды, за которыми следуют плагиоклаз и монтмориллонит. Среди более крупных зёрен обильно представлен глауконит. Из минералов, содержащих железо, представлены лимонит и пирит; тяжёлых минералов, как напр. турмалина, циркона, амфибола, хлорита, оливина сравнительно мало. Таким образом «синяя глина» является не минералогически-химической глиной, а физической, или т. н. альфититом.

Описанному минералогическому составу хорошо соответствует и химический состав.

Таблица 20.

Химический состав образцов «синей глины» из Кунда.

Вещества	I	X
SiO_2	59,95	55,19
TiO_2	0,76	0,81
Al_2O_3	16,07	16,48
Fe_2O_3	6,89	11,47
MnO	0,03	0,04
MgO	2,28	3,09
CaO	0,46	0,22
Na_2O	1,78	1,51
K_2O	5,40	5,54
H_2O	5,60	5,69
	100,22%	100,04%

Химический состав образцов из других месторождений, как, например, из окрестностей Ленинграда и с Карельского перешейка, очень близок к вышеприведённым. Привлекает внимание высокое содержание окиси калия, обусловленное, повидимому, обилием калийной слюды.

Зеленоватая окраска в основном зависит от глауконита и в меньшей степени от пирита, количество которого колеблется от 0,05 до 1,53%.

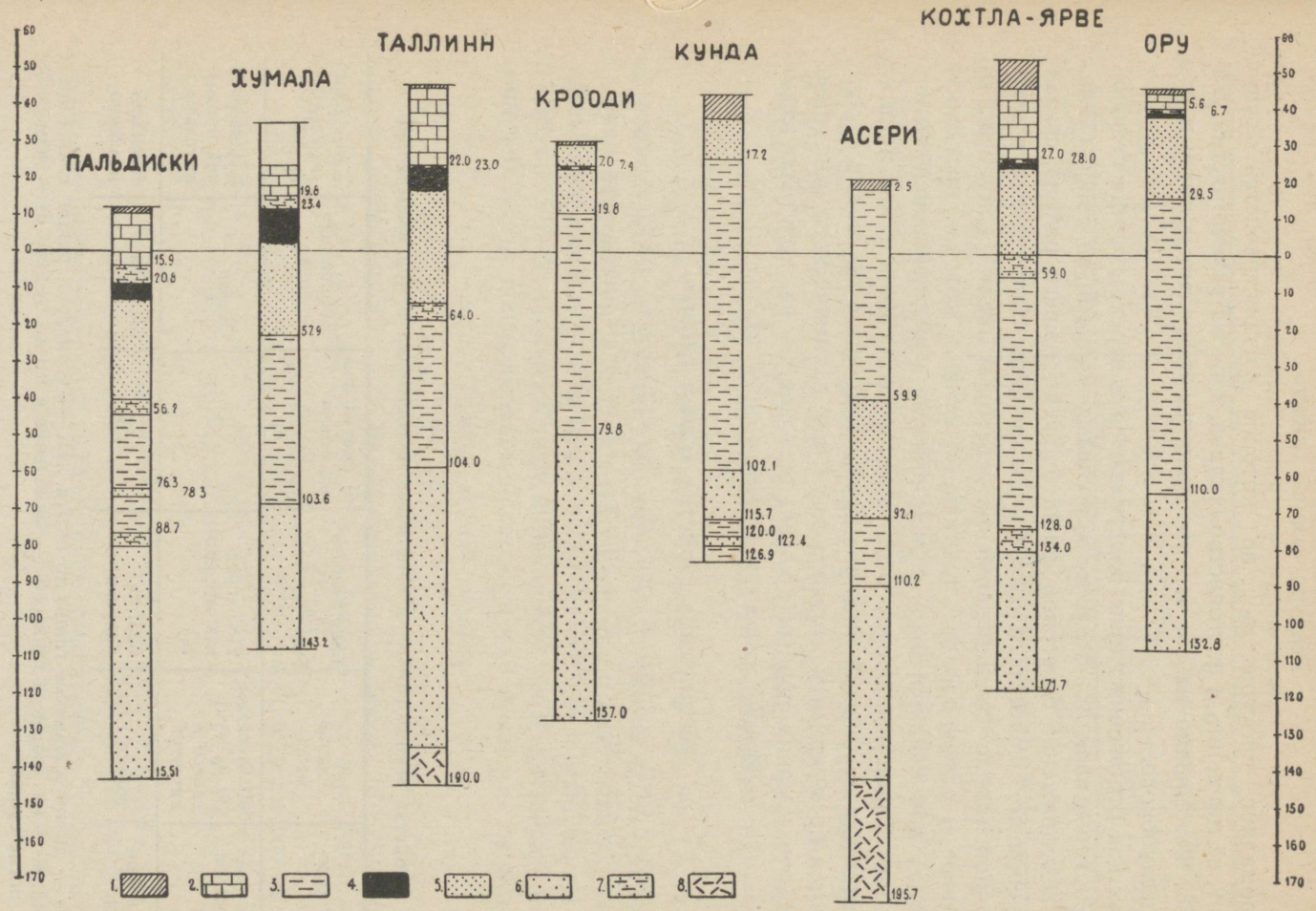


Рис. 6. Колонки глубоких буровых колодцев, проникающих через „синюю глину". 1 — наносы; 2 — плитняки; 3 — нижнекембрийская „синяя глина"; 4 — сланец; 5 — песчаники (эофитовый, диплократериевый и оболовый); 6 — песчаники, залегающие под „синей глиной"; 7 — переслаивание песчаника и глины; 8 — кристаллические породы докембрия; устья колонок установлены на соответствующей высоте от уровня моря.

Генезис «синей глины».

Громадное пространство, на которое распространяется «синяя глина», её мощность и постоянство состава, а также размер частиц указывают несомненно на то, что она является отложением моря, и при том неглубокого.

Так как отложения глины подстилаются и перекрываются песчаниками, которые являются более мелководными осадками, то «синяя глина» отмечает движение береговой линии вдаль от нашего района, связанное, вероятно, с некоторым углублением бассейна. Направление, в котором происходило это передвижение береговой линии, следует искать на севере и северо-западе, так как областью, которая поставляла материал для осадков, были докембрийские горы нынешней Фенноскандии. Такое заключение основывается на наличии у нас мощных терригенных отложений нижнего кембрия, которые по своему составу являются продуктами как физического, так и химического выветривания более древних горных кряжей, состоявших из кристаллических пород (обилие кварца, слюды и полевых шпатов).

Технические свойства «синей глины».

Выше уже указывалось, что «синюю глину» с успехом применяли 1) для производства портланд-цемента и 2) для производства кирпичей. Цементный завод Кунда был основан в 1870 г. Он доныне пользуется в качестве сырья кембрийской «синей глиной». С 1899 по 1915 г. на этой же сырьевой базе работал цементный завод Асери. Крупные

Таблица 21.

Свойства «синей глины» в пластическом состоянии и при высыхании.

Месторождение	Состав массы	Пластичность $P=\frac{D_0-D_1}{D_0}R$	% сжатия при высыхании $K=\frac{d_1-d_2}{d_1}100$	Деформация черепка	Характеристика времени сушки
Полуостров Копли	70 % глины, 30 % муки своего же кирпича	2152 (средней жирности)	9,30	Слабая	Сушка средней продолжительности
Полуостров Виймси	только глина	6237 (жирная)	8,90	Сильная	Высыхает медленно

D_0 — диаметр шариков глины до опыта, D_1 — диаметр шариков глины после усадки; R — вес шариков глины; d_1 — измерение в мм до сушки, d_2 — измерение в мм после сушки.

Таблица 22.

Свойства «синей глины» при обжиге.

Месторождение	Температура спекания	Температура плавления	Интервал	% сжатия при обжиге $P_1=\frac{d_2-d_3}{d_1}100$	Влагоёмкость $V=\frac{v_0-v_1}{v_1}100$
Полуостров Копли	1020°	1060°	40°	3,40	11,7
Полуостров Виймси	1000°	1080°	80°	4,2	8,4

d_3 — измерение в мм после обжига; v_0 — вес обожжённого черепка в мокром виде; v_1 — вес того же черепка в сухом виде.

кирпичные заводы на «синей глине» основаны в Таллинне на полуострове Копли (1937) и в Асери (1936). Ещё ранее этой глиной пользовались кирпичные заводы в Локса и Пальмсе. Её технические свойства характеризуются анализами двух образцов из района Таллинна (см. табл. 21 и 22).

Приведённые минералогические, химические и технические данные характеризуют «синюю глину», как легкоплавкую, слабо кислую, в чистом виде очень пластичную породу, которая с примесью песка или кирпичной муки даёт весьма удовлетворительные кирпичи. По большей части она пригодна и для производства черепицы и фасадного кирпича.

Запасы «синей глины».

На площади выходов кембрия в северной прибрежной полосе ЭССР геологическая съёмка ещё не произведена. Поэтому нет ещё точных данных, на какой площади можно было бы заложить выработки «синей глины».

Можно предположить, что эта площадь распространяется на сотни квадратных километров в пространстве между Таллинном и Силламяэ, главным образом на выдающихся в море полуостровах и в прибрежной полосе.

Мощность залежей глины, как мы видели, больше, чем та, при которой её в обычных условиях рационально бывает вырабатывать. Закладке разработок нередко препятствуют четвертичные отложения, залегающие на выходах «синей глины». На севере ЭССР эти отложения

обычно не слишком мощные, но местами их мощность всё же достигает нескольких метров; если они при этом состоят из морены с большими валунами, то устранение последних представляет значительные трудности.

С другой стороны, встречаются районы, где кембрийские отложения эродированы до нескольких десятков (даже до сотни) метров и замещены ледниковыми и послеледниковыми отложениями. Такую картину можно наблюдать в восточных районах Таллинна и в устье реки Вяана. Вследствие всего этого невозможно дать какие-либо окончательные цифры для запасов глины. Но геологическая обстановка настолько проста, что во всех районах, которые представляют практический интерес, можно найти площади, пригодные для добычи «синей глины». Устройство карьеров облегчается тем, что «синяя глина» суха и не содержит грунтовой воды. Поэтому в карьерах собирается только вода атмосферных осадков, устранение которой не представляет больших затруднений.

Б. Девонские глины.

В залегающих выше кембрийских отложений ордовицких и готландских слоях залежей глины, которые имели бы практическое значение, не обнаружено. Только в девоне мы опять встречаемся с промышленными глинами.

Большую часть юга ЭССР и севера Латвийской ССР занимают отложения «Ольд-Реда», — древнего красного песчаника, которые содержат значительные толщи глин. По склонам древней долины у Тарту, а также у Вильянди, около Печёр, у Пылва, Хелме и в других местах, обнажаются пёстроцветные глины, которые по характеру слоистости часто похожи на ленточные глины четвертичных отложений.

Основной тон задаёт тёмнокрасная пластичная глина, которая часто переслаивается фиолетовыми и голубыми слоями. Последние по большей части песчанисты и богаты слюдой.

Во всех буровых на воду скважинах в девоне наблюдается переслаивание глин с песчаниками. Укажем следующие примеры.

1) В буровом колодце Вастсе-Куусте, к югу от Тарту, найдены красные и жёлтые глины на глубине 24,3—39,52 м, красная глина на глубине 45,60—54,72, красные и серые глины на глубине 64,75—70,22 м. Между этими слоями залегают пёстроцветные песчаники. 2) В буровых колодцах Пылва и Вериора наблюдаются также толщи глин, залегающие глубже, чем в Вастсе-Куусте, пластами до трёх метров мощ-

ностью. 3) В буровом колодце водопровода города Вильянди на глубине 40—45 м находим красные и фиолетовые глины, а на глубине 45—52 м серую глину. 4) В описании бурового колодца льняной фабрики в Вильянди на глубине 61—78,7 м отмечена сухая «серая глина», которая залегает здесь примерно на такой же абсолютной высоте, как и глины предыдущей скважины. 5) В буровом колодце спичечной фабрики в Вильянди на той же примерно абсолютной высоте, на глубине 47,2—70,1 м от устья скважины, отмечены также фиолетовые, красные и серые глины, с прослойками мелкого песка.

На основании этих данных можно заключить, что в районе города Вильянди имеется мощная, повидимому, непрерывная толща глины. На больших расстояниях мощность пластов не является постоянной, т. к. они представляют собой линзы большей или меньшей величины. 6) В буровом колодце Валга также находим тёмнокрасную глину на глубине 79,86—85,69 м, глину коричневого цвета на глубине 85,69—90,52 м и красную глину на глубинах 107,39—114,51 м и 133,19—137,73 м.

О свойствах красных девонских глин дают представление результаты опробования глины из Таэваскода.

Таблица 23.

Свойства глины из Таэваскода в пластическом состоянии и при сушке.

Пластичность	% сжатия при высыхании	Деформация черепка	Характеристика времени сушки
6712 (жирная)	10,06	Сильная	Медленное высыхание

Таблица 24.

Свойства глины из Таэваскода при обжиге.

Температура спекания	Температура плавления	Интервал	% сжатия при обжиге	Влагоёмкость
1020°	1180°	160°	5,8	7,4

По приведённым данным эта глина несколько более тугоплавка, чем кембрийская «синяя глина». Интервал между температурами плавления и спекания также больше, что указывает на большую пригодность этой глины для клинкера. Пластинки после обжига остаются без трещин и при 1100° звонко реагируют на удар. Эта температура

и является наиболее подходящей температурой обжига. В общем эта глина пригодна не только для изготовления кирпича и клинкера, но и для производства глиняной посуды и облицовочных табличек.

Весьма вероятно, что глиняная посуда в окрестностях Петсери производится именно из этих глин. Сравнительно небольшие кирпичные заводы в южной Эстонии, например, около Петсери, Пылва и Хелме, работают на этих глинах.

Как велики запасы пёстроцветных глин, об этом мы не имеем ещё достаточно полных данных. Залежи глины на глубине нескольких десятков метров под поверхностью земли не могут иметь практического значения как сырьё, даже в том случае, если они являются высококачественными, так как подземные выработки глин нерентабельны. В качестве реальных запасов можно принять в расчёт только выходящие на земную поверхность залежи, или же имеющие вскрышу не более, чем в 10 м. В этом отношении картина ещё не полная. Надо провести геологическую съёмку в большом масштабе, чтобы получить представление о запасах этих глин.

Среди девонских глин ЭССР особое внимание обратили на себя месторождения светлосерых глин, которые оказались трудноплавкими.

Такие месторождения известны в Йоосу близ Пылва, в Сянна, у дер. Кюллатова-Казакова в вол. Мяэ; в Печёрском районе Псковской области у дер. Лядина вол. Сацери, а также в дер. Малая Пуравица, Бутырки и Коловина около Петсери.

Глина этих месторождений окрашена в светлосерый или тёмносерый цвет с синеватыми и фиолетовыми оттенками и очень пластична. Минералогический и механический анализы пока не произведены.

Размеры месторождений характеризуются следующими данными. Месторождение Сянна имеет выходы в двух местах: 1) холм, на котором стоит школа, является останцем речной эрозии и содержит пласт светлосерой глины, по меньшей мере в 2 м мощностью; площадь распространения пласта глины примерно 300 м^2; 2) недалеко от этого места, по другую сторону шоссе, у бывшего дома суда, пласт глины примерно такой же мощности можно проследить на площади в 1 га. Общие запасы достигают здесь 50 000 тонн. В деревне Кюллатове считают 15 000 т запасов глины, в дер. Казакове 4000 т. Вне пределов ЭССР у деревень М. Пуравица и Коловина можно установить около 1 млн. м^3 светлых глин. Они представлены здесь пластом мощностью от 1,60 м, залегающим под покровом морены в 0,76—0,90 м.

Характерно, что все месторождения светлосерых глин локализованы в самых юго-восточных районах ЭССР, где, главным образом, распространены и белые девонские песчаники. Это — самые высокие слои пёстроцветной толщи, которые объединяются под названием слоёв

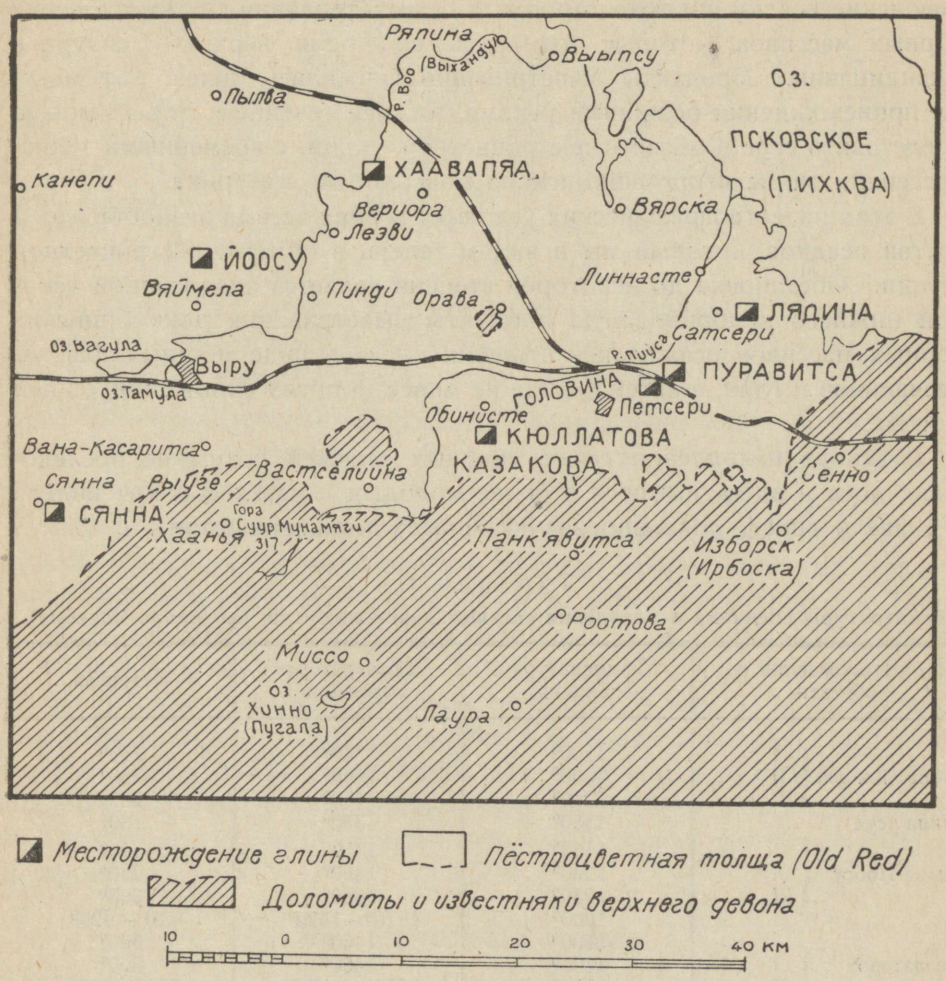


Рис. 7. Месторождения трудноплавких девонских глин. Заштрихована площадь морской фации верхнего девона (известняки и доломиты). Известные месторождения глин отмечены квадратами.

Вастселийна. Верхняя граница этих слоёв, отделяющая их выходы от перекрывающих их лагунно-морских отложений верхнего девона, изображена на рисунке 7, между тем как нижняя граница не определена.

Мы видим, что месторождения глин группируются вблизи верхней границы.

Вопрос генезиса девонских песчаников и глин вызвал появление различных гипотез. Наиболее правдоподобно предположение, что эти девонские осадки являются продуктами выветривания тех каледонских горных массивов, которые поднялись во время верхнего силура в Скандинавии. Продукты выветривания уносились далеко от места их происхождения большими реками, нижнее течение которых можно представить себе в области пёстроцветной толщи, с временными трансгрессиями моря, вторгавшимися на поверхность материка.

В этих палеогеографических условиях возник весьма разнообразный состав осадков, который мы и видим теперь в области пёстроцветной толщи. Обстановка до некоторой степени является аналогичной таковой нижнего кембрия, когда продукты выветривания докембрийских горных массивов осаждались в наших краях в виде мощных пластов песчаников и глин, а затем в виде не менее мощных отложений «синей глины».

В девоне накопления таких мощных залежей глины не последовало, хотя и здесь имеются в более молодых пластах, как мы видели в главе о гипсе, довольно значительные отложения глины.

Таблица 25.

Температуры спекания и плавления светлых девонских глин (по проф. Яаксону).

Месторождение и образец	Температура спекания	Температура плавления	Интервал
Сянна (школа) I	1100°	1340°	240°
Сянна (школа) II	1200°	1460°	260°
Сянна (школа) III	1200°	1460°	260°
Сянна (суд)	1150°	1330°	180°
Пылва-Йоосу I	1160°	1350°	190°
Пылва-Йоосу II	1200°	1460°	260°
Пылва-Йоосу III	1280°	1580°	300°
	1000°	1410°—1420°	410°—420°
	1100°	1460°	360°
Кюллатово I	1100°	1460°	360°
Пуравица II	1200°	1560°—1580°	360°—380°
Лядино III	—	1600°	—

Эти данные характеризуют описанные глины как трудноплавкие. Ими пользовались по большей части для прибавления к высокосортным заграничным огнеупорам.

Для характеристики химического состава приводим результаты анализов.

Таблица 26.

Химический состав трудноплавких девонских глин.

	Сянна		Лядина		Хаавапяа		Виру-Луйга
	I	II	I	II	I	II	
SiO_2	51,8	53,8	60,28	62,43	54,4	53,1	59,6
Al_2O_3	24,3	23,4	20,41	16,71	25,8	27,1	22,4
Fe_2O_3	5,9	5,8	4,30	5,46	4,9	4,8	3,6
CaO	0,7	0,6	0,70	0,71	0,4	0,4	0,3
MgO	2,0	1,9	2,02	4,61	1,3	1,4	1,9
Na_2O K_2O . .	4,8	4,9	5,72	6,38	3,9	4,2	4,2
Потеря при прокаливании . .	10,5	9,6	6,13	3,67	9:3	9,0	7,9

И в этой глине заметно высокое содержание щёлочей. Хотя в приведённых анализах Na и K не отделены друг от друга, всё же содержание калия предположительно выше содержания натрия.

Добыча этих трудноплавких глин была сравнительно небольшой. Согласно данным статистики внешней торговли, ввоз огнеупоров в несколько раз превышал её.

Наконец, для более полной характеристики девонских глин, можно вкратце упомянуть о подгипсовых глинах, запасы которых имеют более значительные размеры. Как мы видели выше, гипсовые слои залегают на синеватых глинах и мергелях (т. н. «синявка»), мощность которых достигает 8—9 м. Эти глины выходят на весьма обширной площади (см. карту месторождения гипса, рис. 4, стр. 118), вследствие чего имеется возможность их добычи в больших размерах. Предварительные опыты обжига этой глины дали хорошие результаты. Более подробные данные отсутствуют. В пределы ЭССР это месторождение уже не входит, и доныне оно не эксплоатировалось в сколько-нибудь крупном масштабе.

В. Ленточные глины.

Вышеописанные глины входят в состав коренных пород. Поскольку наносы в ЭССР принадлежат к ледниковым и послеледниковым отложениям, находящиеся в них глины относятся к трём категориям: это 1) моренные, 2) ленточные и 3) аллювиальные глины.

Моренные глины являются самыми древними из них: они образовались путём непосредственного вытаивания слагающих их материалов из материкового ледника.

Одной из характерных черт морены является то обстоятельство, что она не представляет собой сортированного по величине зёрен материала. В типичной донной морене мы находим перемешанными глину, песок, малые и большие валуны. Часто всё же известная категория зёрен является преобладающей, так что мы имеем все переходы глинистой морены в песчанистую; валуны могут быть представлены очень обильно, но они могут и почти отсутствовать. Встречаются районы, где морена состоит из почти чистой пластичной глины. Такими месторождениями являются, например, окрестности станции Сангасте у Тыллисте и окрестности ст. Хусари в вол. Ласва. Моренная глина в этих районах весьма пластична, вязка и местами почти не содержит камней. В появлении последних не наблюдается никакой закономерности.

Из четвертичных глин наибольшего внимания с практической точки зрения заслуживают ленточные глины. Так принято называть полосатые в разрезе глины, образовавшиеся путём осаждения в водоёмах, которые примыкали к краю материкового льда в конце ледниковой эпохи. Процесс их образования можно представить себе в следующем виде. Талые воды ледника увлекали с собой все обломочные материалы, которые находились во льду в виде морены и освобождались при таянии. Более крупные из этих обломочных каменных пород, в виде валунов, гравия и крупнозернистого песка, осаждались вблизи края ледника, в то время как мелкий песок и частицы глин уносились дальше, особенно там, где талые воды впадали в ледниковые озёра или моря. В стоячих водоёмах эти частицы осаждались слоями, соответственно временам года; летом бывало много талых вод, уносивших более крупные частицы (песок и алеврит), из которых образовался песчанистый слой; зимой талых вод было мало, и они уносили лишь мелкие частицы, из которых образовалась прослойка глины, темнее и тоньше, чем песчанистый слой.

Таким образом, в течение года отлагалось два слоя; сосчитав эти пары слоёв, можно определить время, в течение которого образовались соответствующие слои. На этом основании выработан т. н. геохронологический метод определения продолжительности последней эпохи ледникового периода, давший весьма ценные результаты.

В практическом отношении важно то обстоятельство, что ленточные глины широко распространены по всей территории ЭССР. Перед краем материкового льда повсюду возникали временные водоёмы —

ледниковые озёра, в которых осаждались ленточные глины. Позднее отложения происходили в Иольдиевом море, покрывавшем большие пространства северной и западной части территории ЭССР. Поэтому мы находим обширные площади, покрытые ленточными глинами, на островах, а также в уездах Ляанемаа, Пярнумаа и Харьюмаа. В бассейнах рек Пярну и Касари имеются мощные, местами свыше 10 м, ленточные глины. Обширное распространение мощных ленточных глин можно указать ещё в восточной части Хийумаа, в центральных частях острова Сааремаа и около Ориссааре, в окрестностях Хаапсалу, в районе залива Матсалу и вообще во многих болотистых низинах уездов Ляанемаа, Пярнумаа и Харьюмаа. В пределах города Пярну ленточные глины имеют мощность от 2,13 до 17,98 м, залегая под аллювиальными песками (по Б. Д о с с у). Местами ленточные глины залегают на выходах кембрийской «синей глины», как, например, на полуострове Копли у Таллинна и в окрестностях Локса. Далее, обширные месторождения ленточных глин встречаются около Нарвы и по Нарове, в бассейнах как озера Пейпси, так и озера Вырцъярв, в окрестностях Васькнарва, на реке Пунгерья, около Торма и в болотах Лаэва-Умбуси. Все эти местности относятся к т. н. «подводным» районам ЭССР, где в конце ледникового периода существовали благоприятные условия для накопления флювиогляциальных осадков. Но и в «надводных» районах ЭССР можно найти ленточные глины, однако на более ограниченных площадях, по большей части в ледниковых долинах, как, например, в долинах Вильянди и Камбья, а также в низинах другого происхождения (Илматсалу около Тарту).

Достаточных данных для определения общего распространения ленточных глин в ЭССР пока ещё не имеется, как нет и достаточно полных исследований свойств этих глин в различных районах.

По внешним признакам можно установить, что ленточные глины по большей части являются вполне удовлетворительным сырьём для производства различных глиняных изделий и стройматериалов. В виде исключения в составе ленточных глин могут встречаться отклонения в сторону большего содержания извести, алеврита или воды. В пластах ленточных глин встречаются также и камни, вообще гнёзда несортированной морены. Происхождение таких гнёзд можно объяснить действием пловучих льдин, которые, оторвавшись от материкового льда, в процессе таяния осаждали содержавшуюся в них морену на дно водоёма, где осаждались в то же самое время ленточные глины.

В практическом отношении все эти недостатки не умаляют серьёзно значения их, так как распространение ленточных глин весьма велико.

Приводим данные о технических свойствах некоторых месторождений ленточных глин.

Таблица 27.

Химический состав ленточных глин.

	Пиква	Нарва	Пылула
SiO_2	64,40	62,61	59,58
Al_2O_3	17,10	20,29	18,01
Fe_2O_3	5,20	5,48	4,96
CaO	1,40	1,63	3,67
MgO	1,78	2,71	4,71
K_2O+Na_2O . . .	4,65	4,20	5,01
Потери при прокаливании	5,10	3,05	4,00
	99,63	99,97	99,98

Таблица 28.

Свойства ленточных глин в пластичном состоянии и при высыхании.

Месторождение	Состав массы	Пластичность	% усадки при высыхании	Деформация черепка	Характеристика времени сушки
Пиква	20 % глины, 30 % кирпичн. муки	6820 (жирная)	9,50	Слабая	Среднее высыхание
Нарва	„	3416 (жирная)	10,20	Сильная	„
Селение Пылула	„	2416 (жирная)	7,20	Слабая	„

Таблица 29.

Свойства ленточных глин при обжиге.

Месторождение	Температура спекания	Температура плавления	Интервал	% усадки при обжиге	Влагоёмкость
Пиква	1030°	1160°	130°	6,4	6,75
Нарва	980°	1120°	140°	6,4	4,8
Сел. Пылула	980°	1080°	100°	7,2	7,4

Хотя эти глины являются легкоплавкими и обнаруживают некоторые колебания в свойствах, они вполне пригодны для производства кирпича, дренажных труб, а часто и для изготовления клинкера и глиняной посуды.

Все эти образцы происходят из северной части ЭССР, чем и объясняется повышенное содержание извести, по сравнению с другими встречающимися у нас глинами. К сожалению, мы ещё не имеем в настоящее время анализов ленточных глин из области девонских отложений южных частей ЭССР. Можно предполагать, что их состав окажется более близким к составу девонских глин.

В заключение отметим, что ленточные глины по своему распространению и запасам заслуживают серьёзной дальнейшей разведки, так как по уже имеющимся данным их месторождения способны обеспечить крупные промышленные предприятия.

Г. Аллювиальные глины.

Аллювиальные глины, являющиеся самыми молодыми отложениями среди наших глин, возникли в послеледниковых водоёмах и низинах. Водоёмами служили, с одной стороны, озёра, с другой — послеледниковые стадии Балтийского моря (Анциловое озеро и Литориновое море). Отложения последних могут быть распространены только ниже уровня высших береговых линий названных морей в северозападной ЭССР и на островах, т. е. вообще в прибрежных районах нынешнего времени и на небольших абсолютных высотах. Сюда можно отнести, напр., глины из окрестностей Суур-Лахт и Муллуту-Лахт на острове Сааремаа. Нередко аллювиальные глины налегают при этом на ленточные.

Вне районов трансгрессий находим аллювиальные глины пятнами и островами там, где рельеф поверхности способствовал образованию временных водоёмов, куда текучие воды приносили глинистую муть.

При геологической съёмке четвертичных отложений между городами Выру и Петсери найдены месторождения аллювиальных глин около города Выру и в окрестностях Лепассааре. Вблизи Выру, напр., в селении Лийтва имеется площадь примерно в 1 км^2, где распространены серые пластичные аллювиальные глины до мощности свыше 5 м. Подобные же глины распространены около Выру в лесу Конна. Около Лепассааре во всех углублениях земной поверхности между холмами обнаружены аллювиальные глины, которые в некоторых более крупных ложбинах имеют мощность 4—5 м.

Одним из свойств аллювиальных глин в Лепассааре является слоистость, которая уподобляет их ленточным глинам. От позднеледниковых ленточных глин аллювиальные глины отличаются, однако,

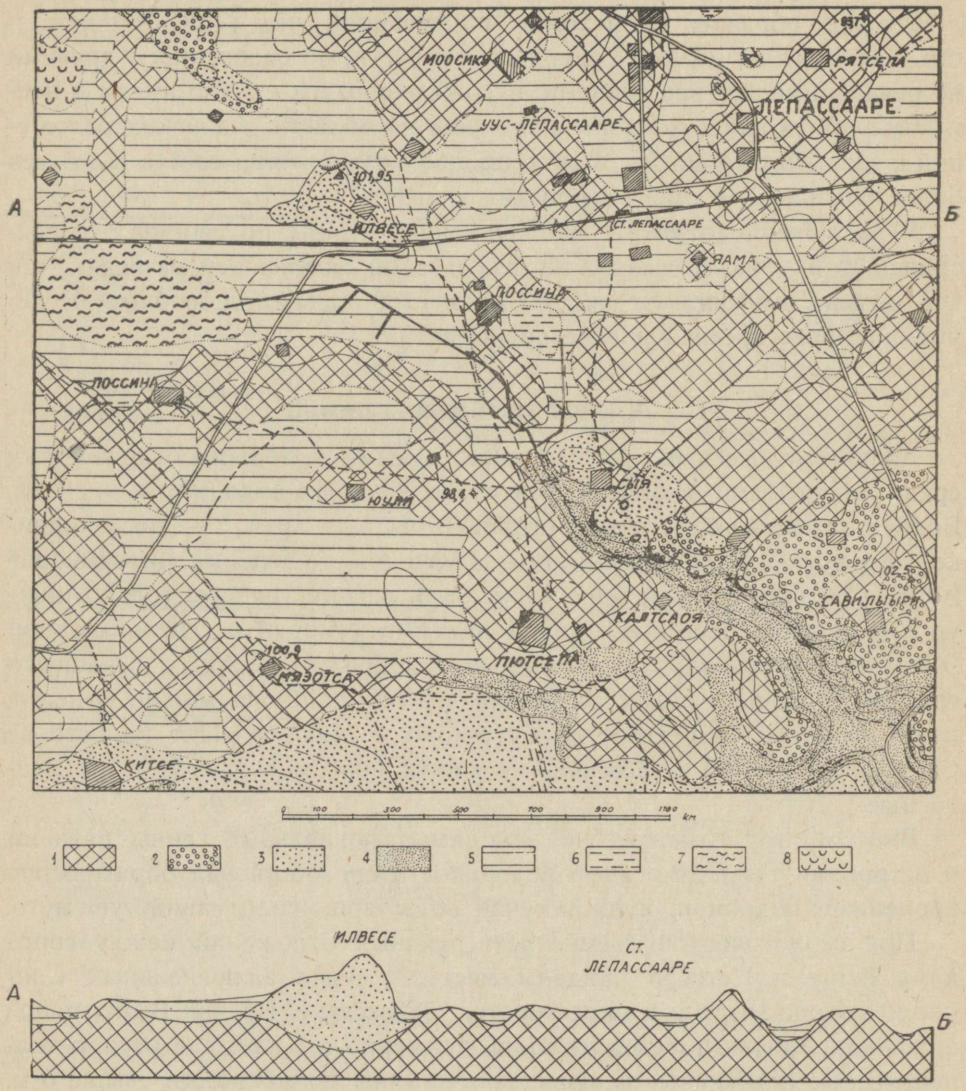


Рис. 8. Распространение аллювиальных глин около Лепассааре. Геологическая карта четвертичных отложений и профиль (съёмку произвёл Р. Рягастик). 1 — красный моренный суглинок; 2 — песчаная морена; 3 — флювиогляциальные пески и галечники; 4 — аллювиальные пески; 5 — аллювиальные глины; 6 — низовое болото; 7 — верховое болото; 8 — лесной торф.

тем, что слои последних содержат много макроскопических остатков растений, из чего с несомненностью можно заключить, что во время осаждения этих глин окрестности были покрыты растительностью. Изучение их микрофауны и микрофлоры поможет уточнить время их осаждения.

Образование аллювиальных глин в данном месте можно объяснить тем, что морена окрестностей, будучи сильно глинистой, давала поверхностным водам материал для смыва в ложбины.

На основании технологического анализа приводим следующие данные для характеристики этих глин.

Таблица 30.

Свойства аллювиальных глин в Эстонской ССР.

Месторождение	Остаток на сите в 900 отверстий в %	Остаток на сите в 4900 отверстий в %	Усадка при высыхании	Содержание воды в пластичном состоянии
1) Сел. Лийтва	0,3	2,4	25,4	25,3
2) Лес Конна	1,1	0,8	35,3	33,2
3) Лепассааре	2,7	0,7	38,0	38,4

Объёмный вес в пласт. состоянии	Объёмный вес в сухом состоянии	Температура плавления	Изменение объёма при обжиге (1100°)
1) 1,992	1,957	1140—1160°C	22,4
2) 1,899	1,929	1140—1160°C	23,5
3) 1,820	1,814	1180°C	10,4

Для некоторых образцов определены температуры плавления в 1250° и 1350°. При обжиге без отощающих добавок образцы при 1100° часто вспучиваются и становятся внутри пористыми, а поверхности их сплавляются и оседают.

На площади селения Лийтва кирпичный завод работает с успехом, вследствие чего с уверенностью можно предположить, что и на других месторождениях аллювиальных глин их можно освоить для выработки кирпича и других глиняных изделий. Запасы отдельных месторождений, однако, обычно невелики. Более крупных залежей пока не установлено.

ГЛАВА VIII.

Песок и гравий.

А. Стекольный песок.

Можно отметить известную аналогию в распределении имеющих практическое значение месторождений песков и глин в коренных породах ЭССР: как те, так и другие мы находим, с одной стороны, среди нижнекембрийских слоёв на северном побережье, а с другой стороны, в девонских отложениях на юге страны. Выше, по поводу девонских глин (см. стр. 136), мы отметили палеогеографическую аналогию между осадкообразованиями в кембрии и девоне в нашей области.

В кембрийских отложениях количество песчанистых прослоек в верхних горизонтах «синей глины» увеличивается, и залегающий выше эофитоновый песчаник состоит уже преимущественно из песчаных пород; наконец, верхний кембрийский горизонт — диплократериевый (фукоидный) песчаник — представлен преимущественно чистыми кварцевыми песками, по большей части лишь слабо сцементированными.

В обнажениях мы находим этот песчаник в низах глинта на уровне моря, например, на полуострове Пальдиски и в береговом уступе у Тискре-Раннамыйса недалеко от Таллинна. Далее на восток он обнажается выше уровня моря и легко доступен на глинте у Виймси (около дер. Лубья), в Улгасе, Тситре, Кунда, Асери, Сака, Тюрсамяэ и в Нарве. Самый мощный разрез (в 16 м) можно замерить в Тискре, причём, однако, нельзя пока установить полную стратиграфическую мощность залежей. Это зависит от того, что в то время, как верхняя граница в виде базального конгломерата оболового песчаника легко определяется, особенно на запад от Таллинна, нижняя граница этих слоёв ещё не уточнена.

Около Кунда (Кронкскаллас) можно замерить разрез почти 15-метровой мощности, в Асери — мощностью около 10 м, в Силламяэ —

около 14 м. Эти разрезы, однако, не состоят из однородных чистых песчаников: более богатые окислами железа и пиритом слои перемежаются с чисто белыми песками и, реже, с глинами, которые имеют голубую или светлозелёную окраску.

По определению И. Рейнвальда, мощность чистых песчаников в Тискре 3,40 + 4,97 м; в Виймси 1,78 м, в Кунда 2,50 м, в Сака 1,34 м, в Суурупи и Пакерорте 3,70 м.

В химическом отношении чистота образцов, взятых из этих слоёв, удовлетворительна.

Таблица 31.

Химический состав кембрийских кварцевых песчаников.

	Пакерорт	Виймси	Кунда	Асери	Сака
SiO_2	96,68	96,20	96,69	98,90	98,01
Fe_2O_2	0,12	0,15	0,13	0,06	0,09
Al_2O_3	1,31	1,94	0,81	0,33	1,59
CaO	0,47	0,30	0,46	0,19	0,22
	98,58	97,59	98,09	99,48	98,71

В отношении зернистости положение менее удовлетворительно: в среднем 90% песка проходят через сито № 120, диаметр отверстия которого около 0,1 мм, и остаётся на сите № 150, диаметр отверстия которого около 0,08 мм. Таким образом подавляющее количество зёрен песка имеет диаметр 0,08—0,10 мм, что для производства стекла является слишком мелким (желательная зернистость 0,25—0,50 мм). В некоторых месторождениях, например, в Сака, песок несколько крупнее: здесь зёрен диаметром более 0,1 мм оказалось 56%.

Правда, и этот гранулометрический состав ещё не является удовлетворительным, но, поскольку далеко ещё не все месторождения опробованы, при дальнейших разведках может оказаться, что будут найдены и месторождения с более подходящей зернистостью.

В девонских отложениях мы находим белые пески в тех же районах, где имеются месторождения трудноплавких глин. Около ж.-д. станций Петсери и Пиуса уже давно вырабатывались стекольные пески, которыми снабжались эстонские стекольные заводы (Ярваканди, Тарту, Таллинн). Подобные же белые песчаники встречаются ещё в окрестностях Пылва, в Хелме и около Сымерпалу-Вагула. Стратиграфическое положение этих слоёв было охарактеризовано уже выше, при описании трудноплавких глин (см. стр. 135). Обнажение

более или менее однородных белых песков мощностью в 3 м можно наблюдать в штольнях подземных выработок у ст. Пиуса. У ст. Петсери И. Рейнвальд замерил 1,3 + 1,9 + 2,0 м чистых белых песков в разрезе общей мощности в 11,15 м.

Обыкновенно в отдельных обнажениях наблюдаются перемежающиеся слои: красноватые и белые пески с прослойками, окрашенными окислами железа; среди них встречаются и пёстроцветные глины. Пески косослоисты и уже при наблюдении простым глазом неравнозернисты. Местами много слюды, имеются также очаги концентрации зёрен тяжёлых минералов.

На юг от ст. Пиуса в 1941 г. были определены запасы белых песков на площади в 5,35 га (Х. Палмре). Здесь залегают чистые белые пески мощностью до 7 м. Принимая в расчёт для добычи только 3 м мощности, запасы песка на разведанной площади могут быть определены в 200 000 тонн. Так как контуры разведанной площади не являются естественными, а в ближайших окрестностях достаточно признаков белых песчаников, то можно смело утверждать, что запасы белых песков в этом районе в несколько раз больше охваченных разведочными работами.

Химические анализы дали по И. Рейнвальду следующие результаты.

Таблица 32.

Химический состав девонских белых песчаников.

Вещества	Петсери	Печёрский монастырь	Дер. Подгорье
SiO_2	98,80	97,42	98,40
Fe_2O_3	0,12	0,09	0,07
Al_2O_3	0,11	0,26	0,33
CaO	0,20	0,20	0,24
	99,23	97,97	99,04

В месторождении Пиуса определялось только содержание Fe_2O_3. В 23 анализах его оказалось от 0,23 до 0,079%. Это содержание железа в песке можно снизить промывкой водой до 0,09—0,051%. При промывке бромоформом получается продукт с 0,038—0,029% Fe_2O_3.

Что касается размеров зёрен, то главная масса песчинок, свыше 90%, распределяется в двух интервалах зернистости: 0,5—0,25 и 0,25—0,125 мм.

Из 21 образца в десяти случаях бóльших зёрен свыше 50% (51,46—74,1%); меньших зёрен свыше 50% также в десяти случаях (54,0—90,5%); в одном случае как тех, так и других почти поровну (бóльших 46,9%, меньших 49,15%).

Таким образом, стекольные пески месторождения Пиуса оказываются вполне пригодными для производства даже высших сортов стекла, особенно, если обогащать их промывкой. Побочным продуктом при промывке является концентрат тяжёлых минералов (ильменит, магнетит, рутил, циркон).

Запасы таких же песков, по всей вероятности, можно будет установить и в других местах, например, в районе Сымерпалу-Вагула, в Пылва и Хелме.

В самые последние годы выяснилось, что и в Пярнуских слоях (низший ярус среднего девона) содержатся пески, пригодные для производства стекла. Песчаники этого яруса обнажаются по нижнему течению реки Пярну, в окрестностях Синди и Тори. Стекольный завод Ярваканди стал с успехом пользоваться белыми песками из Синди-Таали. В 1945 г. произвели с положительными результатами разведку участка песков у дер. Оope (Х. П а л м р е). Оказалось, что на площади около 7,5 га здесь можно считаться с продуктивными слоями, примерно, в 4 м мощностью, которые при объёмном весе в 2,5 имеют тоннаж в 750 000. Песок так же косослоист, как и в верхнем девоне, и состоит из зон с более или менее крупной зернистостью; имеются также прослойки, богатые слюдой. Тяжёлые минералы при просеивании концентрируются в более мелких фракциях.

Распределение зёрен по фракциям: 0,4—0,3 мм (41,1%) и 0,3—0,2 мм (36,6%).

Химический анализ дал помещённые в таблице 33 результаты.

Таблица 33.

Химический состав кварцевых песков Пярнуских слоёв у Синди-Тори.

Вещества	Разрез 1	Разрез 4
SiO_2	93,4	94,1
Fe_2O_3	3,19	2,8
Al_2O_3	0,54	0,6
CaO	0,01	0,1

В ряде образцов содержание Fe_2O_3 колеблется от 0,5 до 0,6%. При промывке водой содержание железа можно уменьшить только незначительно — до 0,45—0,53%. Выделяя менее крупные фракции и

затем снова промывая водой, можно содержание железа довести до 0,31—0,42%. Хотя эти пески и значительно уступают пескам из месторождения Пиуса, тем не менее и песок Тори вполне пригоден для производства оконного стекла. Очень вероятно, что, кроме разведанной небольшой площади в окрестностях Тори, найдутся ещё запасы белых песков, но в общем здесь вряд ли можно рассчитывать на такие количества, какие вероятны в высших горизонтах девона. Некоторые стекольные заводы пользовались и сыпучими четвертичными песками (напр. завод «Тарбеклаас» в Таллинне — с устья реки Пирита, завод Мелески — местными песками). Вообще вполне правдоподобно, что аллювиальные и дюнные пески во многих местах имеют достаточную чистоту для производства стекла. Но эти месторождения по своему характеру являются ограниченными и изменчивыми, требуя поэтому очень детальных разведок для более подробного выяснения запасов и качества песка.

Б. Точильные камни.

Вышеописанные песчаники вообще слабо сцементированы. Обыкновенно кусок такого песчаника можно легко растереть в песок пальцами, если он сам не распадается без внешнего воздействия. Поэтому нередко поднимается вопрос о том, с чем мы имеем дело в этих породах: с песками или с песчаниками. Мы получим ответ на этот вопрос, если обратим внимание на способ выемки указанных пород из карьера: оказывается, что при земляных работах недостаточно одной лопаты, но приходится применять кайло, лом, а также взрывчатые вещества. Отсюда можно вывести заключение, что эти породы следует называть песчаниками.

В настоящем разделе мы будем рассматривать месторождения, где связь между песчинками довольно крепка. В этих случаях мы имеем дело с песчаниками строительного типа. В области кембрийских песчаников такими месторождениями являются уступ Какумяэ (западнее Таллинна), Кронкскаллас в Кунда, дер. Ийла в Кунда-Малла, Кырккюла в Асери. Особенно известна дер. Ийла, как место выработки точильных камней из местного песчаника. В Какумяэ и Кырккюла также делали опыты производства точильных камней, но они не дали удовлетворительных результатов: выдержать конкуренцию с заграничными точильными камнями эти местные изделия не могли.

Другой горизонт, где наблюдаются породы, пригодные для точильного камня, это — Наровские слои среднего девона в уездах Пярнумаа

и Вильяндимаа. Эти слои лежат над слоями Пярну, о которых была речь в главе о стекольных песках. Они обнажаются около мельницы Пельда вблизи Навести, около мельницы Солувески на реке Кыпу и близ хутора Вардья на реке Халлисте. Эти слои имеют довольно разнообразный петрографический состав: доломитовые и глинистые мергели, глины и песчаники, в общем зеленовато-серой и синевато-серой окраски. Именно в Наровских слоях западной фации, в уездах Пярнумаа и Вильяндимаа, среди этих песчаников встречаются однородные мелкозернистые, достаточно сцементированные разности. Так, на порогах реки Халлисте у Вардья обнажаются пласты твёрдых песчаников мощностью в 1 м, нижние 35 см которых представляют материал, из которого местные жители делали точильные камни (данные по К. Орвику).

Название местности Тахкуранна на берегу залива Пярну также не случайно (Tahkurand по-эстонски значит «берег точильного камня»): здесь на довольно обширном пространстве между Хяадемеэсте и Тахкуна на самом берегу моря обнажаются зеленовато-серые мелкозернистые песчаники, подобные тем, которые в разных местах служили для производства точильного камня. Такие месторождения имеются в Пихнурме, на участке хутора Сааре и вблизи церкви Тахкуна. Разработке и изучению этих месторождений препятствует их расположение на самом берегу моря, где выработки легко заполняются морской водой.

Ввиду того, что обнажений описанных слоёв мало, слои же имеют весьма большое распространение, для выяснения запасов точильного (а возможно и строительного) песчаника необходимо произвести разведки с применением буровых работ.

В. Гравий и песок.

Выше были описаны некоторые месторождения песчаников в коренных породах ЭССР, имеющие практическое значение. Помимо этого, коренные породы почти во всей области девона состоят преимущественно из песчаников и песков. В многочисленных речных долинах южной части ЭССР встречаются места, где в виде крутых обрывов (по-эстонски часто называемых «Таэваскода» — «небесное жилище») обнажаются, главным образом, красноцветные рыхлые песчаники, богатые слюдой. Эти песчаники не находят особого практического применения, если не считать использования их в качестве балластного материала при постройке насыпей (например, вдоль берегов Эмайыги в Тарту). Всё же они имеют большое значение, как составная часть наносов, чет-

вертичных сыпучих песков и гравия в южной части ЭССР. По всей области распространения девонских отложений красные тона, свойственные пёстроцветной девонской толще, характерны и для моренных образований.

Четвертичные породы ледникового возраста происходят не только из местных коренных пород. Одной из особенностей наших четвертичных отложений является то обстоятельство, что в них накоплены обломки пород различного географического происхождения. На территории ЭССР смешиваются валуны кристаллических пород и песок Фенноскандии, известняки и доломиты северных частей ЭССР и вышеописанные девонские материалы юга ЭССР.

Так как движение материкового льда происходило с севера и северо-запада в южных направлениях, то моренные валуны мы находим обычно только к югу и юго-востоку от месторождений материнской коренной породы, так что известняки встречаются в девонской области, но девонских песков нет на севере ЭССР.

Соответственно геологическому обзору в первой главе этой работы, мы можем песчаные и галечные материалы наносов сгруппировать следующим образом:

1) моренные пески и галечники,
2) флювиогляциальные пески и галечники,
3) береговые пески и галечники.

Это — группы генетические, но вместе с тем в них же группируются и сходные в практическом отношении материалы. Так, например, моренные пески весьма распространены в вышеуказанной девонской области. Самыми распространёнными четвертичными отложениями здесь являются песчаные и глинистые морены. Соответственно характеру морены вообще, эти пески не сортированы, содержат много мелких частиц с изменчивым содержанием галек, а часто совсем без таковых. Вследствие широкого распространения этой песчаной морены, ею нередко пользуются в качестве дорожного строительного материала. За неимением лучшего нередко применяются для той же цели и более глинистые морены не только в девонской области, но и во всей стране.

Флювиогляциальные пески и галечники как по количеству, так и по качеству являются важнейшими в своём роде в ЭССР. В первой главе настоящей работы дан обзор форм поверхности, которые состоят из флювиогляциальных песков и галечников. Приложенная карта наносов (III) иллюстрирует их распространение. Мы

видим, что эти формы поверхности отчётливо группируются. Особенно бросаются в глаза группы друмлинов и моренных холмов, причём последние весьма богаты сортированными песками и галечниками. Группы моренных гряд (озов) наблюдаются главным образом севернее области распространения друмлинов, особенно в пределах уездов Вирумаа, Ярвамаа и Харьюмаа, где они довольно интенсивно эксплоатируются для дорожного строительства. Необходимо однако подчеркнуть, что ни одна из этих форм поверхности не состоит целиком из сортированного флювиогляциального материала. Обыкновенно мы находим в них и несортированную морену. Это особенно относится к маргинальным грядам (конечным моренам).

В более полной мере состоят из сортированных флювиогляциальных материалов дельтовые образования материкового льда и сандры. Дельтовым образованием является, например, район песков и гравия к югу от Таллинна (Нымме-Мяннику), который более узкой полосой продолжается к югу вдоль полотна узкоколейной железной дороги. Другим примером может служить Выльсимяги, к югу от города Выру, где находится большой карьер гравия, эксплоатируемый железной дорогой. Радиальные озы также нередко являются месторождениями хорошо сортированного гравия, так что имеются места, где значительные части этих форм поверхности свезены на дорожное строительство (часть гряды Синиаллику, большая часть гряды Лустивере, гряды Ульясте и т. д.).

Береговые галечники и пески распространяются естественно на более ограниченной площади — на современных и доисторических берегах, расположенных в менее высоких частях ЭССР («подводная» Эстония). Что касается галечников, то для известняковых берегов весьма характерен щебень из известняка, который обнажается на месте и разбивается прибоем волн. Этот щебень образует накопления в виде валов в несколько километров длиной и около двух метров высоты, или же располагается более широкими покровами. В отдельных случаях мощность берегового щебня может достигать 6—7 метров. Щебень состоит из плоских галек различной величины, хорошо закруглённых, в смеси с песком в переменных соотношениях. Согласно условиям образования, эти отложения хорошо сортированы и промыты. Для строительных целей этот материал часто является весьма подходящим, но обыкновенно запасы его невелики и трудно доступны для транспорта. Такие галечники имеют широкое распространение по северному побережью и на островах.

Береговые пески также широко распространены. В качестве примера можно привести берега залива Пярну, восточный берег полуострова Сырве на Сааремаа и южный берег того же острова до Курессааре, полуостров Паммана на Сааремаа, полуостров Кыпу на Хийумаа, песчаные берега между Высу и Кунда, берега около Усть-Наровы, а также северные и северозападные берега озера Пейпси. В этих районах распространены пески разной зернистости, а также мелкий гравий. Преобладают, однако, мелкие пески дюнного происхождения (Усть-Нарова, Хяадемеэсте, Кыпу и т. д.). Рядами береговых дюн часто отмечены также бывшие берега, на далёком от современных расстоянии; таковы, например, ряды дюн вокруг центральной возвышенности Сааремаа, обширные дуги дюн в северозападной части Ляанемаа и др.

Состав песков и галечников.

Среди песков преобладают кварцевые, чистота которых часто весьма совершенна. Гравий же по преимуществу слагается из известнякового галечника. Это легко объясняется генетическими причинами, так как материковый ледник, продвигаясь через обширное известняковое поле севера ЭССР, захватил в состав морены огромное количество этих пород. Чем дальше на север, тем более велико удельное значение кристаллических валунов и галек в морене и флювиогляциальных образованиях. В девонской области в составе галечников встречаются и гальки из девонских доломитов, доломитовых мергелей и песчаников (например, в карьерах Вильянди и Синиаллику), но вследствие рыхлости данных пород гальки эти не распространяются далеко от своей материнской породы.

С точки зрения практических свойств гравия важное значение имеет его зернистость. В этом отношении интересны данные, полученные при отсеивании гравия в различных районах.

Процентное количество зёрен с диаметром в 2—25 мм в гравиях по уездам:

Ярвамаа	Вирумаа	Харьюмаа	Валгамаа	Вильяндимаа	Петсеримаа	Пярнумаа
34,35	36,42	40,41	40,44	41,13	43,57	47,82

Тартумаа	Ляанемаа	Вырумаа	Сааремаа
48,94	49,42	55,20	59,42

Приведённые цифры дают, конечно, только приближённое представление о количестве самой желательной фракции гравия. Как мы видим, этот процент по большей части ниже 50. Остальная часть зёрен имеет

по преимуществу диаметр меньше 2 мм. Вследствие этого одним из недостатков гравия в ЭССР является его обогащённость мелкими, даже пылевыми фракциями зёрен. Естественного непылящего гравия для покрытия железнодорожных насыпей поблизости от железных дорог в достаточном количестве в ЭССР не найдено, хотя в этом направлении и проводились разведки в 1937—1940 годах. При этом было собрано много образцов гравия, и проведён их механический анализ. Самыми мелкозернистыми оказались материалы ледниковых дельт и радиальных озов, в то время как галечники береговых валов и моренных холмов являются значительно более крупнозернистыми и в то же время неоднородными.

Г. Кристаллические валуны.

В дополнение к гравию и песку, которые представляют моренный материал в самом широком смысле, остановимся также на валунах. Валуны различных размеров являются естественной составной частью морены. Они уже давно привлекали внимание наблюдателей как своим петрографическим составом, так и внешней формой. Петрографически валуны в подавляющем большинстве являются кристаллическими породами, как плутонитами (граниты, рабакиви, пегматиты и. т. д.), так и метаморфическими породами (гнейсы, мигматиты, кварциты и т. д.) В небольшом количестве имеются и песчаники. Так как кристаллические породы наших коренных отложений находятся в глубине, под осадочной толщей, то валуны — единственные представители этих пород на поверхности ЭССР.

Кристаллические валуны встречаются как на поверхности земли, так и в составе морены. По размерам они бывают от галек в несколько сантиметров диаметром до громадных эрратических валунов размерами с небольшой домик. Найти их можно повсюду, но далеко не равномерно в разных местах. Относительно валунов внутри морены нет, конечно, никаких конкретных данных. Находящиеся на поверхности валуны нередко сконцентрированы на известном пространстве. Обыкновенно мы находим их в большом количестве рядами и рассеянно, как на современных, так и на доисторических берегах, где концентрация их объясняется действием транспорта льдинами и ледяным давлением. Крупных эрратических валунов больше на севере ЭССР.

В практическом отношении значение валунов состоит в том, что они дают нам единственную возможность иметь отечественные стройматериалы из кристаллических пород. Их широко применяли для

мощения улиц, для получения щебня в дорожном строительстве, а также при производстве бетона. Собранные на полях валуны используются для возведения фундаментов и сельско-хозяйственных построек. Деревенские церкви, мосты, набережные, лестницы и тротуары также часто строились из кристаллических пород валунного происхождения. Надгробные камни и памятники являются особой категорией изделий из валунов.

Обстоятельством, которое препятствует ещё более широкому применению валунов в гражданском и дорожном строительстве, является трудность их добычи в наших условиях: валуны, находящиеся на полях вдали от дорог, необходимо разбивать, подвозить к дорогам, а оттуда на место строительства. Всё это повышает стоимость наших валунных материалов по сравнению с привозными. Можно однако полагать, что при новом социалистическом строе этот вопрос дороговизны приобретёт другой аспект. Собирая валуны, мы не только заготавливаем стройматериалы, но и расчищаем пахотную землю для обработки её механическими средствами. Поэтому цену валунных материалов нельзя учитывать только с точки зрения стоимости стройматериалов.

Вопрос о больших эрратических валунах следует рассмотреть особо. Довольно значительное количество таких валунов объявлено памятниками природы, и их нельзя использовать в практических целях. При этом исходили из положения, что эрратические валуны являются красноречивыми свидетелями действия материкового льда в ледниковое время (особенно в тех случаях, когда можно установить их материнскую породу в Фенноскандии). Таким образом необходимо учитывать научное и культурно-просветительное значение эрратических валунов, наряду с их практическим значением.

ГЛАВА IX.

Торф, сапропели и другие озёрно-болотные осадки.

Строение поверхности и климат территории ЭССР оказались благоприятными для образования болот в послеледниковое время. Вследствие малых абсолютных высот и плоского рельефа сток поверхностных вод на сравнительно обширных пространствах оказывался затруднённым, в результате чего на этих пространствах образовались озёра и болота. Озёрные и болотные осадки содержат различные полезные ископаемые, которые отчасти уже находят широкое применение в практической жизни (напр. торф), отчасти же находятся в стадии разведки и освоения (напр. озёрный мел). Эти полезные ископаемые по своему существу разнообразны, но их накопление имеет много черт сходства: генезис всех этих осадков связан с биологическими процессами, протекавшими в водной среде. Ввиду этого и является целесообразным описать их в связи друг с другом и прежде всего остановиться на геологии болот.

А. Торфяные болота.

Торфяные болота могут возникать двояко: путём заполнения и зарастания озёр, или же без озёрной фазы (суходольные болота). Рассмотрим сначала развитие болот путём зарастания озёр. Этому процессу способствуют, с одной стороны, песчанисто-глинистые осадочные материалы, приносимые в водоём поверхностными водами, с другой же стороны, продукты жизнедеятельности животного и растительного мира в самом водоёме, которые в виде органического ила падают на дно.

Таким образом возникает известный комплекс озёрных осадков, имеющий часто определённую последовательность: аллювиальные

пески и глины, на них известковистый ил (озёрный мергель и озёрный мел), а на этом последнем, в свою очередь, органический ил или сапропель.

Зарастание озёр происходит не только путём осадкообразования на дне озёр, но и путём наступления береговой растительности, которая овладевает свободной водной поверхностью, опираясь на берег.

Результатом является образование определённого растительного сообщества на площади заросшего водоёма; в этом сообществе преобладающее значение имеют тростники или осоки. Эти растения не сгнивают бесследно: их части, находящиеся ниже уровня воды, преобразуются в торф.

Процесс торфообразования изменяет растительный материал и химически и физически; в нём возникают гуминовые вещества, которые придают торфу чёрнобурую окраску. Разложение может итти до почти полного превращения растительных веществ в торфяной ил (дю), который в зарастающих водоёмах образует иногда отдельный слой.

На месте заросшего озера или в суходольи, где растения питаются грунтовыми водами, сравнительно богатыми солями, развивается низинное болото, в растительности которого преобладают более требовательные в отношении пищевых веществ растения (тростник, осоки, зелёные мхи, ольха, берёза). Из них образуется низинный торф, имеющий ряд разновидностей, в зависимости от того, какое из названных растений преобладает.

Чем мощнее становится слой торфа, тем труднее достижима для растений грунтовая вода, содержащая минеральные соли, вследствие чего в растительном сообществе происходят изменения. Вышеназванные растительные виды погибают и дают место, в конце концов, главным образом сфагновым мхам, которые способны произрастать в самой бедной пищевыми веществами среде; кроме них, остаются некоторые другие растения, напр. вереск, пушица. Из них образуется верховой торф. Название «верхового болота» происходит оттого, что этот тип болота возвышается над окрестностью, и его растительность, не завися от уровня грунтовых вод, питается водой из атмосферных осадков. Результатом всех этих стадий развития следующих друг за другом растительных сообществ являются впоследствии налегающие друг на друга слои озёрных осадков, низинного и верхового торфа. Все эти стадии могут следовать одна за другой, но каждая из них может быть представлена или отдельно или же вместе с другой.

Мощность торфяных слоёв в пределах ЭССР достигает 6—7 метров,

в отдельных же случаях 10—11 метров. Естественно, встречаются и меньшие мощности. Мощность торфяных слоёв зависит в первую очередь от возраста торфа, далее от грунтовой воды и осадков, и от климатических условий вообще.

Озёрно-болотные отложения сами сохраняют документацию своего возраста и климатических условий, имевших место во время их развития. Эта документация состоит в сохранении пыльцы анемофильных растений в торфяных слоях, в связи с чем и был разработан метод анализа пыльцы. Этот метод позволяет установить в весьма совершенном виде стратиграфию озёрно-болотных отложений (болотную геологию) и сопоставить хронологию развития болот с другими послеледниковыми событиями (см. гл. I, стр. 24).

Соответственно климатическим периодам в торфяных залежах можно наблюдать бóльшую или меньшую степень разложения растительного вещества, а также остановки в образовании торфа, когда бóльшая часть болот покрывалась лесами. Результатом таких остановок являются слои в болоте, содержащие пни лесных деревьев, древесина которых сохраняется, подобно пыльце, благодаря антисептическим свойствам торфа. Довольно постоянным в наших болотах является т. н. граничный горизонт — хорошо разложившийся торфяной слой с соответствующим горизонтом пней. Этот слой отмечает остановку в образовании торфа во время сравнительно сухого и тёплого климатического периода, в конце т. н. суббореального периода, примерно 3000—4500 лет тому назад. Ниже этого горизонта торф обыкновенно больше разложен и темнее окрашен, тогда как выше он светлее и менее разложен. Глубина граничного горизонта от поверхности болота около 2—3 м.

С точки зрения использования торфа в качестве топлива существенное значение имеет степень его гумификации, которая определяется либо в процентах, либо цифрами десятибалльной шкалы. Поверхностные сфагновые слои верховых болот бывают обыкновенно мало разложившимися, пористыми и лёгкими в сухом виде; мощность их обыкновенно не превышает 0,5 м. Высокую степень разложения (50% и больше) имеет лесной торф. Средняя степень разложения низинного торфа колеблется от 23 до 50% (чаще всего 30—40%). Степень разложения верховых болот колеблется в наибольших границах (19—55%), соответственно ботаническому составу.

В ЭССР можно различить два района торфяных болот: 1) северный, где мощность низинного торфа в общем разрезе не превышает 1 м,

и 2) южный, где эта мощность достигает 5—6 м. Такое явление обусловлено гидрологическими обстоятельствами: в северной части ЭССР сток поверхностных вод всегда происходил в одном и том же направлении, в Финский залив. Благодаря этому не заметны повышения уровня грунтовых вод. В южных районах ЭССР, наоборот, сток поверхностных вод изменил своё направление вследствие поднятия суши на северо-западе: первоначальное северное направление стекающих вод перешло в южное и западное.

Следствием этого изменения явилось поднятие уровня грунтовых вод, помешавшее низинной фазе торфяных болот перейти в верховую. В устье реки Эмайыги и по берегам озера Пихква красноречивой иллюстрацией этого явления служит наличие торфяных слоёв до 6 метров мощностью ниже уровня озера Пейпси, что является указанием на повышение уровня воды в озере по мере нарастания торфа. (Отсюда следует, что бóльшая часть площади озера Пейпси была сушей в послеледниковое время, так как глубина его по большей части меньше 6 м). Другое обстоятельство, способствовавшее районированию торфяных болот в ЭССР, это — морские трансгрессии в послеледниковое время. В западных и северо-западных районах освобождение от трансгрессий Балтийского моря происходило сравнительно поздно (ср. историю Балтийского моря, глава I, стр. 25). Вследствие этого, на площади трансгрессии развитие болот является более кратковременным, и разрезы болотных отложений здесь менее полны и менее мощны.

Б. Сапропели.

Выше уже было указано на то, что в озёрах возникают илистые осадки, с одной стороны, из вносимых извне текучими водами глинистых и мелкопесчаных частиц, с другой стороны, из продуктов жизнедеятельности обитающих в озере живых организмов. Накопляется характерный осадок, богатый органическими веществами, т. н. сапропель или гиттия, который в новейшее время, в виду возможностей его разнообразного применения, стал привлекать особое внимание.

Сапропель по своему внешнему виду напоминает упругий студень с тёмнозелёной, тёмнобурой, серой или чёрной, иногда розоватой окраской. Простым глазом в нём обычно не видно остатков растений. Высыхая, сапропель твердеет и уже не впитывает воды.

Впрочем, в свежих сапропелях воды бывает 70—90%. Их сухое вещество содержит протеины (5—15%), белки (5—15%), жиры (0,5—

1,0%), целлюлозу (25—40%), безазотистые экстрактивные вещества (7—25%), кальций (16—45%) и фосфор (0,2—0,3%). Эти цифры приводим только для иллюстрации, на основании анализов нескольких сибирских сапропелей.

Различают следующие виды сапропелей:

1) богатый известью сапропель, в случае бедности органическими веществами известный в виде озёрного мела или мергеля (ниже об этой разности особо);
2) глинистый сапропель, чёрный, богатый железом и глиной;
3) грубодетритный сапропель, бурый или тёмнобурый озёрный ил со сравнительно многочисленными остатками высших растений и мхов;
4) мелкодетритный сапропель, с оливково-зелёной, бурой или желтоватой окраской, с тонкой структурой, образующийся в небольших водоёмах или в центральных частях более крупных (между этой и предыдущей разностью имеются всевозможные переходы);
5) сапропель, богатый диатомовыми водорослями; если, наряду с диатомовыми, содержание железа поднимается до 15—37%, мы имеем дело
6) с железной (диатомовой) охрой, которая при увеличении содержания железа может переходить в о з ё р н у ю ж е л е з н у ю р у д у;
7) наконец, путём смешения сапропеля и торфа могут возникать различные переходные разности.

Так как богатые известью, диатомовыми водорослями и железом сапропели могут встречаться в виде особых пород, имеющих специальное практическое значение, то здесь мы будем рассматривать сапропель только в узком смысле (виды 2, 3 и 4).

Благодаря своему органическому составу, сапропель представляет собой ценное сырьё для химической промышленности. При сухой перегонке из сапропеля получают кокс, светильный газ, генераторный газ, нашатырный спирт, бензин, керосин, различные масла (газовое, вазелиновое, моторное, соляровое, лампочное, креозотовое, а также парафиновое). Вдобавок оказалось, что, благодаря составу своих органических веществ, сапропель пригоден без обработки и в качестве корма для скота.

Сапропели встречаются, с одной стороны, в существующих ныне озёрах, с другой же стороны, среди осадков заросших (заболоченных) озёр. Так как озёрные осадки возникают раньше, чем болотные осадки на том же месте, то в болотах мы находим сапропель всегда среди лежа-

чих слоёв. В болотах отложения сапропеля всегда плотнее, беднее водой и обыкновенно менее мощны, чем в озёрах.

В ЭССР отложения сапропелей ещё мало изучены и к их использованию ещё не приступили. Поэтому имеются только немногочисленные, ориентировочные данные об этих отложениях в нашей республике.

Эксплоатация месторождений сапропеля наталкивается на большие трудности в виду того, что слой обычно мало мощен, покрыт значительным слоем торфа и трудно доступен для добывания и транспорта. Поэтому задачей ближайших лет является открытие таких месторождений, которые могли бы быть легко эксплоатируемы.

В. Лечебные грязи.

Если относительно озёрных сапропелей в ЭССР ещё не проведено научных исследований, то особый вид этих сапропелей, известный под названием лечебных грязей, привлёк к себе большое внимание исследователей. Заведения для лечения грязью стали основываться уже с конца первой четверти XIX века (в 1824 г. в Кихелконна). С середины (1854 г., Гебель) и со второй половины этого века имеются уже работы, посвящённые исследованию лечебных грязей, особенно их химической стороны. Более современное химическое, физическое, лимнологическое и бактериологическое исследование лечебных грязей производилось, начиная с конца прошлого века. Новейшие монографии по лечебным грязям принадлежит перу К. Шлоссмана (1939) и В. Вади (1947).

В качестве лечебных грязей в ЭССР пользуются, главным образом, морскими (лагунными) сапропелями, которые встречаются по берегам островов Сааремаа, Хийумаа, Вормси и по западному побережью материка. Эти сапропели распространяются в мелких бухтах, далеко проникающих в сушу, или же в бывших морских заливах, соединённых с морем только при помощи узкого пролива или канала (см. обзорную карту месторождений лечебных грязей, взятых под охрану, рис. 9).

Постоянная связь с морем может и совсем отсутствовать, так что только во время высокого стояния воды морская вода соприкасается с лагунной. Реже лечебные грязи встречаются у открытых берегов, но в этом случае в более ограниченных бассейнах, напр. в проливе между Муху и материком (Суур-Вяйн). Мощность слоя воды над грязью и мощность самой грязи могут колебаться в пределах между несколькими дециметрами и двумя метрами.

В свежем виде лечебная грязь имеет чёрную, тёмносерую или зеленоватую окраску и сильный запах сероводорода. Этот запах улетучивается при стоянии на воздухе. Содержание воды в грязи в раз-

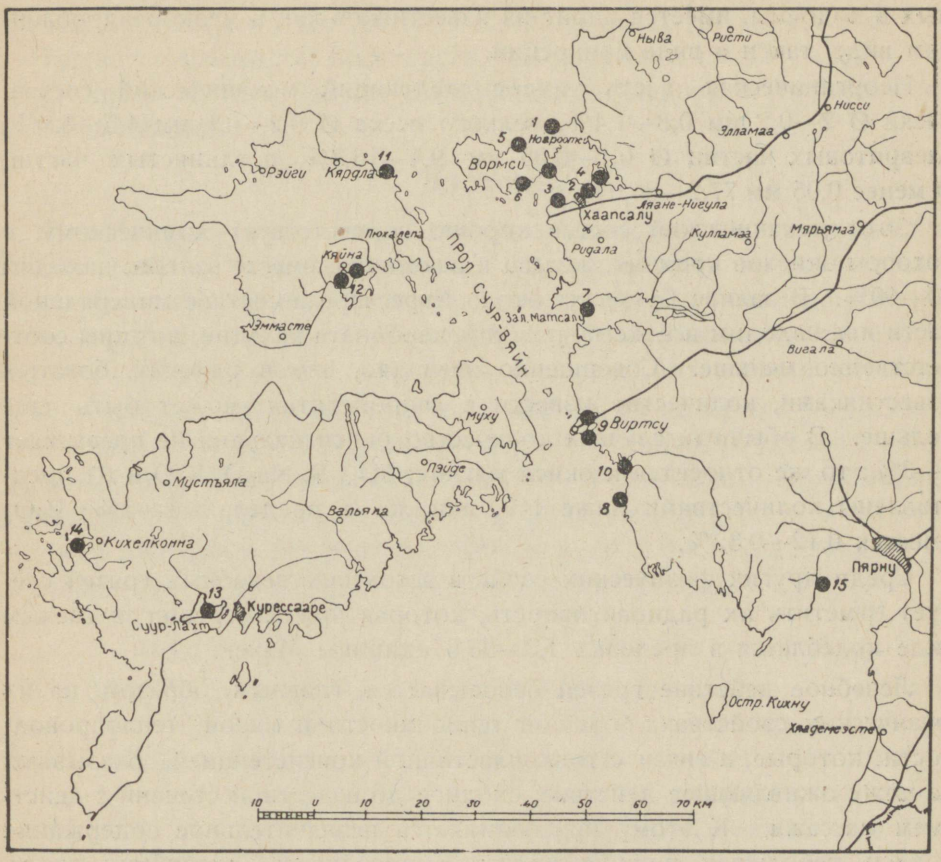


Рис. 9. Заповедники лечебных грязей. 1 — пролив Вооси; 2 — Вяйке Вийк; 3 — Паралепа; 4 — бухта Хаапсалу; 5 — бухта Диби; 6 — бухта Свиби; 7 — залив Матсалу; 8 — Яагусяаре; 9 — Виртсу-Пухту; 10 — зал. Паатсалу; 11 — Суурсадам; 12 — Кассари-Ваэмла; 13 — Суурлахт; 14 — залив Кихелконна; 15 — Аудру-Саулепа.

ных местах различное и колеблется от 60 до 93%. В сухом веществе органического вещества бывает от 11 до 34%. Это органическое вещество состоит из остатков и продуктов жизнедеятельности различных морских животных и растений. Среди этих организмов на видном месте находятся диатомовые водоросли, а также высшие водоросли, из животных — моллюски и личинки; кроме того, в большом

количестве бактерии (пока определено 37 видов). Среди этих бактерий имеются виды, восстанавливающие серу и разлагающие целлюлозу.

Соединения серы могут, однако, быть и неорганического происхождения: среди продуктов выветривания каменных пород, заносимых в водоёмы, имеется пирит из известняков как в мелкораздроблённом виде, так и в виде конкреций.

Неорганическая часть имеет следующий механический состав: песка Ø 2—0,2 мм 0,8—1,4%, мелкого песка Ø 0,2—0,1 мм 4,5—6,8%, алевритовых частиц Ø 0,1—0,05 мм 9,4—16,3% и глинистых частиц Ø менее 0,05 мм 77,2—84,9%.

Этот механический состав хорошо соответствует химическому, в котором окислов кремния, железа и алюминия, вместе взятых, находим 70—90%. В заливе Суурлахт около Куресааре в составе минеральной части ила находим всё же почти 38% карбоната кальция, а глины соответственно меньше. Совершенно очевидно, что в районах, богатых известняками, количество извести в сапропелитах может быть ещё больше. В обычных случаях количество окиси кальция не превышает 2—3%; то же относится к окиси магния; SO_3, S, Na_2O, K_2O и Cl представлены количествами ниже 1%, или же в пределах 1—2%; P_2O_5 имеется 0,12—0,32%.

Среди других физических свойств эстонских лечебных грязей следует отметить их радиоактивность, которая при измерении в свежем виде колеблется в пределах 1,3—33,6 единицы Махе.

Лечебное действие грязей основывается, главным образом, на их физических свойствах: большой теплоёмкости и малой теплопроводности, которые, в связи с тонкопластичной консистенцией, оказывают на кожу оживляющее действие, сходное до известной степени с действием массажа. К этому присоединяется незначительное содержание иода и небольшая радиоактивность, способность адсорбции грязи, ведущая к очищению кожи, наконец, её каталитическое воздействие на различные биохимические реакции в коже.

Благодаря всем этим свойствам, лечебная грязь оказалась ценным лечебным средством, в первую очередь, в случаях ревматических заболеваний, далее при скрофулёзе и накожных болезнях, наконец, при разных болезнях обмена веществ. Рис. 9 даёт обзор важнейших месторождений лечебных грязей по берегам западной Эстонии и островов (в 1939 г. эти месторождения были взяты под охрану). Кроме того, были получены в анкетном порядке сведения всего о 57 месторождениях. Размеры и запасы отдельных месторождений известны только

ориентировочно. Далеко не все месторождения грязей опробованы: приведённые данные основаны, главным образом, на исследовании уже известных важнейших месторождений.

Наиболее крупными запасами лечебных грязей обладают Суурлахт вблизи Куресааре (около 200 га) и Сийксаарелахт (около 100 га).

Наряду с разведкой всех других сапропелей в ЭССР, в будущем необходимо уделять больше внимания исследованию и опробованию лечебных грязей.

Г. Диатомит.

Подобно лечебным грязям, диатомит, поскольку он представлен в ЭССР, является осадком спокойных изолированных морских лагун. Месторождения диатомита расположены по нижнему течению Наровы, ниже города Нарвы, по обе стороны реки. При этом на правом берегу Наровы распространение диатомита больше. По данным разведок 1937 г. диатомит был установлен на 5000 га, из которых $\frac{1}{10}$ расположены на левом берегу Наровы в районе т. н. болота Леекова в треугольнике Мерикюла — Нарва-Йюэсуу — Рийгикюла. Приложенная схема (рис. 10) даёт частичный обзор обнаруженных до сего времени залежей диатомита (их расположение и мощность). Представление о строении этих залежей дают нижеследующие разрезы.

№ 116:

0,0—0,45 м торф,
—3,00 „ диатомит,
—3,25 „ + песок;

№ 142:

0,0—0,20 м торф,
—0,30 „ диатомит,
—0,65 „ песок,
—3,20 „ диатомит,
—3,30 „ + песок;

№ 22:

0,0—0,40 м почва,
—1,20 „ песок,
—2,20 „ диатомит с песком,
—2,50 „ + песок;

№ 206:

0,0—0,40 м торф,
—3,13 „ диатомит,
—3,25 „ торф,
—3,35 „ песок.

Таким образом, слои диатомита покрыты либо торфом, либо песком. Обычно верхние слои богаты песком, тогда как ниже содержание песка уменьшается, так что наиболее чистые слои диатомита находятся в самом низу. Нижняя граница залежей обычно резка. Содержание песка характеризуется двумя разрезами из болота Леекова.

Шурф А.		Шурф Б.	
Глубина	% песка	Глубина	% песка
0,80 м	Свыше 75	0,70 м	Свыше 85
1,40 м	„ 21	1,50 м	„ 18
1,50—3,40 м	„ 4	2,40—3,50 м	„ 2

Это явление находится в соответствии с условиями возникновения залежей диатомита. Диатомит образовался в виде сапропеля, богатого диатомовыми водорослями, в большом заливе Литоринового моря (3500—6000 лет тому назад), который был отделён от моря длинной косой в районе устья Наровы и Луги. В этом заливе некоторые места были повидимому особенно спокойны и тепловодны, вследствие чего там создались благоприятные условия для богатого размножения диатомовых водорослей. С течением времени в залив стал вноситься всё в большем количестве песок, — отчасти текучими водами, отчасти же ветром; залив тем более овладевал свободными песчаными поверхностями, чем более отступало море вследствие векового поднятия суши. Содержание песка является, таким образом, признаком, зависящим от условий происхождения нашего диатомита, как и диатомитов вообще. Другой постоянной примесью к диатомиту является органическое вещество, что опять-таки согласуется с условиями возникновения диатомита как сапропеля.

О химическом составе диатомита получим представление из таблицы 34.

Таблица 34.

Химический состав диатомита с Наровы в процентах.

Состав	Образцы			
	I	II	III	IV
SiO_2	76,00	63,984	64,00	78,80
Al_2O_3 . . .	11,16	9,01	9,88	9,44
Fe_2O_4 . . .	3,15 } 14,67	4,77 } 14,52	3,65 } 14,20	1,84 } 11,69
TiO_2 . . .	0,25	0,55	0,45	0,32
Mn_3O_4 . . .	0,11	0,22	0,22	0,09
CaO	0,86	1,78	2,21	1,04
MgO	0,73	1,29	1,50	0,61
K_2O	2,15 } 3,40	2,36 } 3,94	} 4,67	} 3,08
Na_2O . . .	1,25 }	1,58 }	}	}
Потеря от прокаливания	4,57	13,87	13,42	4,78
Песку свыше	17	14	11	61

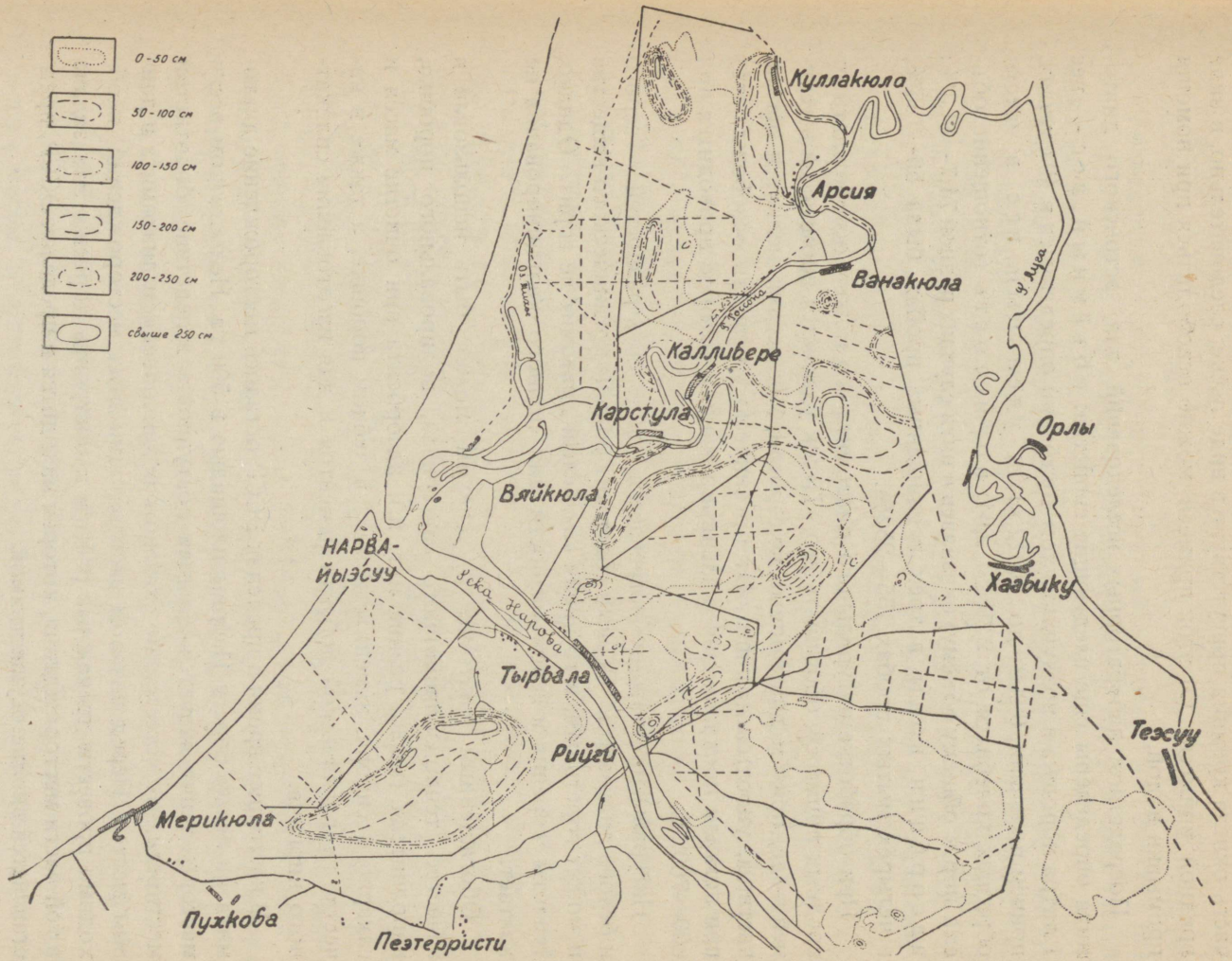


Рис. 10. Обзорная карта месторождения диатомита. Контурными линиями отмечены районы отложений диатомита и мощности слоя.

Химический состав ещё недостаточно характеризует прикладные свойства диатомита. Из вышеприведённой таблицы видно, что бóльшая часть окисла кремния присутствует в виде песка, следовательно, в виде вредной примеси. От этой примеси можно освободиться при помощи промывки водой.

Посредством лабораторных исследований для эстонского диатомита определены еще следующие свойства: объёмный вес — вес 1 литра порошка в воздушносухом состоянии определялся в 40 случаях, причём получали 0,202 до 0,822 кг/л; удельный вес в шести образцах колебался от 2,36 до 2,64; пористость (отношение объёма пор к общему объёму) оказалась в пяти случаях равной 74,7—84,3%; адсорбция воды в трёх неочищенных пробах была 56—155%, в четырёх мытых пробах 155—252%.

При обработке натурального диатомита его можно освобождать от вредных примесей, обогащать его. Песок удаляется промывкой в текучей воде, причём диатомовые водоросли, как весьма мелкие и лёгкие частицы, уносятся дальше. От органических веществ освобождаются при помощи прокаливания (кальцинирования), которое проводится при 600—700° С.

Натуральный диатомит встречается в виде двух разностей — серого и белого диатомита. Первый содержит больше органического вещества и может гореть сам, в то время как белый диатомит не горит. Однако, теплоты горения и серой разности для полного кальцинирования не хватает.

Обогащённый диатомит с успехом может быть использован в качестве теплоизоляционного материала, полировального порошка, наполнителя (мыло, резина и т. п.), адсорбента при очистке масел и сахарного сиропа, заменителя мела в зубном порошке, а также в качестве гидравлической добавки цементов и для изготовления силикатного кирпича.

В настоящее время в пределах ЭССР осталось месторождение диатомита на левом берегу Наровы площадью в 500 га. Недостатком всего месторождения является трудная доступность вследствие болотистой местности, что естественно связано с возникновением диатомита в данном месте. Перед началом эксплоатации этих месторождений необходимо провести дренажные работы и построить дороги. Эта задача в той части месторождения, которая находится в пределах ЭССР, представляется вполне осуществимой.

Д. Озёрный мел.

Как уже было выше указано, богатый минеральной частью сапропель может содержать столько глинисто-известкового осадка, что является мергелем и даже мелом; в таких случаях он носит название или болотного мергеля (когда содержит много глинистых веществ), или озёрного мела, который часто представляет собой весьма чистый карбонат кальция.

При возникновении богатого известью сапропеля большое значение имеет содержание извести во втекающих в водоём поверхностных водах, как и жизнедеятельность обитающих в водоёме растений. В богатой известью воде все зелёные водяные растения могут способствовать осаждению карбоната кальция вследствие того, что они ассимилируют из воды углекислый газ. Обеднённая углекислотой вода не способна удерживать в растворе карбонат кальция в такой концентрации, как это возможно в случае избытка углекислого газа. В результате выделяющийся осадок карбоната кальция покрывает растения корочками, которые с течением времени осаждаются на дно водоёма. Некоторые водяные растения, напр. харовые водоросли, особенно халькофильны и играют большую роль при возникновении известкового осадка. Ещё более способствуют его возникновению известковые водоросли, которые накопляют в своих тканях карбонат кальция.

Вследствие всего этого мы находим известковый ил или образовавшиеся из него мергель и мел в тех же условиях, как и сапропели: на дне озёр или в болотах под торфом. Такие месторождения известны во всех частях ЭССР. Примером может служить залежь мергеля в Кунда, которую цементный завод эксплоатировал в качестве сырья в первые годы своей работы. Найденные в этом мергеле кости рыб и костяные трезубы и удочки являются красноречивым доказательством, с одной стороны, того обстоятельства, что на этом месте в своё время был водоём, с другой же — что в этом водоёме ловил рыбу доисторический человек каменного века. Позднее залежи озёрного мела у Варангу эксплоатировались предприятием «Ээсти Крийт» для производства кормового мела и школьных мелков. Для тех же целей добывали мел около Тапа. В этих месторождениях имеются очень чистые (97% $CaCO_3$) осадки карбоната кальция, который после соответствующей промывки и измельчения может быть использован во всех случаях практического применения мела.

До последней войны им пользовались преимущественно, как кормовым мелом; в настоящее время к нему замечается большой интерес

с точки зрения малярного дела. Это объясняется тем обстоятельством, что другие залежи мела находятся либо за рубежом, либо же в отдалённых частях СССР, откуда транспорт представляет известные трудности. Бывший институт почвоведения и агрикультурной химии Тартуского университета предпринял обширные разведки потребности почв ЭССР в известковании. Работы были проведены главным образом в южных частях ЭССР и обнаружили большую потребность почв в известковании почти повсюду в разведанных районах. Эту потребность могли бы удовлетворить залежи озёрного мела и мергеля, распространённые весьма широко. Исследования вышеназванного института продолжаются и ныне институтами Академии наук ЭССР. По полученным сведениям, в тех же южных районах ЭССР обнаружены залежи мергеля и мела более чем в ста местах, представляющие богатый материал для удовлетворения потребностей земледелия. В качестве примера можно указать на залежь мергеля под торфяником Улила, которую было бы сравнительно нетрудно эксплоатировать, так как торфяные слои снимаются. Для земледельческих целей можно было бы использовать и самые незначительные залежи мергеля, имеющиеся в весьма большом количестве болот по всей стране, тем более что в большинстве случаев не требуется никаких особых приспособлений для добывания мела или его обработки.

Что касается чистого промышленного мела, то с ним дело обстоит иначе, т. к. здесь нужны обогащение и обработка. Учитывая настоящее состояние изучения озёрного мела, можно утверждать, что он несомненно будет найден в достаточных количествах для покрытия потребностей республики. Разведку и картирование его, систематически начатые в южной ЭССР, следует распространить на всю страну.

Е. Известковый туф.

Известковые осадки возникают не только на дне водоёмов, но нередко и там, где богатые известью подземные воды выходят на поверхность земли в виде источников. В южной части ЭССР, на склонах долин, нередко можно встретить небольшие бугры из известкового материала, однако не землистого, как мел, а кусковатого, хотя и весьма пористого и хрупкого. Этот т. н. известковый туф окружает часто ещё действующий источник, бьющий иногда на вершине бугра: осаждавшийся постепенно вокруг источника известняк заставил воду истекать постепенно всё выше и выше. Возникновение известкового осадка вокруг источников опять-таки обусловлено жиз-

недеятельностью различной флоры: некоторых видов мхов, водорослей, а также высших растений, отпечатки листьев и веточек которых мы часто находим в известковом туфе.

Практическое значение известкового туфа невелико. Единственное более значительное месторождение (оставшееся вне нынешних границ ЭССР) можно отметить на склонах Изборской долины, около деревни Малы, где имеются гнёзда известкового туфа до 5 м мощностью и площадью около 300 · 40 м². По приближённому расчёту запасы этого месторождения могут достигать 100 000 м³.

В сыром состоянии известковый туф мягок и легко обрабатывается, например, даже обыкновенной пилой, при помощи которой из него вырезают кирпичи. Эти кирпичи находят применение в окрестностях, главным образом, для кладки дымовых труб, где они оказывались пригодными и устойчивыми в течение ряда лет. Его применяли и для постройки домов.

В качестве стройматериала он, повидимому, пригоден лишь там, где требуется более лёгкий материал, не несущий большой нагрузки. Пористость туфа может при этом оказаться полезной в отношении лучшей теплоизоляции здания, для внутренних частей стены. Однако это же самое свойство делает его непригодным для сооружения внешних частей здания.

Ж. Болотная руда и охра.

В болотах и озёрах встречаются и отложения железистых соединений. Миграция этих соединений в грунтах, их растворение в одном и осаждение в другом месте, всё это — явления большого геохимического значения, которыми объясняется происхождение различных осадочных железных руд в более древних слоях. На территории ЭССР мы встречаемся лишь с послеледниковыми отложениями болот и озёр, имеющими к тому же ограниченное распространение.

Местами в болотах и болотистых местностях можно найти отложения окислов железа до полметра мощностью. Эти железистые слои являются либо землистыми в виде о х р ы, либо кусковатыми и пористыми в виде б о л о т н о й р у д ы. По химическому составу это — водные окислы железа, с примесью песка и других осадочных материалов. Содержание железа может достигать 50%, обычно же оно значительно ниже этой цифры.

При образовании этих отложений железа, с одной стороны, играют роль гуминовые кислоты, которые растворяют находящиеся в почвах

соединения железа и транспортируют их глубже. С другой стороны, грунтовые воды со своей колеблющейся поверхностью являются тем фактором, который способствует осаждению железа из растворов.

Таким образом окислы железа из окрестных минеральных грунтов сносятся в болотистые ложбины, где они осаждаются близ уровня грунтовых вод. Это осаждение происходит не только химическим путём, но и при содействии различных бактерий. В настоящее время болотная руда на территории ЭССР практически не применялась. Возможно, что ею пользовались в доисторическое время, но об этом нет достоверных данных.

Месторождения охры эксплоатировались. Одно такое месторождение расположено около местечка Лаура, другое находится недалеко от Пылтсамаа. Нет сомнений, что месторождения охры будут найдены и в других районах, и что потребности ЭССР в красках, приготовляемых из охры, вполне могут быть обеспечены местным сырьём.

Соединения железа в болотах встречаются и в виде вивианита (фосфорно-кислое железо), который может найти применение в качестве удобрения. Этим соединением до сих пор не пользовались.

Озёрная железная руда известна пока только из одного озера (Вагула), где она встречается на дне в виде гороховой и бобовой руды. Практического значения это месторождение не имеет.

ГЛАВА X.

Природные газы и нефть.

А. Природные газы.

В мае 1902 года у маяка на острове К е р и (Кокшер) приступили к бурению артезианского колодца. Из буровой скважины стал появляться газ, количество которого увеличивалось по мере углубления скважины. К концу года бурение прекратили. В апреле 1903 года заложили новую скважину, непосредственно рядом с первой. И здесь, с глубины в 27 м, появился газ; из более глубоких горизонтов газ стал выделяться извержениями, которыми выбрасывались промывные воды, куски глины и камни выше верха буровой вышки (8 м). Газ зажгли, причём над скважиной образовалось пламя в 4 м высотой. Бурение колодца приостановили на 115 м глубины, не получив воды. Выделение газа продолжалось непрерывно, и с 1906 года им стали пользоваться для освещения и отопления маяка и жилых помещений команды. Обсадную трубу снабдили клапаном, который автоматически открывался, когда давление газа превышало 3 атмосферы.

В мае 1912 года давление газа стало возрастать, так что клапан непрерывно стоял открытым. Приток газа настолько увеличился, что стал выбрасываться песок, которым было пробито колено газовой трубы, затем восьмидюймовое бревно и, наконец, крыша домика над скважиной. Вылетавшие камни падали на крышу маяка, высотой в 32 м. Гудение извержения было слышно при тихой погоде на 15—20 км. Временами ощущались подземные толчки, которые даже якобы отмечались сейсмографом Тартуского университета. После одного такого сильного толчка извержение газа прекратилось. В начале июня того же года геолог Б о г д а н о в и ч посетил остров для осмотра скважины и пришёл к заключению, что в нижнем конце газовой трубы образовался затор.

Впоследствии из самой скважины газ уже не выделялся, но в мелкой воде у берега острова можно было наблюдать появление пузырьков газа. Эти пузырьки пытались подвергнуть изучению как представители горного ведомства Эстонии, так и (в 1941 г.) геолог Ленинградского Нефтяного института, но взятия проб не удались. Осенью 1945 г. остров посетили руководящие работники Нефтяного института, которым удалось открыть газовую трубу скважины. Из трубы опять пошёл газ, хотя и не под большим давлением. В скважине оказалась вода с эмульсией жидкости, пахнувшей керосином.

О породах, пройденных при бурении, имеются весьма недостаточные сведения: известно лишь, что ниже 27 метров залегал «сухой песок с прослойками глины мощностью в 6—8 футов». Извержение газа выносило из скважины глину, песок и камни; среди последних были и «иматровские» камни, которые первично встречаются только в ленточных глинах.

Таким образом, на основании этих данных можно заключить, что остров Кери (Кокшер) вместе со своим подводным основанием до глубины свыше 100 м, т. е. более чем на 10 м глубже морского дна вблизи острова, состоит из четвертичных отложений. В этих четвертичных отложениях, кроме морены в собственном смысле, залегают повидимому флювиогляциальные пески и ленточные глины. Газы имеют возможность скопляться в порах песков, но сравнительно мощный слой глины не позволяет им проникнуть на поверхность земли. Однако происхождению газов сведения, собранные на острове Кери, не дают никакого объяснения.

Горючие газы появляются на поверхность земли не только на острове Кери, но и на других близко расположенных островах — Прангли, Акси, Рамму и Койпси, а также в различных местах по берегам залива Ихасалу.

Имеются сведения, что газы поднимаются со дна залива Ихасалу в таком количестве, что в соответствующих местах зимой образуется не обычный твёрдый, а рыхлый жёлтый лёд. Иногда же подо льдом собираются газы, которые можно выпустить через пробитое во льду отверстие и зажечь. Площадь, на которой наблюдается появление газов, определяется в 600 км². Этим, однако, не ограничиваются газовые месторождения на севере ЭССР. Имеются сведения о выделении газов из прибережной воды в районе Вийнисту.

Считаясь с этими данными, некоторые заинтересованные лица (во главе с А. Эриком) пробурили в 1924 г. на острове Прангли скважину, из которой с разных глубин происходили извержения горючего газа.

По данным бурового мастера разрез скважины был следующий:

мелкий песок	— 1	фут,	
грубый гравий	— 6	„	
твёрдая каменистая глина	— 40	„	
мягкий песок	— 19	„	
твёрд. камен. глина	— 18	„	
грубый гравий	— 2	„	
твёрдый глинистый гравий	— 37	„	— I газ 84′ (=25,6 м),
мягкий песок	— 3½	„	— II газ 123′ (=37,6 м),
глина	— 5½	„	
„	— 7	„	
мелкий песок	— 9	„	— III газ 139′ (=42,6 м)
всего	148	футов (= 45,15 м).	

Ниже залегают глины.

«Твёрдую каменистую глину» и «твёрдый глинистый гравий» в этом разрезе следует считать глинистой мореной, в то время как слои песка и гравия между ними являются флювиогляциальными отложениями. Каковы глины, до которых доходит скважина, а также глины и песок в её низах, не выяснено; возможность, что залегающая ниже скважины глина является кембрийской «синей глиной», исключена, т. к. на широте острова Прангли нижняя поверхность «синей глины» не может лежать глубже, чем на 10—15 м ниже уровня моря.

Извержения газа из скважины на Прангли, по сообщениям очевидцев, в начале были весьма бурными, — из скважины выбрасывалось буровое снаряжение, но через несколько дней извержение газа улеглось. Давление газа и бурность извержения увеличивались по мере углубления скважины.

Таблица 35.

Химический состав газа острова Прангли (по д-ру Фрей в Гамбурге).

Состав газа	Образцы	
	I	II
CO_2	1,3%	1,5%
C_mH_n	0,3%	0,3%
O_2	—	—
CO	0,8%	0,7%
H_2	—	—
CH_4	95,1%	95,8%
N_2 и инертные газы	2,5%	1,7%
	100,0%	100,0%

Химический состав газа (по д-ру Фрей в Гамбурге) указан в таблице 35.

Очень близок к предыдущему состав газов, выделяющихся из прибрежной воды моря (анализы д-ра А. Лаур в Тарту, см. табл. 36).

Таблица 36.

Состав газа	Образцы	
	I	II
CO	1,2%	1,5%
C_mH_n	0,2%	0,3%
O_2	0,3%	0,3%
CO	0,6%	0,7%
H_2	—	—
CH_4	94,5%	95,0%
N_2 и инертные газы	2,0%	3,0%
	98,8%	100,8%

О составе газа из скважины Кери в литературе приводятся данные анализа Г. Винклера: 79% CH_4 и 20,8% H_2 (в другом месте 70% CH_4 и 20,8% H_2); эти данные однако явно ошибочны. Анализы взятых в 1945 г. проб, вероятно, внесут окончательную ясность в этот вопрос.

Кроме горючих газов, в этом же районе отмечено появление и негорючих. Прежде всего следует назвать колодец Колиотса у пристани Улгасе, из которого непрерывно выходит газ следующего состава (анализ The Helium Company USA):

N_2 — 99,02%,
Ar и Ne — 0,6%,
CO_2 и других примесей — 0,38%.

Разрез и глубина колодца Колиотса неизвестны. Установлено лишь, что он входит в кембрийскую «синюю глину» и, вероятно, проникает в залегающие ниже песчаники. Таким образом, этот газ может происходить только из кембрийской «синей глины» или указанных песчаников.

Второй колодец в этом районе, также выделяющий газы, пробурён в Пирита в 1928 г.; он имеет следующий разрез:

0,0 — 2,0 м — песок и гравий,
— 18,5 „ — серая глина с галькой,
— 37,0 „ — мелкий песок с торфом, вода, горючий газ,
— 43,5 „ — песок с гравием,
} четвертичные отложения;

— 55,8 „ — красный песчаник,
— 86,5 „ — жёлтый „
— 88,8 „ — грубый песчаник, вода, негорючий газ,
— 92,8 „ — песчаник —
} песчаники нижнего кембрия.

Как видно из этого разреза, газ появляется из двух горизонтов и имеет различные свойства. Состав негорючего газа очень сходен с составом газа из колодца Колиотса (анализ д-ра А. Лаура):

N_2	— 98,5%,
Ar и Ne	— 1,24%,
CO_2 и других примесей	0,26%.

(По другим данным N_2 — 98,8%; кроме того ещё кислорода 0,2%.)

О горючем газе нет других данных, кроме того, что он появляется из четвертичных слоёв (по разрезу скважины). Негорючий газ выделяется из песчаников, залегающих под кембрийской «синей глиной». Это явление свойственно многим глубоким колодцам Таллинна и его окрестностей, которые питаются водой из указанных песчаников и выделяют негорючий газ. Так как относительно горючих газов островов Кери и Прангли на основании имеющихся данных можно утверждать, что они появляются из четвертичных слоёв, то вообще является вероятным, что горючие газы во всём районе связаны с четвертичными отложениями, а негорючие — с нижнекембрийскими песчаниками. Рис. 11 даёт схематический разрез через Финский залив, согласный с данными бурения.

В литературе неоднократно обсуждался вопрос о генезисе этих газов. С одной стороны, их приписывали вообще нижнему кембрию по аналогии с районом Ленинграда и с северным краем Алданского щита в Сибири (А. Эпик). С другой стороны, опираясь на данные, обнаруженные бурениями, находили возможным предполагать о возникновении горючих газов и в четвертичных отложениях. Так, уже А. Миквиц по поводу извержения газа на Кери высказывал предположение, что край материкового льда перед глинтом нагромоздил здесь интергляциальные органические остатки, при разложении кото-

рых могли образоваться горючие газы. Опираясь на позднейшие наблюдения, действительно, можно утверждать, что в наносах перед глинтом встречаются слои торфа, как это видно из разреза колодца Пирита, а также колодца на острове Найссаар, пробурённого в 1916 г.

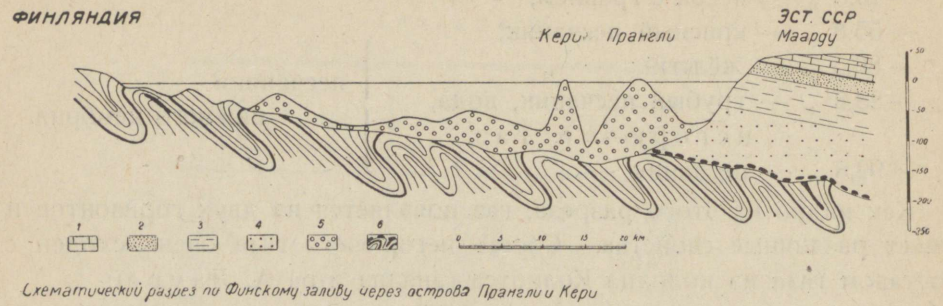


Рис. 11. Схематический разрез района природных газов Финского залива. 1 — плитняки ордовика; 2 — песчаники с *Obolus, Diplocraterion* и эофитоновый; 3 — кембрийская „синяя глина"; 4 — нижнекембрийские песчаники (Гдовские); 5 — четвертичные отложения; 6 — докембрийские кристаллические породы, наверху с конгломератом.

В последнем на глубинах 19,7—19,1 и 35,4—36,8 м отмечен песок с торфом. Но не только торф даёт при разложении метан: сапропель также может быть источником горючего газа. Иллюстрацией этого могут служить наблюдения, сделанные при бурениях в проливе Пакри около Пальдиски в 1941 г.: когда со льда, через слой воды в 40 м, проникли бурениями до 40 м в ил на дне пролива, не дойдя до твёрдого грунта, то из обсадных труб стал выходить горючий газ.

К этому можно добавить следующее. Накопился уже ряд наблюдений, говорящих о том, что в коренных слоях севера ЭССР встречаются глубокие рытвины (до 100 м глубины), заполненные четвертичными отложениями, а иногда, как показывает пример пролива Пакри, и сапропелями. Таким образом, имеются предпосылки к тому, что из наносов, в которых интергляциальные органические осадки могут играть известную роль, возникают горючие газы, в которых могут встречаться в небольшом количестве и тяжёлые углеводороды. Происхождение негорючих газов из нижнекембрийских песчаников, залегающих под «синей глиной», достаточно хорошо доказано. Появление инертных газов в этих слоях довольно хорошо мотивируется их возрастом, как и тем, что эти газы не имеют возможности рассеяться вследствие мощного покрова из «синей глины». В этом смысле имеется аналогия с буровым колодцем на Эланде, пробурённым в 1936 г. до

110 м, где из кембрийских слоёв выделяется газ, в котором содержится 60% азота и 1,4% других примесей.

Извержения горючих газов в ЭССР известны в более отдалённых районах, чем описанный. Так в 1937 г. оно наблюдалось при бурении колодца у Пюсси. Разрез скважины по данным бурового мастера был следующий:

0,0 — 12,2 м — мелкий песок,
— 18,6 „ — серовато-синяя глина, плотная и вязкая,
— 27,7 „ — грубый песок (1—2 мм) с мелким крист. гравием,
— 32,5 „ — твёрдая сухая серая глина, внизу более твёрдый слой в 0,12 м — I газ, после дальнейшего бурения в 0,10 м в твёрдом слое — II газ,
— 39,0 „ — серая глина, внизу более твёрдый слой — III газ (бол. интенс.),
— 44,2 „ — глина,
— 50,6 „ — плитняк, из-под которого появилась вода.

Проба газа, взятая недостаточно тщательно в баллон автомашины, имела следующее содержание (табл. 37).

Таблица 37.

Содержание газа у Пюсси (в процентах).

Вещества	% содержания	Пересчёт на газ без воздуха
CO_2	1,6%	0,20%
O_2	4,5—5,0%	—
CH_4	72%	96—97%
N_2	21%	1— 2%
Удельный вес	0,684	0,687

Хотя взятый образец неточен, всё же замечается сходство с составом горючего газа Прангли. По данным разреза видно, что газ появился из наносов, тогда как из описания вытекает, что он появился из глинистых слоёв. Это обстоятельство заставляет сомневаться в точности описания пород. Считаясь с глубинами и сравнивая их с данными района Кивиыли (на одной широте с Пюсси), можно определённо утверждать, что «плитняк» скважины, это — диктионемовый сланец и, таким образом, вода появилась из песчаников, залегающих под этим сланцем (IV горизонт грунтовых вод, см. гл. II, стр. 41).

Извержения горючих газов известны и на юге ЭССР. Так, при прорытии колодца хутора Кывер-Уйбо в вол. Пангоди наблюдалось извержение горючего газа, оказавшегося в основном метаном.

Колодцы гор. Вильянди также дают воду, содержащую негорючий газ, о составе которого данных, однако, нет.

Из этого обзора видно, что пока имеется основание говорить лишь об одном крупном районе природных газов в ЭССР на северо-восток от Таллинна, на площади залива Ихасалу и окрестных островов. Разведка этого района в настоящее время только начинается: не имеется ещё достаточно ясных представлений ни о генезисе этих газов, ни о их составе, ни о количестве.

Примером маяка Кери доказано, что эти газы могут иметь практическое значение.

Для пополнения всех этих пробелов нужны дальнейшие систематические разведки во всеоружии науки о газах.

Б. О возможности нахождения нефти.

Материал, на основании которого можно обсуждать вопрос о нахождении нефти в ЭССР, состоит 1) из наблюдений над горючими газами, 2) из находок асфальтита и 3) из данных о нахождении нефти в соответствующих слоях соседних стран. Вышеописанное месторождение горючих газов на северном побережьи ЭССР привлекает внимание потому, что газ содержит небольшое количество тяжёлых углеводородов, которые, как показывает недавняя находка в колодце Кери, в течение продолжительного времени могут конденсироваться в нефть. Кроме того, появление газов наблюдается на весьма обширной площади. Если допустить, что газы Вийнисту и Пюсси того же происхождения, что в Кери, Прангли и окрестностях, то мы имеем дело с площадью более, чем в 1000 кв. км, простирающейся на 140 км в широтном направлении. Выше мы склонялись к допущению, что эти газы связаны с четвертичными отложениями. Но это ещё не доказано. Можно считать решённым, что эти газы в прибрежном районе не имеют ничего общего с продуктами дестилляции диктионемового сланца, так как нет оснований принимать существование сброса, параллельного южному берегу Финского залива, к северу от которого мы нашли бы диктионемовый сланец (а может быть и кукерсит) погружённым на дно моря.

Происхождение газов из четвертичных отложений не говорит в

пользу сколько-нибудь значительных запасов нефти, так как в этом случае для образования нефти имелось бы мало времени.

Минералы, похожие на асфальтит, уже давно описывались в составе коренных пород Эстонии. Их находили в карьерах «синей глины» цементного завода Кунда и описывали среди слоёв кукерсита. Небольшими гнёздами они встречались во многих слоях ордовика и готланда, в полостях друз и т. д. Неоднократно упоминались такие находки с острова Хийумаа. Среди известняков яруса Райккюла в уезде Ляанемаа, особенно в карьерах Пуску и Унгру, а также в ярусе Сааремыйса, наблюдаются небольшие слои, богатые асфальтитом. Все эти находки количественно незначительны, однако они говорят либо за миграцию битумов, способных конденсироваться среди слоёв, уже отложившихся, либо за образование нефти и процессы конденсации во время образования этих слоёв, где-то по соседству с месторождением асфальтита. Поэтому их следует расценивать, как признаки возможного нахождения нефти. Подобные же находки асфальтита описывались и из соседней Ленинградской области; химический состав одной такой находки из Путилова очень похож на таковой наших асфальтитов. Непосредственнные находки нефти были сделаны в новейшее время на реке Поповке, где уже давно наблюдались сильные нарушения в нижнеордовицких слоях. Кроме указанных, имеются и косвенные аргументы: воды, выходящие из-под «синей глины», минерализованы и по своему составу (содержание брома и хлоридов кальция и магния) близки к составу вод, сопровождающих месторождения нефти.

Нижняя часть «синей глины» в Ленинградской области образована т. н. ламинаритовой глиной. Ламинариты (*Laminarites*) — это плоские ветвистые образования в промежутках между слоями; в настоящее время эти образования толкуют как сапропелит. Возможно, что где-нибудь в соседних районах этот сапропелит преобладает над глинами и, следовательно, создаёт предпосылки для образования нефти.

Признаки жидкой нефти были отмечены в начале столетия в Курземе (Курляндия), в мест. Шмарден, где коренными породами являются девонские слои. Это, на юг от ЭССР, — самая близкая точка, где наблюдались признаки нефти. В самой ЭССР в 1905 г. нахождение жидкой нефти было отмечено лишь в Ваймла на острове Хийумаа. С этой находкой в своё время была связана некоторая шумиха в газетах; в 1922 г. отдельные частные лица занялись выяснением этого вопроса и начали бурение, однако вскоре же прекратили свою деятельность, и о результатах ничего не было слышно. Комиссия, посетившая указанную

местность в 1920 г., также не сумела внести ясность в этот вопрос. В общем итоге, для территории ЭССР имеются только слабые признаки нахождения нефти. В литературе много писалось о диктионемовом сланце и кукерсите, как о породах, содержащих битумы, которые при более глубоком залегании могли бы быть источниками продуктов дестилляции как в виде горючих газов, так и в виде нефти. В настоящее время следует признаться, что более веские аргументы в этом направлении теряют силу или даже совсем отпадают. Так, мы видели, что диктионемовый сланец в вопросе о горючих газах на северном побережьи не имеет значения, и Каалиярв *, например, который некоторыми авторами считался кратером извержения газов дестилляции диктионемового сланца, оказался явно другого происхождения, а именно метеоритным кратером.

Нефть не всегда образуется на месте её нахождения: она может мигрировать на большие расстояния и накопляется там, где для этого имеются структурные предпосылки, а именно антиклинали с покрывающими слоями, непроницаемыми для газов и для нефти. Имеются ли такие структуры на территории ЭССР, — вопрос ещё мало выясненный. Выше, в первой главе, мы характеризовали залегание коренных слоёв, как вообще спокойное, с небольшим падением на юг, в котором наблюдаются лишь сравнительно слабые нарушения. К этому следует добавить, что более глубокие структуры вдали от северного побережья у нас совсем не обследованы глубокими бурениями. Разведками последних лет накоплены новые данные о мелких структурах на севере ЭССР, которые пока ещё недоступны и не могут быть сведены. Более крупных структур, предполагавшихся в районе Тамсалу—Ракке, при подробной съёмке не оказалось. В соседних областях были всё же установлены заметные антиклинали, напр. в девонских слоях у Пскова и на Зап.-Двине.

Если добавить к этому, что месторождение полиметаллов в ЭССР на границе готланда и девона обнаруживает явные признаки гидротермального происхождения, которые также говорят о нарушении в известную эпоху тектонического покоя, то следует признать, что имеются основания для выяснения всеми современными методами возможности нахождения нефти в ЭССР.

---

*) Кратер на острове Сааремаа.

ГЛАВА XI.

Металлические руды.

А. Магнитные аномалии в Эстонской ССР и месторождение железных руд.

При общей магнитной съёмке, которую производил Военно-топографический отдел на территории республики и в территориальных водах в 1931—1937 гг., были обнаружены магнитные аномалии в различных частях Эстонии, как, например, близ Йыхви, в проливе около острова Муху (Суур-Вяйн), около Тюри, в районе Лаэва и т. д. (см. карту IX — изогоны). Самая крупная из этих аномалий была обнаружена около Йыхви, где отклонение компаса на небольшом расстоянии изменилось от +40° до —19°, в то время как вертикальная составляющая магнитного поля достигла 0,668 *Г*. (ZR — региональная интенсивность магнитного поля в Эстонии колеблется между 0,482—0,472 *Г*; на северном магнитном полюсе она равна 0,634 *Г*. Таким образом, вертикальная составляющая магнитного поля в районе аномалии у Йыхви немного превышает эту составляющую на северном магнитном полюсе).

Сеть станций общей магнитной съёмки была довольно редка, вследствие чего съёмка не могла дать подробной картины районов отдельных аномалий. Однако с самого начала было ясно, что такая крупная аномалия могла быть вызвана присутствием в глубоких недрах магнитной железной руды. В связи с этим заинтересованными лицами было основано акционерное общество «Магна», поставившее себе целью подробно изучить эту аномалию. Прежде всего была проведена детальная магнитная съёмка, обнаружившая две вершины аномалии на расстоянии около 3 км друг от друга (см. рис. 12). На западной вершине решено было провести бурение. Считаясь с общим геологическим строением коренных пород, можно было предполагать, что рудное тело, являющееся причиной аномалии, расположено не в

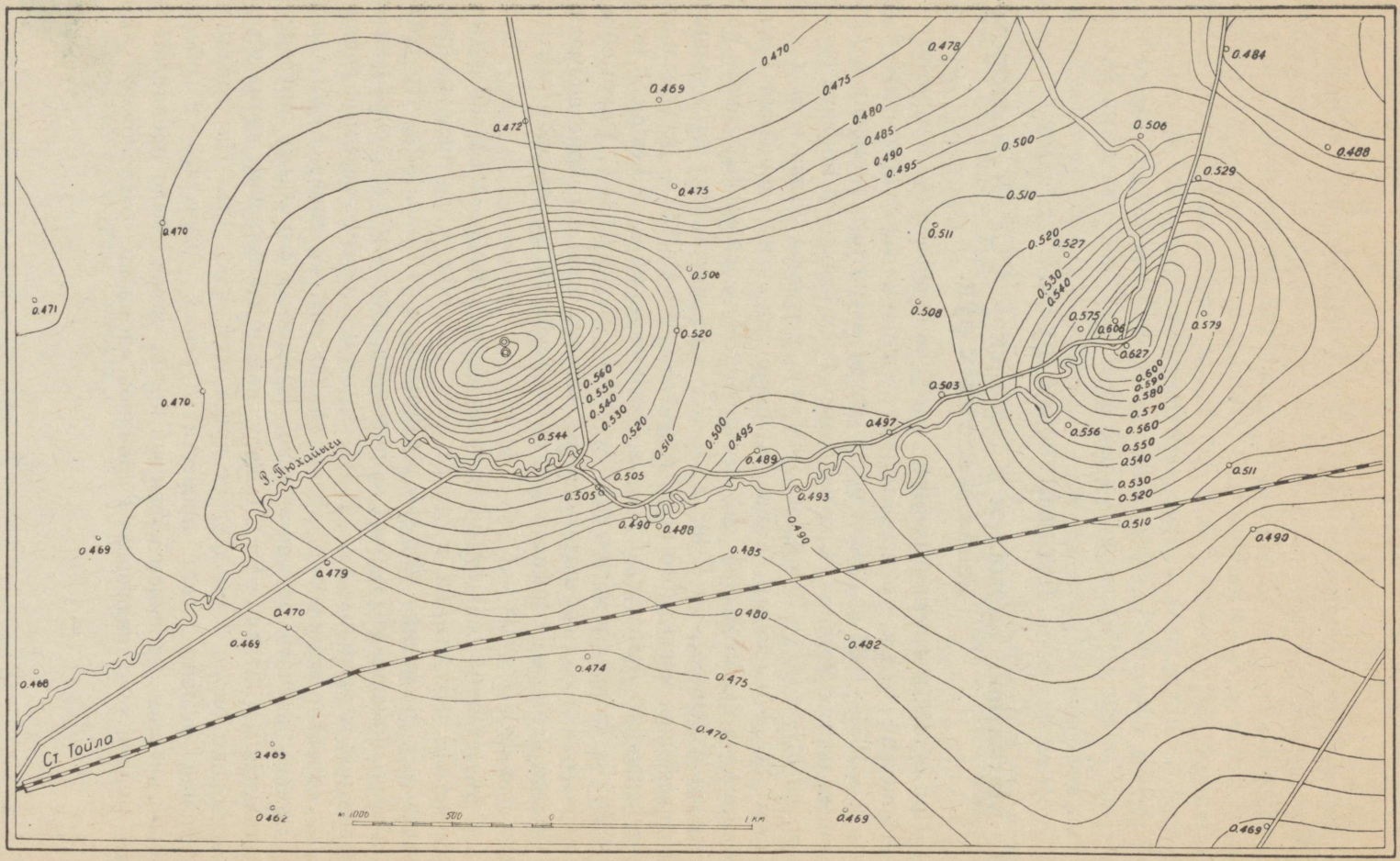


Рис. 12. Детальная карта вертикальной интенсивности магнитного поля аномалии около Йыхви (по А. Линари). Изолинии вертикальной интенсивности через 0,01 *Г*. Расположение двух глубоких скважин отмечено в центре западной вершины. Сравни карту № 8.

осадочных коренных породах, а в кристаллическом массиве, залегающем под осадочной толщей. В виду этого, для прохождения осадочных слоёв был использован ударный способ бурения, и кристаллические коренные породы были достигнуты на глубине 237,7 м.

Глубже продолжали прохождение скважины алмазным буром в 30 мм внутреннего диаметра. Верхние 20 метров бурили с большим трудом, так как порода оказалась сильно выветрившейся, трещиноватой, повидимому даже разделённой на валуны, в промежутки которых проникли суглинистые осадки. На глубине около 256 м признаки выветренности исчезли, и бурение могло быть продолжено без особых затруднений. Из-за недостатка средств бурение было прекращено на глубине 505 м.

А. Линари, изучавший этот керн, характеризует пробурённые породы следующим образом: «мы имеем здесь дело с комплексом гранитных пород, которые местами представлены в виде пегматитов и содержат магнетит в переменном количестве.

Пегматиты пронизывают этот комплекс на различных глубинах, и там, где они связаны со скарнами (в широком смысле этого слова), содержат и магнетит, в то время как собственно носителями руды местами являются, повидимому, скарновые породы, содержащие амфибол.

Главным рудным минералом этого комплекса пород является магнетит, наряду с которым имеется в значительно меньшем количестве пирит. Ещё меньше содержится в руде пирротина, а халькопирит встречается спорадически, в количествах, не имеющих практического значения.

По своему составу руда является слоистым магнетит-кварцитом, в котором слоями залегают гранаты, пироксены и амфиболы. Тектонически породы и руда сильно пострадали, что обнаруживается в складчатости слоёв и руды и в зеркалах скольжения. Результаты тектонического воздействия особенно сказываются на агрегатах мозаичного кварца, находящихся в магнетит-кварците, и на больших кристаллах полевого шпата в пегматитах.

Оставляя в стороне меньшие жилы руды, мы видим, что в настоящем разрезе представлены четыре более богатые магнетитом зоны на следующих глубинах:

содержание около 40% Fe, зона 2 м мощности в промеж. 368 и 370 м,
„ „ 27% „ 3 м „ „ 425 и 428 м,
„ „ 28% „ 28 м „ „ 434 и 462 м,
„ „ 28% „ 15 м „ „ 490 и 505 м.

Эти четыре зоны, вместе взятые, образуют в первой скважине залежь руды в 48 м общей мощности, которая содержит в среднем 28% растворимого в соляной кислоте железа, причём особенно интересно, что качество руды, повидимому, улучшается с возрастанием глубины. Это последнее наблюдение говорит в пользу желательности углубления скважины, для более точного выяснения характера залежи.

Наряду с этими более богатыми зонами железа, в данном разрезе можно установить и другие почти в каждом горизонте, за исключением осадочных пород и пегматитов, но содержание в них железа нигде не превышает 20%, напротив, оно в большинстве случаев значительно ниже этой цифры».

Руда содержит много двуокиси кремния (до 40% и больше). Содержание титана не превышает 0,3%. Содержание серы в среднем ниже 1%, но сильно колеблется в отдельных анализах. Фосфора очень мало в составе апатита, который устраняется при магнитном обогащении. Содержание меди в составе халькопирита незначительно: с возрастанием глубины оно повышается с 0,1% до 0,7%. Кроме того, в рудных зонах встречается цинк.

Химический анализ средней пробы руды:

Fe	— 31,15%	P	— 0,08%
Mn	— 1,62%	S	— 0,20%
SiO_2	— 41,83%	Cu	— 0,02%
Al_2O_3	— 4,17%	Ti	— 0,27%
CaO	— 2,41%	Zn	— следы
MgO	— 3,88%	O	— 11,75%
K_2O+Na_2O	— 0,42%	Влажность	— 0,45%
		Потеря при прокал.	— 2,26%
			100,51%

Растворимого в соляной кислоте железа в этой пробе было 28%, остальное является нерастворимым силикатным железом.

Опыты обогащения показали, что магнитная сепарация мокрым путём даёт хорошие результаты (концентрат содержит до 65.1% Fe, причём извлекается 85% всего железа; фосфор при этом отделяется). Для проведения этого метода руда должна быть измельчена до зёрен размером в 60 μ.

Вторая скважина была заложена вблизи первой, всего на 60 м севернее. Глубина этой скважины достигает 721 м, мощность осадочных коренных пород — 241,85 м.

Кристаллические породы являются здесь в общем такими же, как в первой скважине. И. К а р к, описавший этот керн, называет пройденные здесь породы главным образом гнейсами. До глубины 525 м эта

характеристика соответствует породе. До этой глубины содержание железа нигде не превышает 4—5%, по большей части оно меньше или равно нулю.

Глубже появляются породы с гранатом и амфиболом, и ниже 680 м — амфиболовые породы, содержание железа в которых достигает 31,5%. Среднее содержание железа в нижних 54 метрах, между 667 и 721 м глубины, равняется 25,6%.

М. Д. Кадырова, изучавшая эти керны позднее, характеризует вмещающие руду породы, как метаморфизованные и мигматизированные пегматоидным гранитом основные породы типа габбро, монцониты, представленные их гибридами, мангеритами и гранатитами, переходящими постепенно в гранато-пироксено-магнетитовые кварциты. Породы эти зажаты в гнейсо-гранитах, кордиерито-биотито-гранатовых, андалузито-кордиеритовых и силлиманитовых гнейсах, гнейсо-сланцах и мигматитах. Магнетитовые кварциты являются конечным продуктом метасоматических процессов при метаморфизме указанных пород.

Что касается генезиса руды, то он явно связан с теми докембрийскими метаморфическими породами, которые выходят на земную поверхность в Фенноскандии. По А. Эпику этот комплекс пород принадлежит к архейской системе свекофеннидов, которые распространяются в средней Швеции и южной Финляндии, тектонически сильно смяты и в различных местах содержат подобные нашим железные руды (Фалюн, Даннемора, Юссари, Ориярви). М. Д. Кадырова сопоставляет этот железорудный комплекс с архейским комплексом магнетитовых руд северной части Кольского полуострова. Эти два сопоставления достаточно хорошо совпадают в смысле определения возраста и генезиса залежи. Расценивая месторождение железной руды около Йыхви с прикладной точки зрения, прежде всего следует признать, что данных разведки ещё недостаточно. Ни та, ни другая скважина не проникают через рудное тело полностью, вследствие чего остаётся неясным, имеется ли на глубине ещё более богатая руда, или нет. Считаясь с интенсивностью магнитного поля и тем обстоятельством, что с возрастанием глубины руда повидимому становится богаче, можно предположить, что главные запасы железа находятся ещё ниже. Двух скважин к тому же мало для определения величины и формы рудного тела. Несомненно только, что руда залегает очень глубоко, и для добывания уже обнаруженной породы нужна была бы шахта в 500—700 м глубины.

Если же расценивать данное месторождение с точки зрения географического положения, то имеется ряд благоприятных обстоятельств:

близость моря (5 км от берега), близость разработок горючего сланца, около 50 км от ГЭС на Нарове. До Ленинграда — 200 км, причём сообщение вполне осуществимо водным путём. Кроме того, известно, что других рудных месторождений в такой близости к Финскому заливу не эксплоатируется. Все эти обстоятельства при известных условиях могут говорить в пользу решения приступить к добыче железа из указанного месторождения. В таком случае следовало бы, конечно, продолжать разведку, прежде всего углубляя имеющиеся скважины.

Что касается остальных магнитных аномалий в ЭССР, то очень вероятно, что и в некоторых других местах они вызываются скоплениями магнетита в кристаллическом докембрийском массиве. В особенности это имеет место в связи с аномалией в Суур-Вяйн. Поэтому для выяснения вопроса в целом надо было бы ещё в различных местах предпринять детальную магнитную съёмку, а при возможности и бурение скважин.

Б. Месторождение полиметаллов (свинца и цинка) в уезде Вильяндимаа.

В окрестностях местечка Выхма в уезде Вильяндимаа издавна находили кристаллы и сростки свинцового блеска (галенита, PbS) в обнажающихся здесь доломитах. По данным К. Гревингка, в шведское время эту руду собирали и выплавляли свинец. В литературе имеются сведения о разведках на руду в этом районе в течение XIX века дважды: в 1803 г. и в 1852—55 гг.

В 1803 году шурфовали и проводили канавы около Выхма, Кыо, Арусааре, Пааксима и Мааласти, в результате чего собрали 25 пудов (около 400 кг) галенита. Поводом для разведки было то обстоятельтсво, что местная помещица представила Горному ведомству в Петербурге довольно крупный образец галенита из окрестности Арусааре. Через 50 лет новые разведки были предприняты из-за недостатка свинца во время Крымской войны. Как в первом, так и во втором случае разведки были прекращены, так как находили лишь отдельные сростки галенита, распространявшиеся неравномерно в коренных доломитах. В 1931 г. инж. И. Рейнвальд по поручению Горного ведомства Эстонии произвёл разведку тех же месторождений. Он очистил часть оставшихся от прежних времён шурфов и провёл одну буровую скважину алмазным буром до 18,92 м глубиной. Результатом и этой разведки было заключение, что вблизи поверхности земли кристаллы и сростки галенита встречаются редко и беспорядочно в небольших пустотах доломитов и незначительными жилами.

Об этом месторождении накопились впоследствии дополнительные данные, с одной стороны, в результате углубления русла реки Навести со взрывными работами в коренных доломитах на протяжении 3,5 км от деревни Ялевере до хутора Юлга, с другой же стороны — благодаря съёмке четвертичных отложений в окрестностях Выхма.

Руда заключена в плитняках верхнесилурийских слоёв Адавере, представленных доломитами различной структуры. В типическом обнажении у Адавере это по большей части грубопористый, даже ноздреватый доломит, в пустотах которого имеются слабо или совсем не сцементированные кристаллы доломита. В других местах, напр. в некоторых обнажениях у Выхма, наблюдается сравнительно плотный и тонкозернистый, в свежем виде толсто-слоистый доломит. По большей же части доломит является грубокристаллическим.

Повсеместно в доломите встречаются кремнистые конкреции, которые в свежем виде имеют тёмный цвет, но быстро выветриваются; их поверхность приобретает светлую окраску, и они легко распадаются. Особенно замечателен вид доломита, обнажённый в русле реки Навести, в районе хуторов Паэмурру—Сакса—Юлга: это — брекчия, у которой на поверхности свежего излома обнаруживается двоякого вида порода, — с одной стороны, тёмносиний, разбитый на неправильные остроугольные обломки грубозернистый доломит, с другой стороны, более светлый, тонкозернистый доломит, окружающий и цементирующий обломки первого. В этом пёстром доломите часто встречаются скопления кристаллов сульфидов свинца (галенит PbS), железа (пирит FeS_2) и цинка (сфалерит ZnS), а также кремнистые конкреции. Все эти сульфиды и конкреции связаны светлой, цементирующей породой. Этот брекчиевидный доломит местами переходит в породу, похожую на конгломерат, где первичный тёмный доломит является в виде округлённых желваков различной величины, промежутки между которыми заполняет мергелистый материал. Трещины и пустоты наблюдаются в доломитах Адавереских слоёв довольно часто: они встречаются в каменоломнях, колодцах, канавах; при бурении скважины бур также не раз падал в пустоты.

Все эти наблюдения указывают на вторичные химические процессы в Адавереских доломитах. Принимая во внимание информацию о месторождениях полиметаллов в других странах, можно утверждать, что данное месторождение является г и д р о т е р м а л ь н ы м. Это значит, что сульфиды обязаны своим происхождением растворам, проникшим

из глубоких недр земной коры и глубоко видоизменившим первоначально осадившиеся доломиты.

Вблизи земной поверхности произошло выветривание, почему гнёзда галенита часто покрыты коркой белого церуссита ($PbCO_3$), а пирит окислился в гидроокиси железа. Вследствие этого доломит местами слегка окрашен в красноватый цвет.

Все эти явления можно наблюдать на весьма большой площади: брекчиевидный доломит встречается в углублениях русла Навести, у Лоопре, Арусааре, около хутора Кангро на реке Пылтсамаа, в волости Лустивере и даже около Курси в уезде Тартумаа.

Галенит чаще всего находили в районе Кыо—Выхма—Кулласааре—Мааласти, и в последнее время на реке Навести, в связи с производившимися там работами. Интересно , что буровые пробы скважины в гор. Вильянди на соответствующей глубине содержат обильные обломки галенита (устное сообщение проф. И. К а р к а). Таким образом, признаки оруденения и гидротермальных процессов имеют довольно широкое распространение.

Принимая во внимание возраст Адавереских слоёв и общую палеогеографическую обстановку, можно утверждать, что процесс оруденения имел место в конце верхнего силура, когда в Скандинавии возникали Каледонские горы. В связи с этим горообразованием и на периферии проявлялись интрузивные процессы, образование трещин, проникновение глубинных растворов и т. д.

Ввиду этого месторождение полиметаллов у Выхма нельзя считать совершенно недостойным внимания, несмотря на то, что до сих пор там мало находили руды. Галенит наблюдается почти везде в наших коренных известняках и доломитах в виде весьма мелких кристалликов, которые находили в нижнесилурийских слоях у Таллинна (Ласнамяги), при бурениях на горючие сланцы, в Раквереских слоях и в верхнедевонских известняках и доломитах у Изборска. Но во всех случаях это были совсем мелкие и редкие кристаллики в 1—2 $мм^3$, осадившиеся из обычных растворов. Генезис месторождения Выхма несомненно иной, и находки руды здесь значительно богаче. Поэтому и впредь необходимо заниматься разведкой этого месторождения. До сего времени эти разведки были поверхностными, ограничиваясь редкими случайными шурфами в 1—2 м глубиной. Если главные массы руды залегают глубоко и отдельными гнёздами, то они могут остаться необнаруженными и при бурениях, если скважины случайно не проникнут в места скопления руды.

Литература.

В нижеследующем списке литературы приведены работы, наиболее существенные с точки зрения материалов, охваченных настоящим трудом. Звёздочкой отмечены произведения, содержащие значительные списки источников. Перечень литературы приводится в порядке глав.

Глава I. (Основные черты геологии ЭССР).

1. *Асаткин, В. П., Объяснительная записка к листам 0—34, вост. пол. 0—35 (Рига—Таллинн). Геолог. карта СССР 1:1000 000. Геолиздат, 1944.
2. Хаузен, Х., Материалы к познанию четвертичных образований в русской Прибалтике. Фенния 34. Хельсинки, 1913 (нем.).
3. Орвику, К., Полезные ископаемые. Изд. «Лоодус», Тарту, 1933 (эст.).
4. *Рюгер, Л., Прибалтийские страны Эстония, Латвия, Литва. Справочник по региональной геологии (Handbuch der regionalen Geologie), т. IV, отд. 4. Гейдельберг, 1934 (нем.).
5. Шмидт, Фр., Ревизия восточно-балтийских силурийскихъ трилобитов вместе с геологическим обозрением восточно-балтийской силурийской области. Зап. Росс. Ак. Наук, т. XXX, 1881. (нем.).
6. Томсон, П., Табеллярный обзор аллювия Эстонии. Beiträge zur Kunde Estlands, т. I, 1939 (нем.).
7. Эпик, А., Брахиоподы протремата эстонского ордовицкого Кукрусеского горизонта. Acta et Comm. A. XVII, Тарту, 1930. (нем.).
8. Эпик, А., Лексикон по стратиграфии. Рукопись, 1939 (нем.).

Глава II. (Подземные воды).

1. Карк, И., Гидрогеология Эстонии по данным буровых скважин. Рукопись, 1940 (эст.).
2. Луха, А., Обзор бурений на воду в сланцевом районе. Рукопись, 1944 (эст.).
3. Орвику, К., Гидрогеология города Тарту, 1946 (эст. с русской сводкой).

Глава III. (Известняки и доломиты).

1. Юргенсон, Л. и Мэлс, Э., О минеральных стройматериалах в Эстонии, 1946 (эст.).
2. Орвику, К., Литология Таллинской серии, I. Acta et Comm. A. XXXVI, Тарту, 1940 (нем.).
3. Разведка известняков острова Сааремаа в 1927 г. Изд. Мин-ства торг. и промыш. Таллинн (эст.).

Глава IV. (Горючие сланцы).

1. Ансо, И., Глауконитовый песчаник и зола диктионемового сланца как калиевое удобрение. Тарту, 1946 (эст. с русской сводкой).
2. Ансо, И., Глауконит как источник калийных солей. Тарту, 1937 (эст. с русской сводкой).
3. Беккер, Г., Кукрусеские слои. Acta et Comm. A. II, 1. Тарту, 1921 (англ.).
4. Когерман, П., О химизме эстонского горючего сланца кукерсита. Тарту, 1931 (англ.).
5. Купффер, А., Химическая конституция балтийско-силурийских отложений. Архив природоведения, Тарту, 1870 (нем.).
6. Лутс, К., Эстонский горючий сланец кукерсит, его химия, технология и анализ, Таллинн, 1944 (1934) (нем.).
7. Маддиссон, О. и Оэнго, Х., Зола горючего сланца как цемент. Тарту, 1945 (эст. с русской сводкой).
8. Погребов, Н., Прибалтийские горючие сланцы, Сборн. Ест. Произв. Силы России, т. IV, вып. 20. Петроград, 1920.
9. Рейнвальд, И., Отчёты и разрезы буровых скважин в архиве ЦНИИП ЭССР. Таллинн, 1922—1940.
10. Альбомы государственного сланцевого комбината: 1928, 1933, 1938 (эст.).
11. Ряго, Наталия, К познанию эстонского диктионемового сланца. Acta et Comm. A. XIII, 9. Тарту, 1928 (нем.).
12. Таммекан, А., Разведка эстонского диктионемового сланца. Acta et Comm., A. V. Тарту, 1924 (эст.).
13. Винклер, Г., Геология Эстонии. Таллинн, 1922 (эст.).
14. Винклер, Г., Эстонский горючий сланец. Таллинн, 1930 (нем.).
15. Витлих, М. и Вешняков, С., К познанию эстонского горючего сланца, именуемого кукерситом. Acta et Comm., A. III. Тарту, 1922 (нем.).
16. Чимишкиян, Г., Средние разрезы рудников горючего сланца. Рукопись, 1940.
17. Эпик, А., Эстонский пирит. Рукопись, 1940 (эст.).

Глава V. (Фосфориты).

1. Луха, А., Отчёт о деятельности Геолог. Комитета за 1937—1939 г. Изд. Геол. Ком-та. Таллинн, 1940 (эст.)
2. Эпик А., Эстонский оболовый фосфорит. Изд. Мин-ва торговли и пром. Таллинн, 1929 (нем.).

Глава VI. (Залежи гипса).

1. Беккер, Г., Девон в окрестностях Изборска. Архив Природоведения, X. Тарту, 1924 (эст. с англ. резюме).
2. Рейнвальд, И., Отчёт о разведке гипса около Изборска в 1926 и 1928 г., Рукопись.

Глава VII. (Глины).

1. Болдырева, А. М., Химико-минералогическое исследование кембрийской синей глины с р. Поповки. Изв. Всесоюзн. Геол. Разв. Объедин., II, вып. 8, 1932.

2. Фростерус, В., О кембрийских осадках Карельского перешейка. Бюл. Геол. Ком-та Финляндии, т. 75, 1925 (нем.).
3. Кентс, П., Глубочайшие слои коренных пород Эстонии в Таллинне со старейшим ископаемым Эстонии. Ээсти Лоодус, № 4/5, 1939 (эст.).
4. Крузенберг, Э., Огнеупорные глины Эстонии. «Лоодусеваатлея», 1932 (эст.).
5. Пралов, В., Микроскопические, рентгенографические и химические исследования нескольких проб эстонской синей глины. Химия земли, XI, 1938 (нем.).
6. Саурамо, М., О ленточных глинах в восточно-балтийских странах с геохронологической точки зрения. Фенния 45, № 6, 1925 (нем.).
7. Эпик, А. и Крузенберг, Э., Разведки огнеупорных глин. Изд. Мин-ства торговли и промыш., 1925 (эст.).

Глава VIII. (Песок и гравий).

1. Орвику, К., Летучие пески. Тарту, 1931 (эст.).
2. Палмре, Г., Стекольные пески ЭССР. Тарту, 1946 (эст. с русской сводкой).
3. Рейнвальд, И., Белые пески и песчаники Эстонии. Рукопись, 1930.

Глава IX. (Торф, сапропели и другие озёрно-болотные осадки).

1. Майде, И., Эстонские лечебные грязи. Охрана природы II. 1940 (эст.).
2. Раудсеп, А., Торфяные болота ЭССР. Тарту, 1946 (эст.).
3. Сукачёв, Барашников и Бородина, Сапропель и его значение в сельском хозяйстве. Изд. АН СССР, 1943.
4. Томсон, П., Региональная история развития лесов Эстонии. Acta et Comm., A. XVII, 2. Тарту, 1929 (нем.).
5. Шлоссман, К., Эстонские лечебные грязи. Лондон, 1939 (англ.).
6. Энгельгарт, М., Результаты разведок доломита для а/о «Кирпичные заводы» осенью 1937 г. Рукопись (эст.).

Глава X. (Природные газы и нефть).

1. Бартелс, В., Месторождение природных газов Эстонии. «Петролеум», 1937 (нем.).
2. Досс, Б., О происхождении природных газов на острове Кокшере. Центральные известия по минералогии, 1913 (нем.).
3. Лутс, К., Об извержении газа у ст. ж. д. Пюсси. «Лоодусеваатлея», № 6, 1937 г. (эст.).
4. Оя, И., Природные газы в Эстонии. «Лоодусеваатлея», №№ 2 и 3, 1933 (эст.).
5. Оя, И., О распространении природных газов в Эстонии, их видах и генезисе. Там же, № 4, 1937 (эст.).

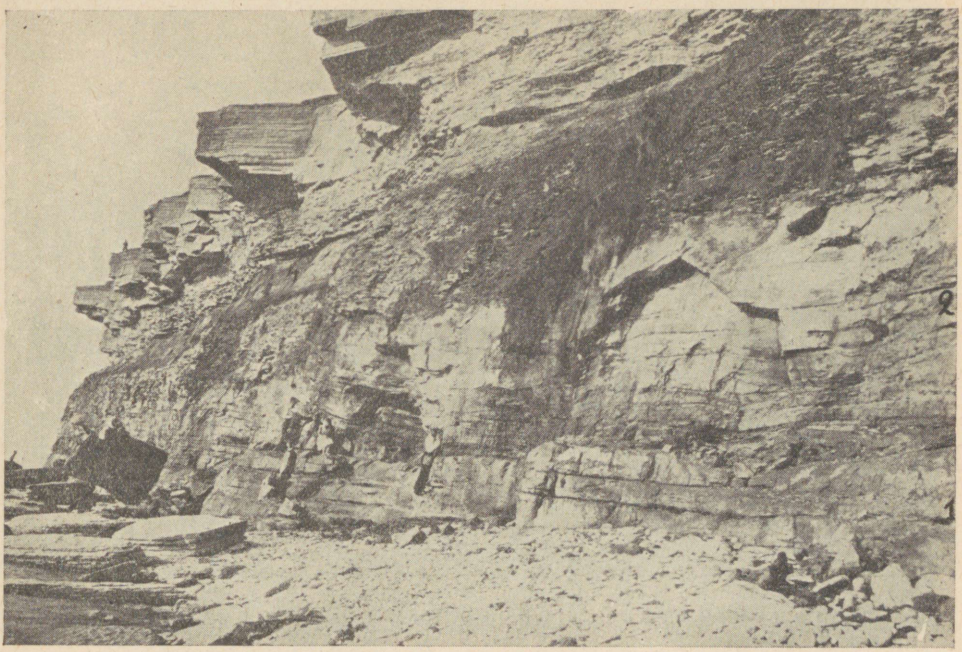
Глава XI. (Металлические руды).

1. Кадырова, М. Д., Докембрийское кристаллическое основание в Эстонской ССР. Тезисы доклада на конференции Ленинградского Гос. Ун-та в январе 1947 г.

2. Карк, И., Описание керна буровой скважины № 2 а/о «Магна» у Йыхви. Рукопись, 1940 (эст.).
3. Линари, А., Отчёт о глубоких бурениях у Йыхви. Изд. Политехн. Инст. в Таллинне. Сер. А, № 15, 1940 (эст.).
4. Орвику, К., Коренные породы уезда Вильяндимаа. Труды Геологического института Тартуского университета, № 47, 1935 (эст.).
5. Рейнвальд, И., Месторождение свинцового блеска в Вильяндимаском уезде, Рукопись, 1931.
6. Эпик, А., Магнитометрия и геология архейских коренных пород Эстонии. Рукопись, 1939 (эст.).

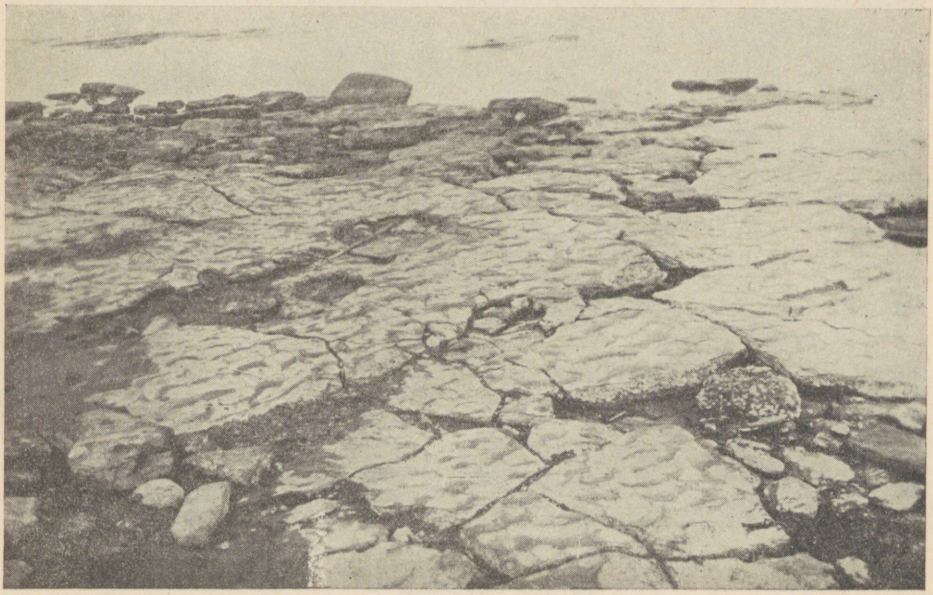
Фотоснимки.

I.



1. Вид глинта Пакерорт с запада. 1 — Диплократериевый (фукоидный) песчаник (Cm, A_1d); 2 — Оболовый песчаник (S, A_2); 3 — Диктионемовый сланец (S, A_3); 4 — Глауконитовый песчаник (S, B_1). Выше — нижнеордовицкие известняки. Обратить внимание на выступающие углы этих плитняков, образовавшиеся по диаклазовым трещинам. Ср. гл. I, табл. 1, гл. III и гл. IV.

Фото автора.



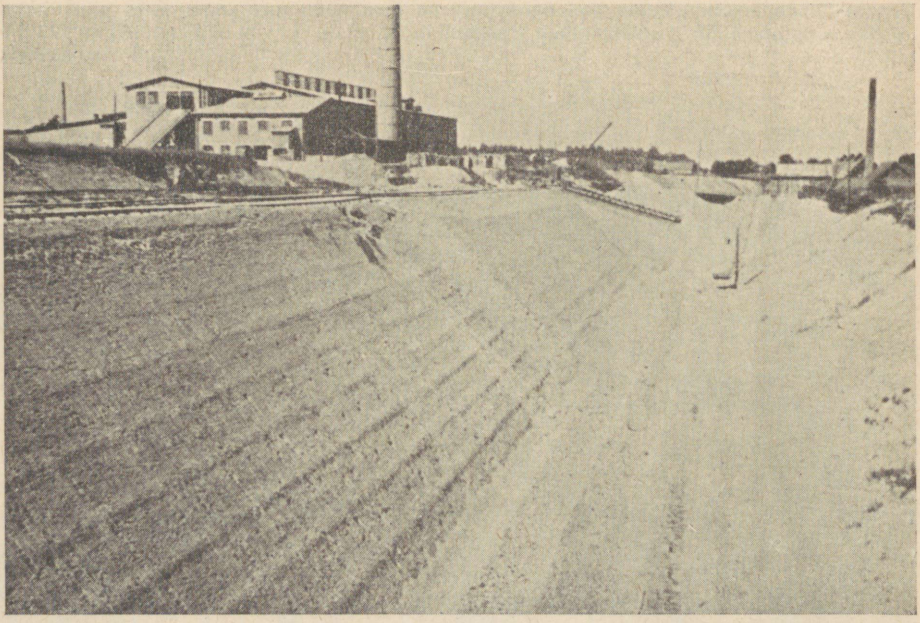
2. Поверхность пиритового слоя с волноприбойными знаками на берегу моря у Леетсе (северо-восточный берег полуострова Пальдиски). Ср. гл. IV, разд. Г.

Фото автора.



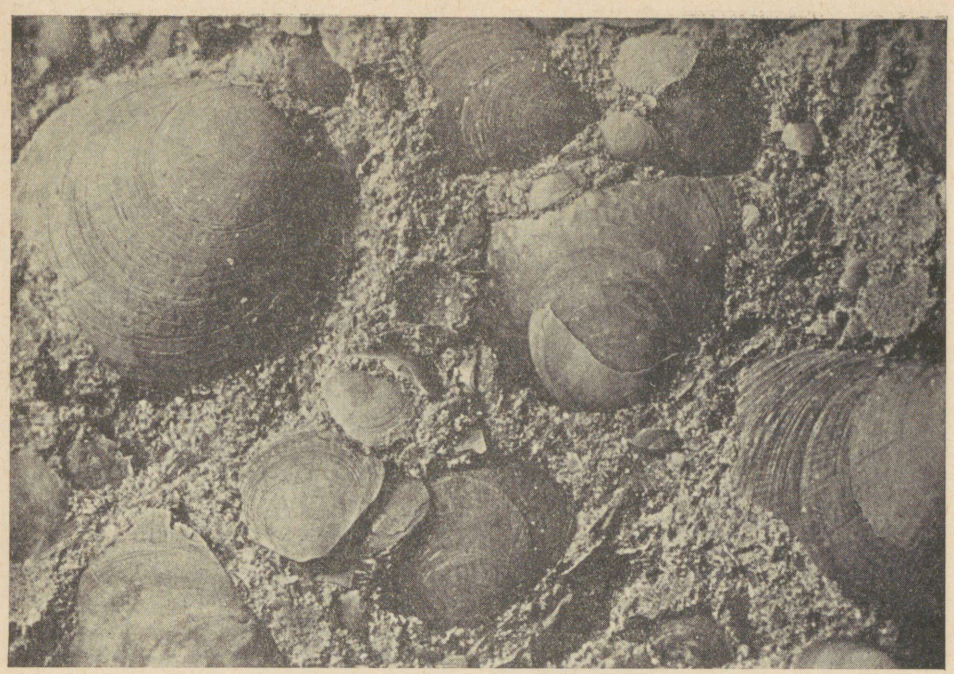
1. Контакт диктионемового сланца и оболового песчаника в разрезе Маарьямяги у Таллинна. Обратить внимание на распадение сланца при выветривании. Нижняя граница неровная с пиритовым слоем (р). Ср. гл. IV и V.

Фото автора

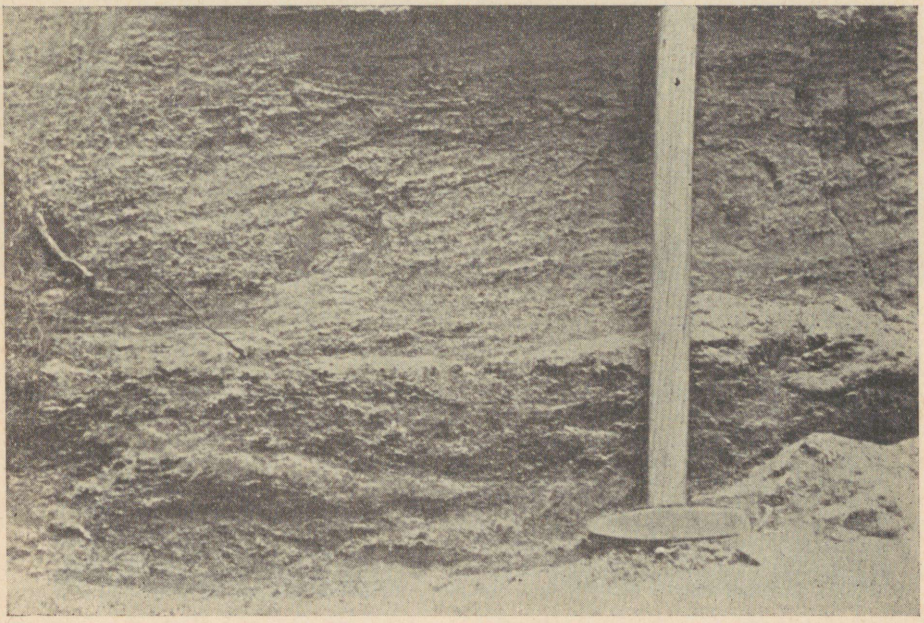


2. Карьер нижнекембрийской «синей глины» у Асери. Ср. гл. VII, разд. А.

Фото автора.



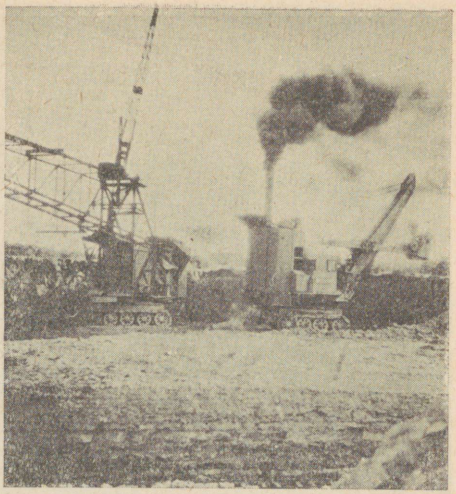
1. Накопление створок оболусов на поверхности конгломерата. Увеличение ок. 3 раз. Промежутки между створками заполнены песком и мелкими обломками створок. Ср. гл. V.
Фото Геолог. Лабор. Тартуск. Гос. Ун-та.



2. Обнажение оболового конгломерата у Валкла. Чёрные точки — створки оболусов. Внизу более богатая часть. Ср. гл. V.
Фото автора.



1. Бурение шпуров в руднике горючего сланца.
Фото П. Юкскюла.



2. Карьер горючего сланца в Кюттейыуд. Наносы удаляются при помощи экскаваторов.
Фото П. Юкскюла.



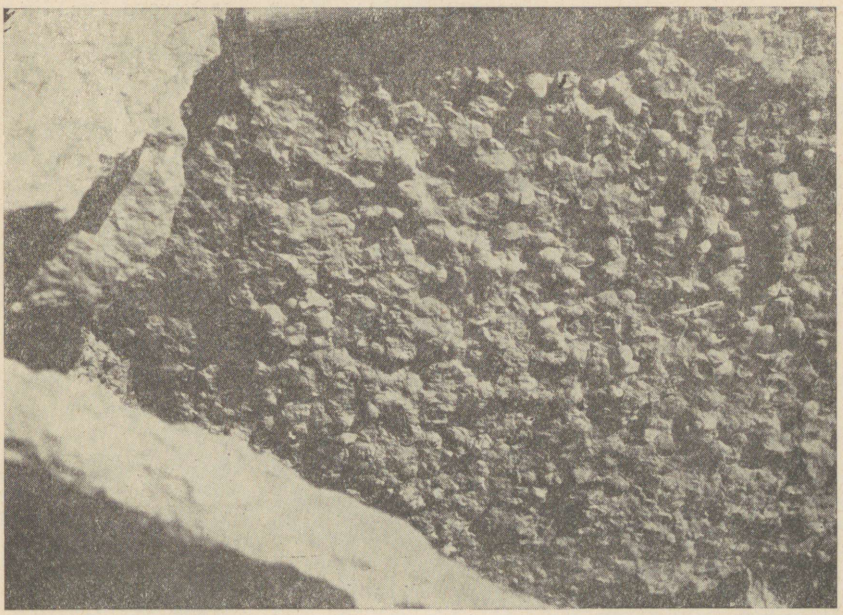
3. Разрез продуктивных слоёв горючего сланца в Кюттейыуд. Обратить внимание на переслаивание светлых слоёв известняков с тёмными слоями горючего сланца. Ср. гл. IV, разд. А.
Фото К. Орвику.



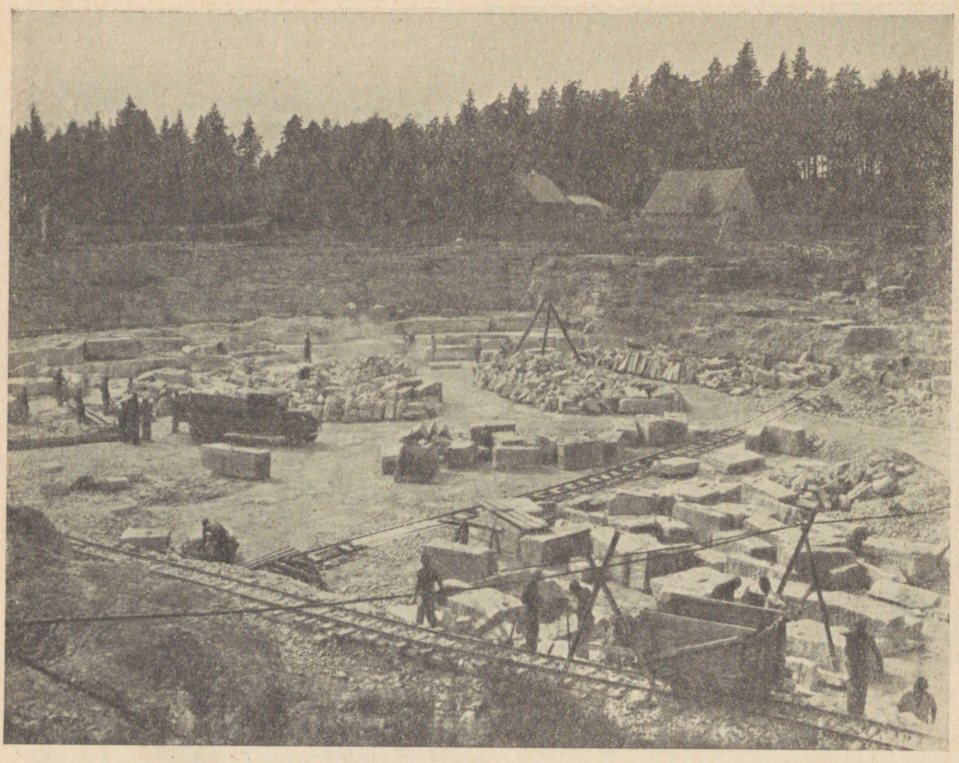
4. Транспорт лечебной грязи Суур-Лахта в Куресааре. Лечебная грязь — современный сапропель, горючий сланец — палеозойский сапропелит. Ср. гл. IX, разд. В.
Фото П. Юкскюла.



1. Поверхность куска горючего сланца с многочисленными окаменелостями (ветвистые мшанки, плоские трилобиты и брахиоподы). Ср. гл. IV, разд. А.
Фото Геолог. Лабор. Тартуского Гос. Ун-та.



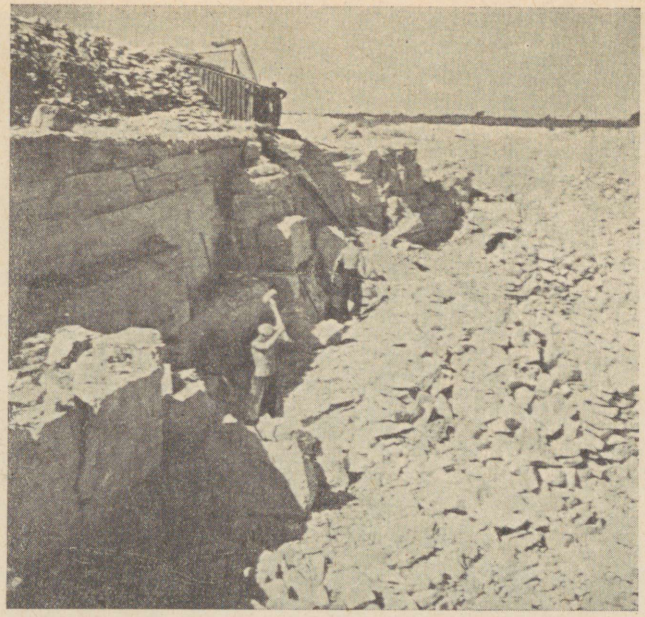
2. Поверхность известняка Тамсалуских (бореалисовых) слоёв с массовыми накоплениями *Pentamerus borealis* из карьера Киримяэ.
Фото К. Тейхерт.



1. Вид карьера Васалемма. Ср. гл. III.
Фото Геолог. Лабор. Тартуского Гос. Ун-та.



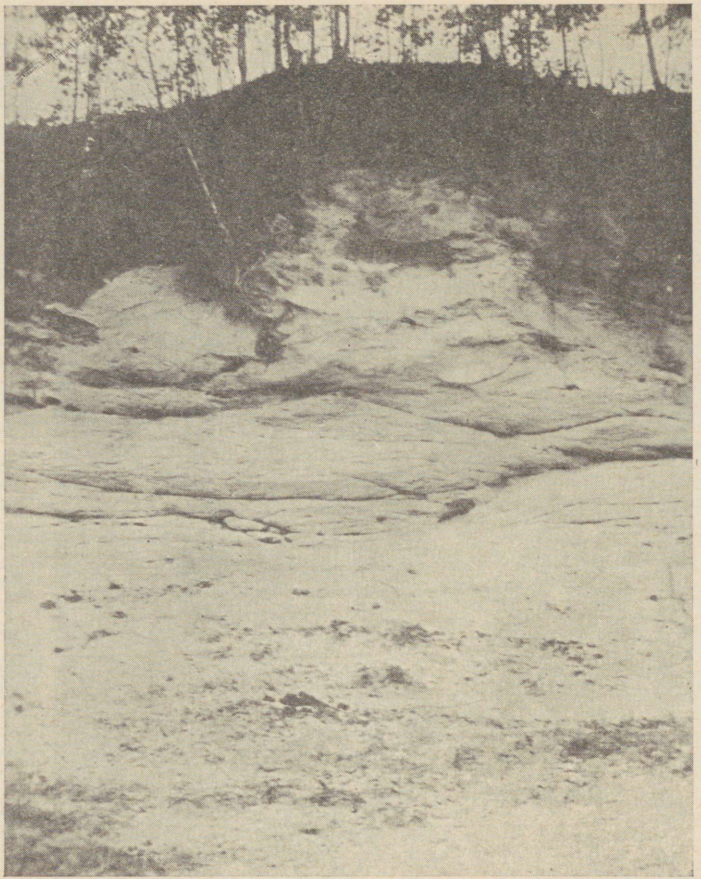
2. Вид карьера Куйгу (Каармаские слои). Обратить внимание на массивность доломитов и обтёсанные камни для дымовых труб. Ср. гл. III.
Фото автора.



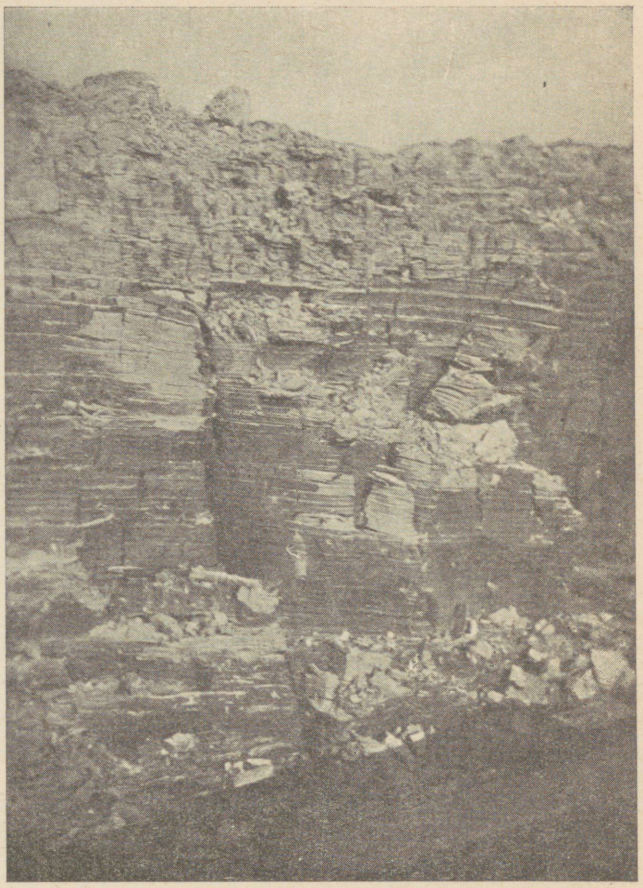
1. Вид карьера Яагараху. Ср. гл. III.
Фото П. Юкскюла.



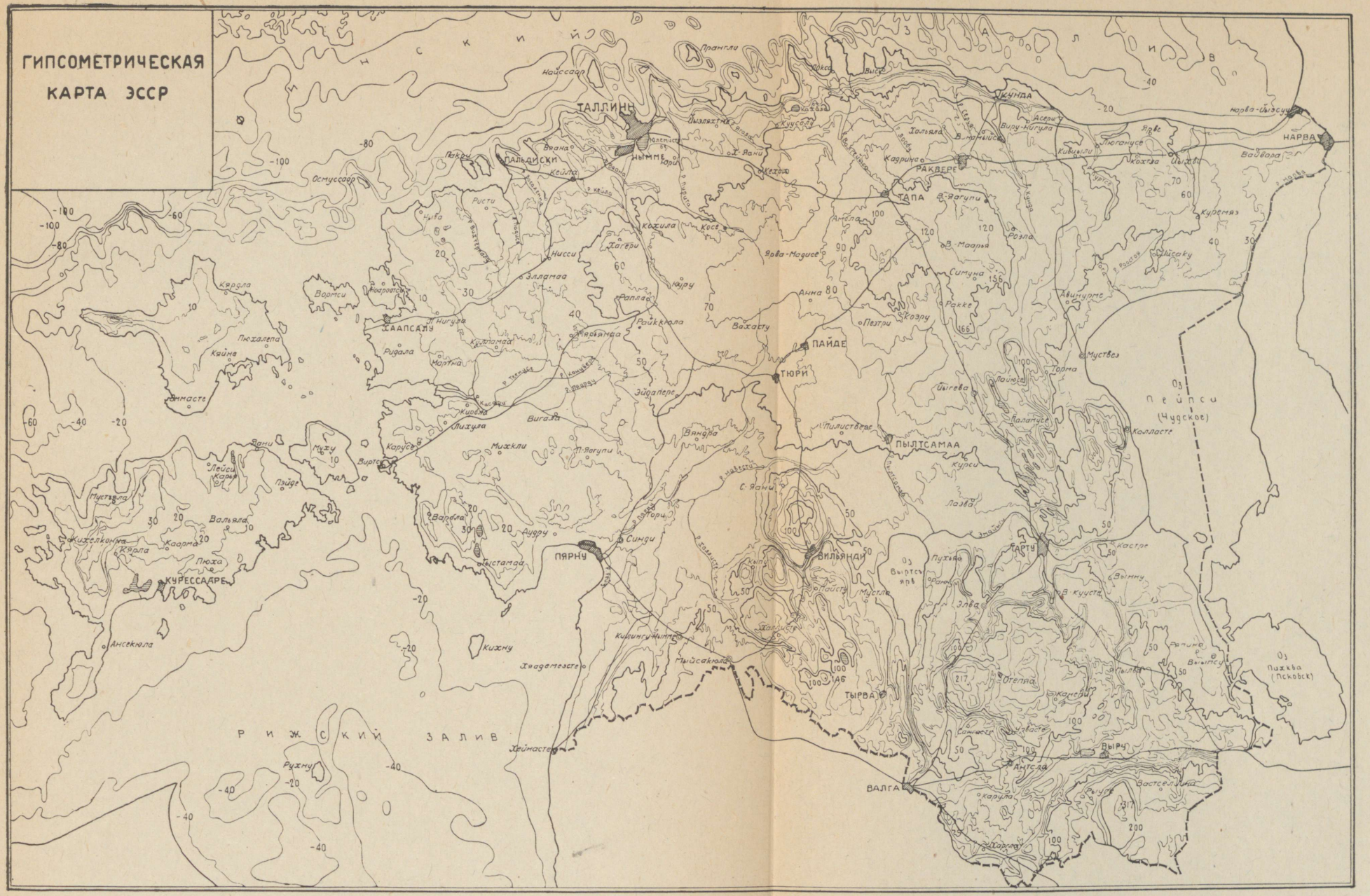
2. Карьер гравия Выльсимяэ у Выру. Косослоистый гравий ледниковой дельты. Ср. гл. VIII, разд. В.
Фото автора.



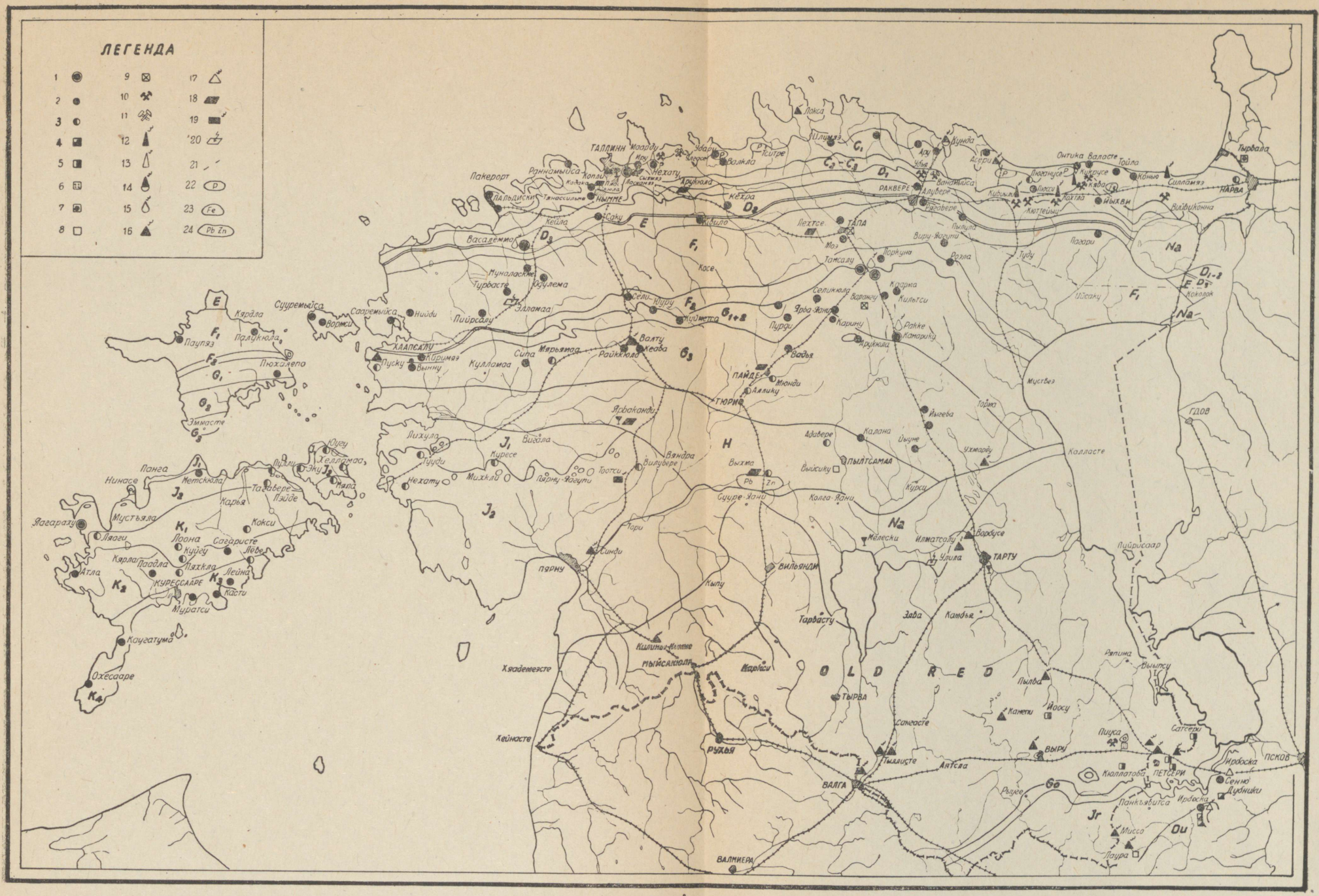
1. Обнажение стекольного песка в Таали на реке Пярну. Обратить внимание на косослоистый белый песчаник. Ср. гл. VIII, разд. А. Фото К. Орвику.



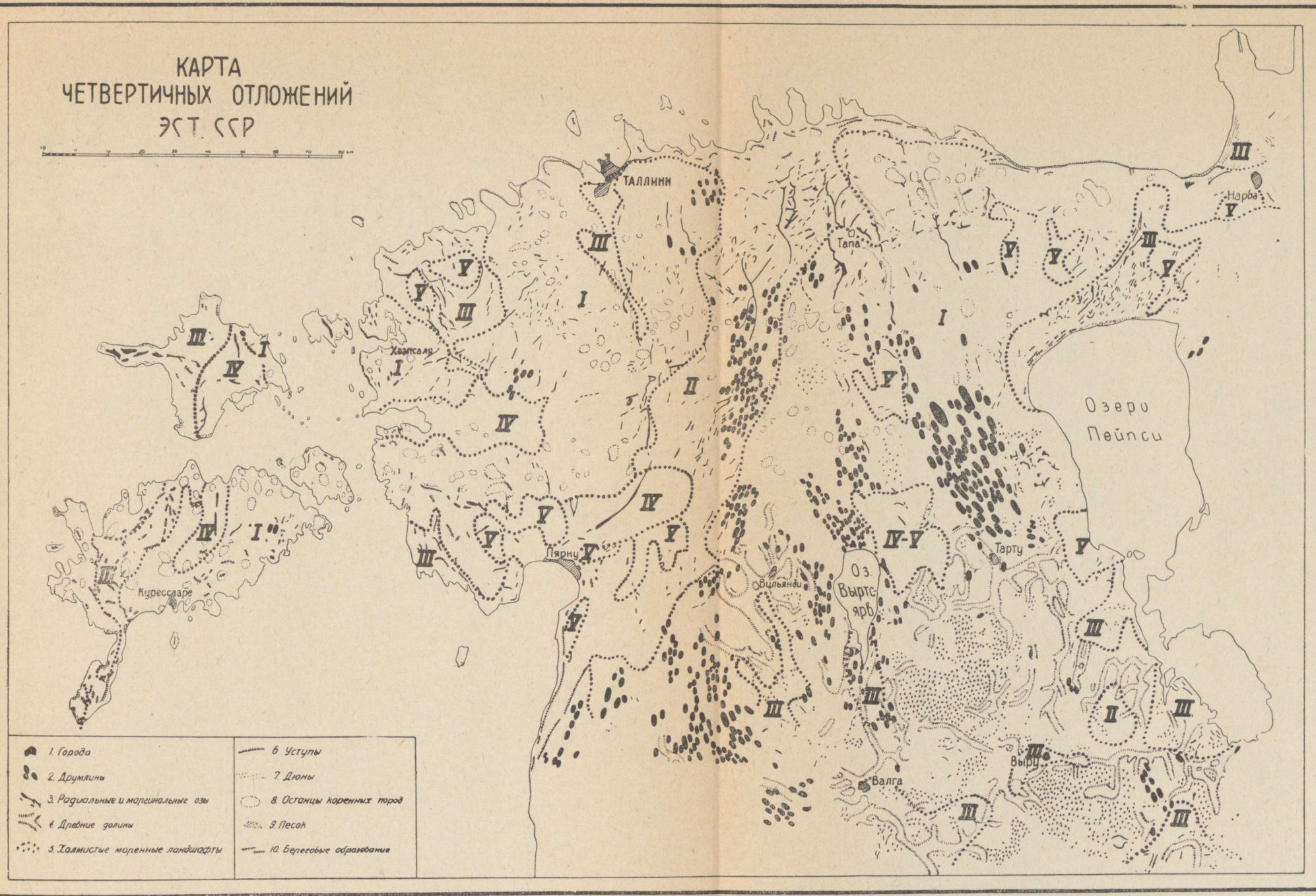
2. Разрез ленточной глины в карьере Турбанеэме, вол. Кынну. Обратить внимание на правильную тонкую слоистость. Ср. гл. VII, разд. В.



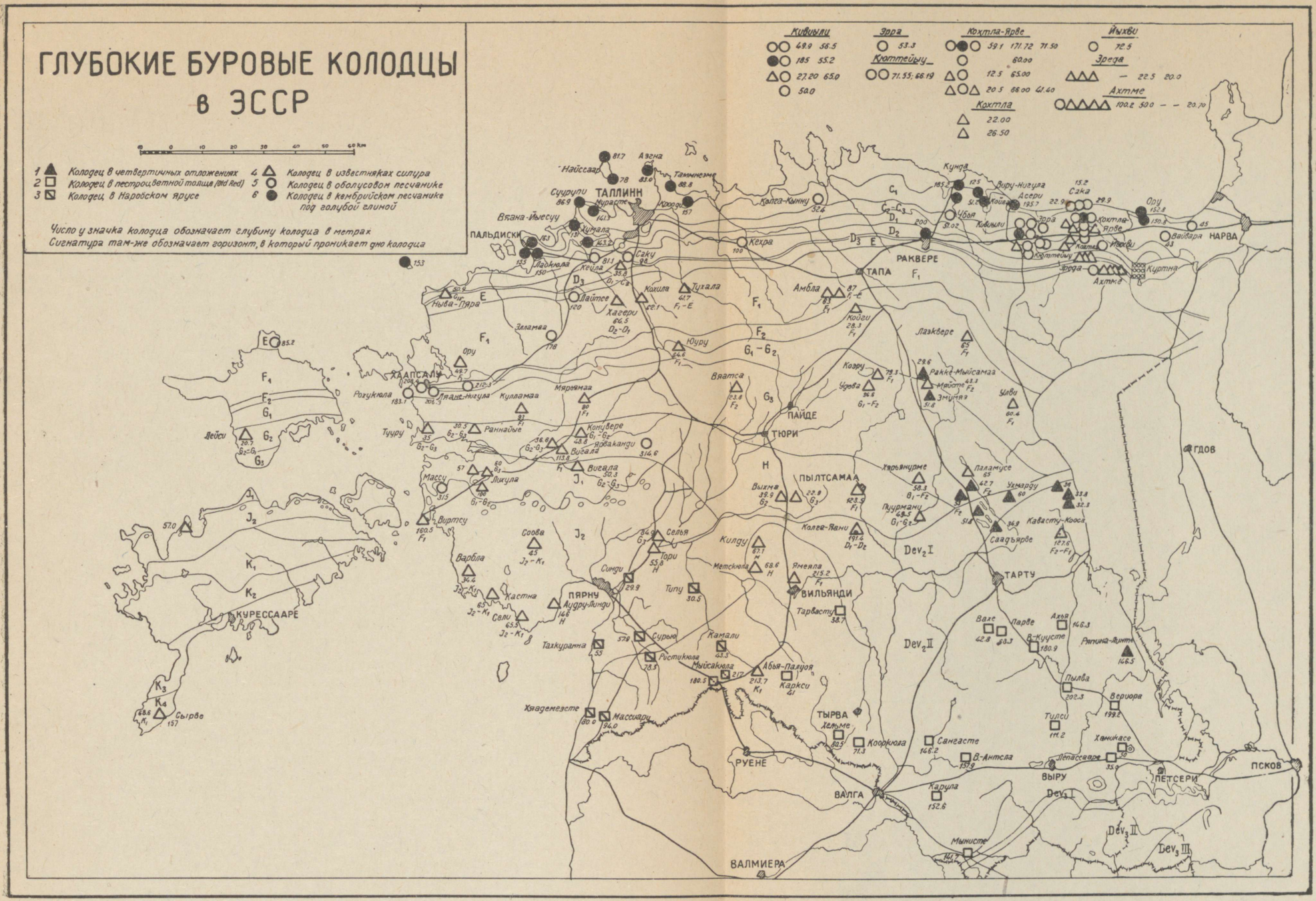
Гипсометрическая карта Эстонской ССР. Изогипсы через каждые 10 м до 100 м высоты, через 30 до 200 м высоты, выше через 50 м, 100 м, 150 м, 200 м, 250 м выведены жирной линией. Изобаты моря через 20 м.



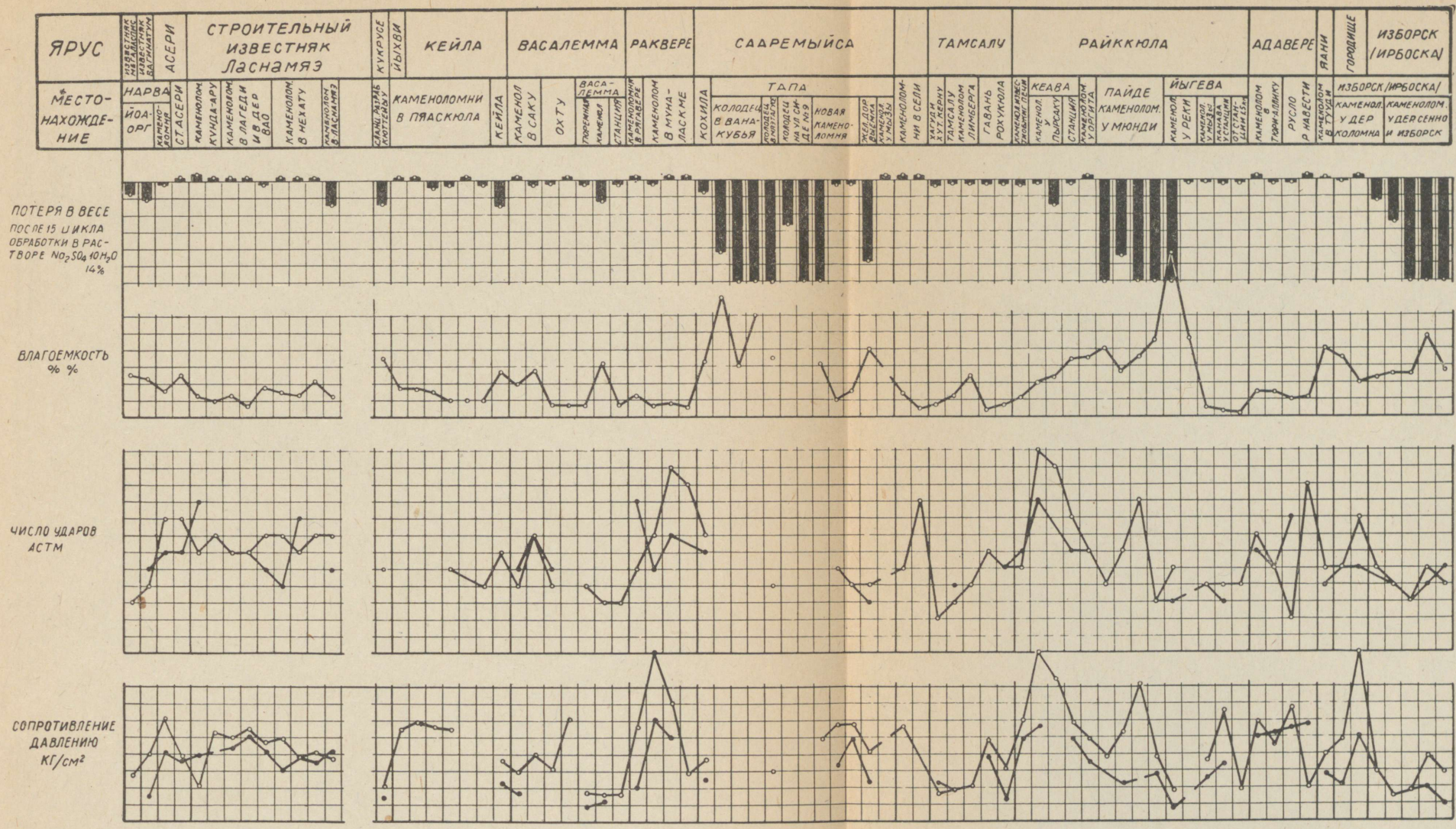
Геологическая карта коренных пород Эстонской ССР. Выходы слоёв отмечены теми же буквами, что и на сводной колонке (см. рис. 1). 1 — большая каменоломня; 2 — каменоломня в известняках; 3 — карьеры доломитов; 4 — карьеры гипса; 5 — месторождение трудноплавких глин; 6 — месторождение стекольных песков; 7 — месторождение диатомита; 8 — месторождение охры; 9 — месторождение озёрного мела; 10 — рудник действующий; 11 — рудник не действующий; 12 — сланцеперегонный завод; 13 — фосфоритовый завод; 14 — цементный завод Кунда; 15 — известковый завод; 16 — кирпичный завод; 17 — гипсовый завод; 18 — торфяные разработки; 19 — торфобрикетный завод; 20 — торфоэлектрическая станция; 21 — южная граница продуктивного района горючих сланцев; 22 — месторождение фосфорита; 23 — месторождение железной руды; 24 — месторождение полиметаллов.



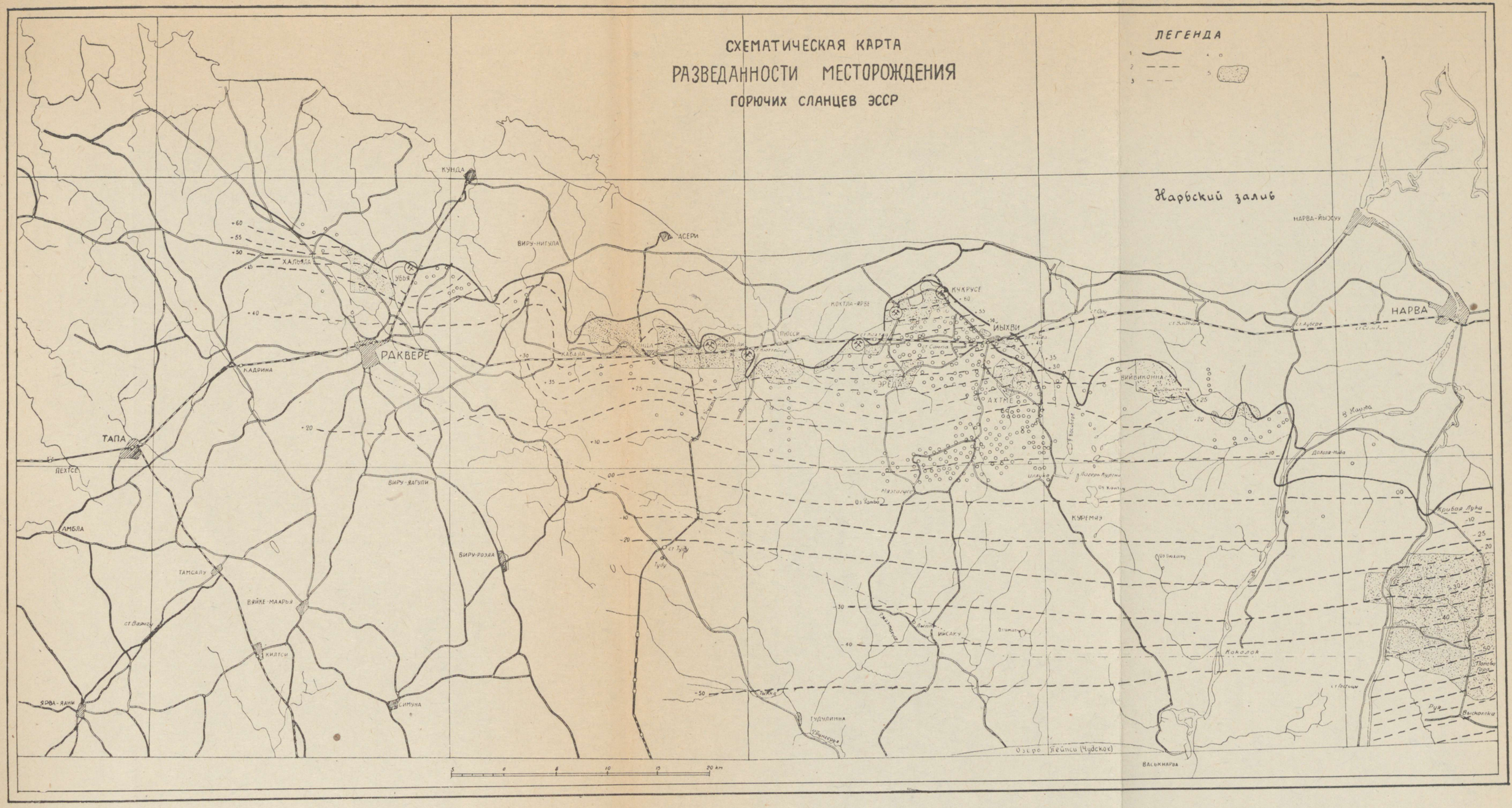
Карта четвертичных отложений Эстонской ССР. На карте отмечены ледниковые формы поверхности, останцы коренных пород и районы комплексов наносов. 1 — города; 2 — друмлины; 3 — радиальные и маргинальные валы; 4 — древние долины; 5 — холмисто-моренные ландшафты; 6 — уступы; 7 — дюны; 8 — останцы коренных пород; 9 — пески; 10 — береговые образования. I — главные районы донной морены; II — преобладающие районы песков и алевритов, отчасти заболоченные; III — крупные районы песков и галечников; IV — районы глин, особенно ленточных; V — крупные болотные комплексы.



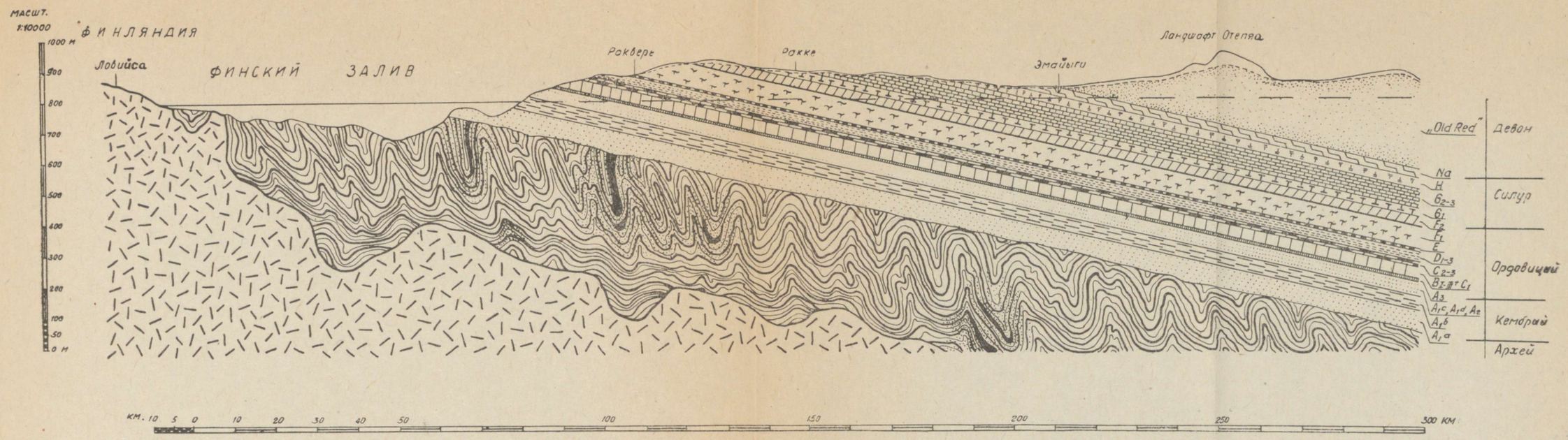
Глубокие буровые колодцы в ЭССР. Выходы слоёв отмечены теми же буквами, что и на сводной колонке (см. рис. 1, стр. 14). 1 — (чёрный треугольник) — колодец в наносах; 2 — (белый квадрат) — колодец в пёстроцветной толще девона; 3 — (белый квадрат с диагональю) — колодец в Наровских слоях девона; 4 — (белый треугольник) — колодец в плитняках силура; 5 — (белый круг) — колодец в оболовом песчанике; 6 — (чёрный круг) — колодец в лежачих песчаниках нижнего кембрия. Число у знака колодца обозначает глубину колодца в метрах. Знак слоёв там же обозначает предполагаемый глубочайший горизонт, до которого доходит колодец. При составлении использована карта глубоких колодцев И. Карка.



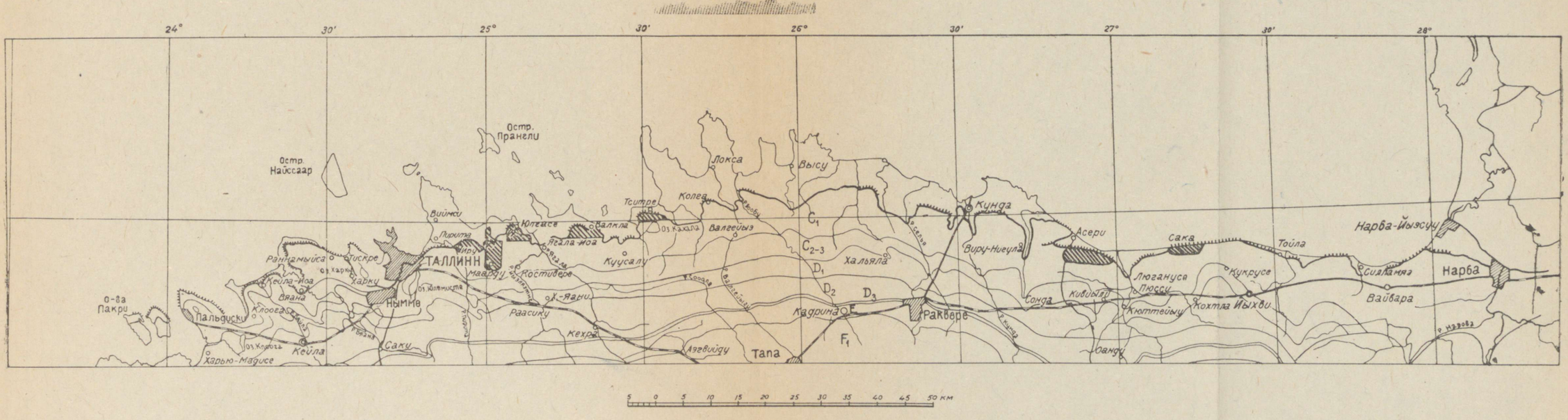
Карта-таблица результатов опробования известняков и доломитов (по Л. Юргенсону и Э. Мэлсу). Изображены результаты опробования большей части известняков и доломитов нижнего и низов верхнего силура, а также верхнего девона: 1) сопротивление давлению (в кв/см² — нижний ряд); 2) сопротивление удару (в системе АСТМ — следующий ряд: тяжесть в 2 кг падает на образец с высоты 1, 2, 3 и т. д. см; сопротивление удару выражается числом см, с высоты которых тяжесть разбила образец); 3) влагоёмкость (изображена в %% — третий ряд); 4) потеря в весе (после 15-кратного выпаривания с раствором глауберовой соли показывает выветриваемость: чем меньше потеря в весе, тем устойчивее порода против выветривания).



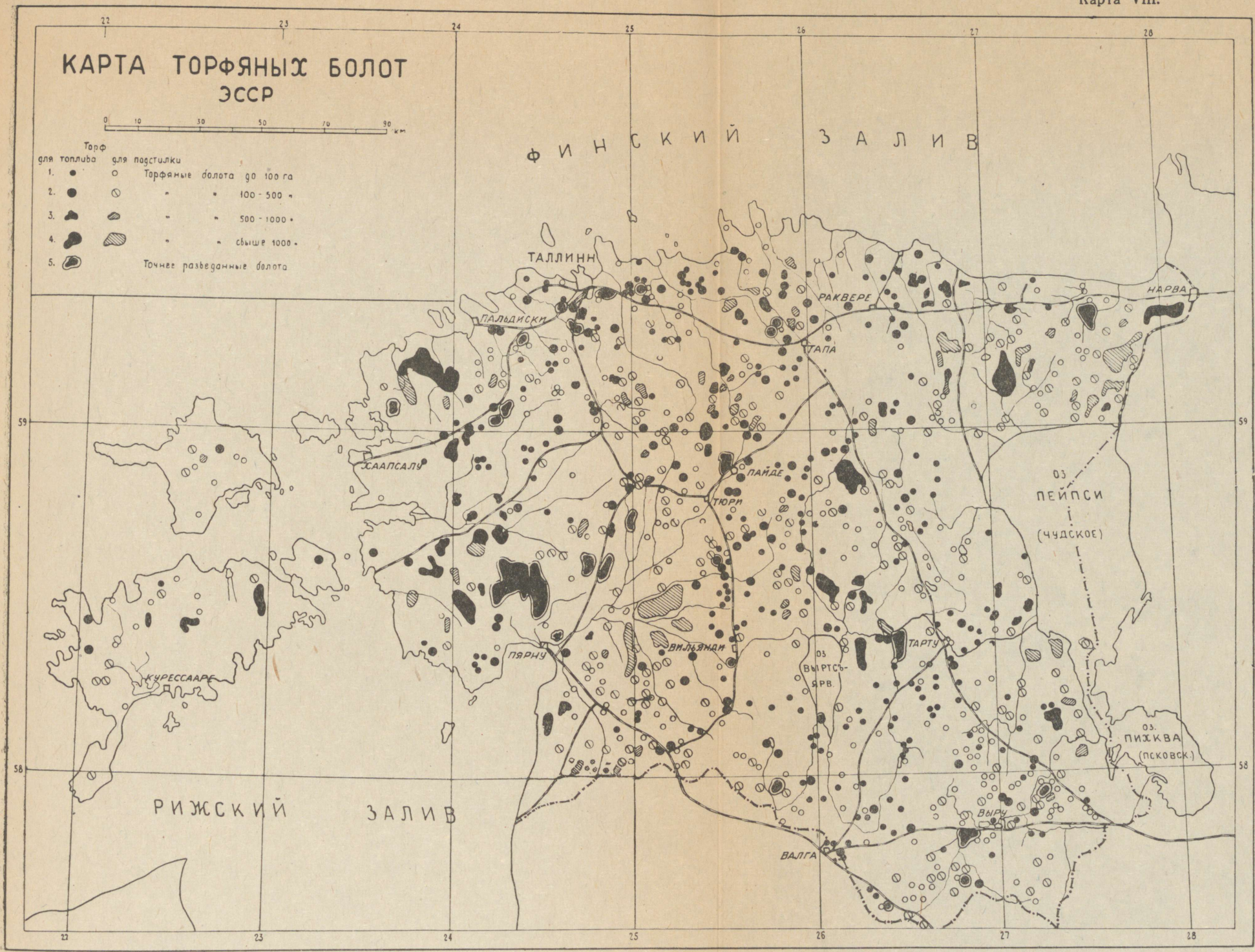
Схематическая карта разведанности месторождения горючих сланцев ЭССР с обозначением буровых скважин. 1 — северная граница выходов сланцев; 2 — изогипсы почвы сланцев; 3 — южная граница производственного сланца; 4 — буровая скважина; 5 — районы густой сети буровых скважин.



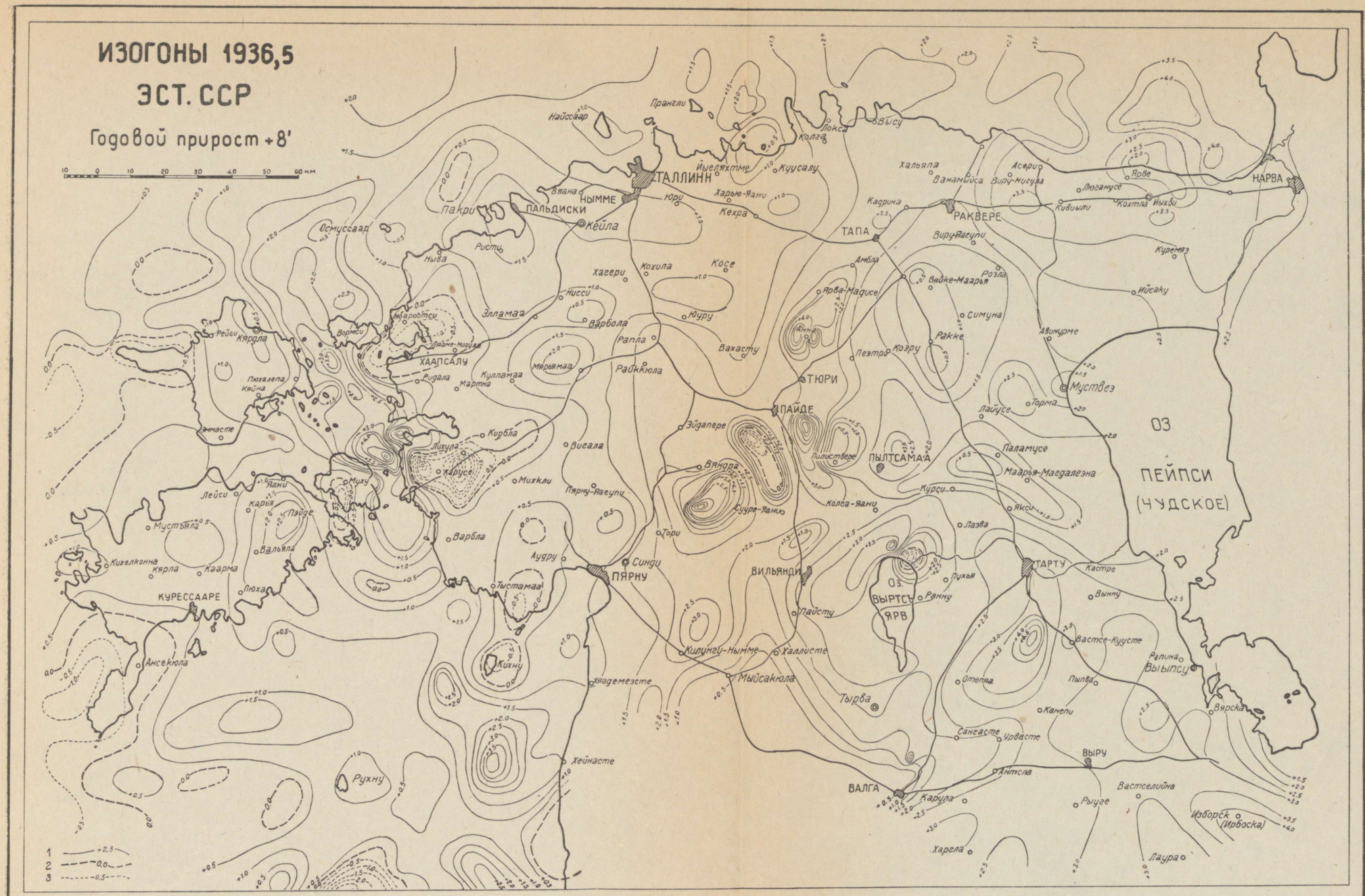
1. Профиль коренных слоёв ЭССР в меридиональном направлении. Слои обозначены теми же знаками, что и на сводной колонке (текстовый рис. 1) и геологической карте (карта II). В кристаллической основе слева и снизу обозначен рапакиви.



2. Выходы оболового песчаника и разведанные районы (вместе с диктионемовым сланцем и глауконитовым песчаником). Жирной линией и гребёнкой отмечена линия глинта. Разведанные площади фосфорита отмечены косой штриховкой. Выходы диктионемового сланца и глауконитового песчаника расположены по линии глинта; выходы оболового песчаника простираются и немного дальше на север от этой линии (в данном масштабе неизобразимо). К югу от линии глинта присутствие диктионемового сланца и глауконитового песчаника можно считать доказанным на площади всей карты, в западной же части ЭССР ещё дальше на юг, до линии Хаапсалу—Рохукюла.



Карта торфяных болот ЭССР (составлена на основании работы А. Раудсепа «Торфяные болота ЭССР»). Легенда: 1 — торфяники площадью до 100 га; 2 — тоже от 100—500 га; 3 — тоже от 500—1000 га; 4 — промышленно разведанные торфяники; 5 — точнее разведанные болота. Во всех группах торфяники, содержащие только торф для подстилки, отмечены особо (знаки со штриховкой и маленький белый кружок).



Карта изогон ЭССР на 1936, 5. 1 — плюс-изогоны с отметкой угла деклинации; 2 — нулевые изогоны; 3 — минус-изогоны. Сравни текстовый рис. 12.

Оглавление.

Стр.

Предисловие 3

Глава I. **Основные черты геологии Эстонской ССР** 5
Оро-гидрография и геоморфология — 5. Границы — 5. Географические координаты — 5. Величина площади — 5. Орография — 5. Текучие воды — 6. Речные долины — 7. Строение поверхности — 8. Коренные породы — 9. Залегание коренных слоёв — 17. Четвертичные отложения — 19. Ледниковый период и ледниковые отложения — 20. Послеледниковое время и его отложения — 23.

Глава II. **Подземные воды** 27
Горизонты грунтовых вод — 27. Грунтовые воды в наносах (I горизонт грунтовых вод) — 27. Воды неглубоких колодцев — 31. Об источниках — 32. Подземные воды девонских слоёв (II горизонт грунтовых вод) — 33. Подземные воды в силуре (III горизонт грунтовых вод) — 37. Подземные воды между кембрийской синей глиной и диктионемовым сланцем (IV горизонт грунтовых вод) — 41. Подземные воды под нижнекембрийской синей глиной (V горизонт грунтовых вод) — 43. Качественное и количественное сравнение горизонтов подземных вод и сводные замечания — 44. Артезианские воды — 46. Распространение глубоких буровых колодцев — 48.

Глава III. **Известняки и доломиты** 49
О природных строительных материалах Эстонии — 49. Известняки ордовика — 49. Известняки готланда (верхнего силура) — 56. О доломитах вообще — 60. Важнейшие залежи доломитов ЭССР —61.

Глава IV. **Горючие сланцы и сопровождающие их породы** 66

А. Кукерский горючий сланец (кукерсит) 66
Геология слоёв Кукрусе и Идавере — 66. Продуктивные слои — 69. Генезис кукерсита — 74. Выходы горючего сланца и его распространение — 76. Карстовые и другие особые явления в горючих сланцах — 77. Разработки горючего сланца — 79. Горючий сланец как топливо — 80. Химия и технология горючего сланца — 81.

Стр.

Б. Диктионемовый сланец 85
Геология диктионемового сланца — 85. Фауна диктионемового сланца — 88. Петрография и химизм диктионемового сланца — 88. Генезис диктионемового сланца — 90. Возможности применения диктионемового сланца — 91.

В. Глауконитовый песчаник 92
Геология и петрография глауконитового песчаника — 92. Химия и технология глауконита — 93. Генезис глауконита — 95.

Г. Слой пирита 96
Геология и петрография слоя пирита — 96. Химизм пиритового слоя — 98.

Глава V. **Фосфориты** 100
Геология и генезис оболового песчаника — 100. Химизм, петрография и технология оболового фосфорита — 107. Развитие добычи оболового фосфорита — 111. Фосфоритовое поле в Иру — 112. Фосфоритовое поле Роотси—Каллавере — 113. Фосфоритовое поле Маарду—Крооди — 113. Фосфоритовое поле Улгасе — 114. Фосфоритовое поле Валкла — 114. Фосфоритовое поле Тситре — 115. Фосфоритовое поле Асери — 115. Фосфоритовое поле Сака — 116.

Глава VI. **Залежи гипса у Изборска** 117
Описание гипсового поля и обзор разведочных работ — 117. Геология гипсового поля — 120. Химизм и петрография гипса — 120. Добыча и обработка гипса — 122. Происхождение гипса и других пород гипсового поля в связи с вопросом о соляных залежах в ЭССР — 123.

Глава VII. **Глины** 126

А. Кембрийская синяя глина 126
Петрография и химизм «синей глины» — 127. Генезис «синей глины» — 130. Технические свойства «синей глины» — 130. Запасы «синей глины» — 131.

Б. Девонские глины 132

В. Ленточные глины 137

Г. Аллювиальные глины 141

Глава VIII. **Песок и гравий** 144

А. Стекольный песок 144

Б. Точильные камни 148

В. Гравий и песок 149
Состав песков и галечников — 152.

Г. Кристаллические валуны 153

Стр.

Глава IX. **Торф, сапропель и другие озёрно-болотные осадки** 155

А. Торфяные болота 155

Б. Сапропели 158

В. Лечебные грязи 160

Г. Диатомит 163

Д. Озёрный мел 167

Е. Известковый туф 168

Ж. Болотная руда и охра 169

Глава X. **Природные газы и нефть** 171

А. Природные газы 171

Б. О возможности нахождения нефти 178

Глава XI. **Металлические руды** 181

А. Магнитные аномалии в Эстонской ССР и месторождение железных руд 181

Б. Месторождение полиметаллов (свинца и цинка) в уезде Вильяндимаа 186

Литература 189

Фотоснимки

Карты

Vastutav toimetaja
K. Orviku.
Tehniline toimetaja
H. Seletus.

Ladumisele antud 9. X 47. Trükkimisele antud 14. V 48. Paberi kaust 67×95. 1/16. Trükipoognaid 12 1/4 + lisad 3 1/8. Autoripoognaid 11,2. Arvestuspoognaid 13,8. MB 01091. Laotihedus trpg. 41 700. Tiraaž 2560. Trükikoja tellimus nr. 1852. Trükikoda „Tartu Kommunist", Tartu, Ülikooli 21/23

Цена 20 руб.

ESTICA
A-10207