

ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ АССОЦИАЦИЙ ГЛИНИСТЫХ МИНЕРАЛОВ В БАССЕЙНАХ ВЕНДА И КЕМБРИЯ СЕВЕРНОЙ ПРИБАЛТИКИ

Э. А. ПИРРУС

Значение глинистых минералов для палеогеографических реконструкций переоценить трудно. Как наиболее мобильный компонент терригенного стока, эти минералы разносятся в любые точки бассейна седиментации и поэтому могут быть извлечены для изучения практически из всех типов осадочных пород. К тому же глинистые минералы хорошо отражают условия формирования основной массы их в субаэральных почвах и корях выветривания на окружающем континенте, сообщая тем самым важную информацию о климатических условиях и характере пород в областях сноса. Правда, менее стабильные разновидности глинистых минералов претерпевают некоторые изменения при транспортировке и особенно в конечном водоеме стока, в котором состав их частично уравновешивается физико-химическими параметрами новой среды. Это наложение нескольких видов информации в какой-то мере затрудняет использование глинистых минералов в практической палеогеографии. Однако солидная монографическая литература (Weaver, 1959; Millot, 1964; Ратеев, 1964; Зхус, 1966; Акульшина, 1976 и др.), а также многочисленные специальные публикации и экспериментальные работы достаточно позволяют ориентироваться исследователям в вопросах о возможных объемах и направлениях трансформации глинистых минералов на пути с континента в седиментационный бассейн. Это позволяет преодолеть указанные трудности с высокой степенью вероятности в каждом конкретном случае.

Более важное ограничение создается оттого, что глинистые минералы подвергаются существенным изменениям в постседиментационных стадиях породообразования, в частности при катагенезе. В особенности это касается палеозойских и более древних толщ, где глинистые породы обычно прошли стадию аргиллитизации. Другое существенное ограничение заключается в отсутствии эффективного метода для количественного определения состава глинистых минералов в поликомпонентных природных образованиях. В то же время известно, что именно небольшие, едва уловимые, но строго выдержанные изменения в составе ассоциаций глинистых минералов несут наиболее ценную палеогеографическую информацию. Самый экспрессивный и надежный метод для таких целей — рентгеновская дифрактометрия — не лишен определенных недостатков, особенно, при работе с материалом, разнородным по генезису и структурному совершенству.

Мы думаем, что при изучении древних терригенных толщ венда и кембрия Северной Прибалтики, нам удалось все же преодолеть эти

затруднения. Представленность изученного разреза исключительно бескарбонатными породами гумидной зоны осадконакопления, слабая литификация пород (до сохранения пластичной консистенции глин — см. Пиррус, Саарсе, 1979), близость ассоциаций минералов в разнотипных разновозрастных породах (Пиррус, 1970), наличие некоторых характерных диагенетических трансформаций этих минералов (Пиррус, 1973), а также приобретенный опыт при палеогеографических реконструкциях основных путей переноса глинистых минералов на обширной территории платформы (Пиррус, 1980) — все это свидетельствует о незначительной роли катагенетических изменений глинистых минералов в данном разрезе в целом, особенно в собственно глинистых породах в сравнительно приподнятом районе Северной Прибалтики.

Методические ограничения преодолены комплексным подходом и взаимным контролем различных приемов определения глинистой составляющей пород. Основным методом явилось изучение фракции $<0,001$ мм на дифрактометре УРС-50 ИМ с применением специальных эталонных смесей, изготовленных из глинистых минералов изучаемого разреза. Хорошая воспроизводимость анализа дала возможность оценки количества основных групп минералов с точностью около $\pm 5\%$. Эти определения выборочно проверялись посредством общих и специальных химических анализов, а также количественного термического анализа, опирающегося на двухкомпонентные эталонные смеси каолинит-иллита. Для части проб осуществлялся также межлабораторный контроль — около 200 проб были повторно проанализированы на дифрактометрической аппаратуре минералогического кабинета Тартуского госуниверситета по выработанной там методике (Утсал, 1971). Всего было выполнено по предлагаемому ниже материалу около 1200 рентгеноструктурных, 687 термических, 127 полных и 120 специальных химических анализов. Весь этот взаимосвязанный материал создал весьма надежную основу для прослеживания ассоциаций глинистых минералов как в вертикальном, так и в горизонтальном направлениях.

Ниже рассматривается лишь один аспект этого сравнительно богатого аналитического материала — особенности распределения основных трех групп глинистых минералов данного гумидного типа литогенеза в палеогеографическом плане. На рассмотрение взяты все основные, последовательно заменяющие друг друга 10 бассейнов венда и кембрия Северной Прибалтики. Для каждого из них были составлены карты распределения глинистых минералов (рис. 1—10), в том числе отдельно для каждой группы минералов: каолинита (включающей иногда 7-А шамозит), илита и хлорита. Минералы с разбухающей решеткой типа иллит-монтмориллонит, а также встреченные в разрезе следовые количества монтмориллонита и смешанно-слоистого монтмориллонит-хлорита отнесены условно к иллитовой составляющей и отражены на соответствующей карте. Каждая картосхема выстраивалась по среднеарифметическим данным: в изученном разрезе суммировались все образцы соответствующего стратиграфического подразделения. В собственно глинистых толщах использовались только данные анализа глинистых пород, в преимущественно алевритовых толщах кроме глин учитывались и данные фракции $<0,001$ мм, извлеченной из глинистых алевролитов. Глинистая составляющая песчаных и крупноалевролитовых пород, как наиболее измененная в катагенетических процессах, в среднеарифметические расчеты не вошла. Использована трехступенчатая градация для изображения распределения количества каждого глинистого минерала, однако конкретное цифровое содержание выделенных полей на различных картах различно в зависимости от меняющейся роли минералов на каждом стратиграфическом уровне.

Карты составлены в основном для горизонтов, так как последние

имеют в настоящее время по всему изученному региону наибольшую степень синхронности границ, обоснованную микропалеонтологическими данными. Только в случае гетерогенного строения горизонта, т. е. при немонабассейном типе развития осадконакопления в рамках одного горизонта (котлинский и люкатский горизонты), за объем карты взята свита.

Составленные таким образом картосхемы открыли неожиданно много интересного для познания палеогеографического развития данной территории на очень важном вендско-кембрийском этапе осадконакопления. Детали этих карт, несомненно, требуют специального осмысления в дальнейшем с учетом всей литолого-фациальной информации по соответствующим подразделениям разреза. Остановимся лишь на некоторых принципиальных вопросах, представляющих общий интерес как в деле понимания особенностей вендо-кембрийского гумидного литогенеза в целом, так и с точки зрения методологического подхода к таким исследованиям.

Во-первых, представленный на картосхемах материал показывает, что в пространственных изменениях количества глинистых минералов обнаруживаются в большинстве случаев отчетливые направления возрастания или убывания отдельных минералов, которые не согласуются с фациальной зональностью бассейна, установленной по другим литологическим признакам. Это наводит на мысль о том, что в этих направлениях выражаются в основном главные пути поступления в бассейн того или иного минерала, что в свою очередь позволяет предположить кластогенный характер основной массы глинистых частиц в данных водоемах. Такой вывод поддерживается еще и тем фактом, что в ряде случаев все три группы минералов имеют совсем различные направления возрастания — убывания (рис. 2, 5, 9). С концепцией преимущественно кластогенного формирования ассоциаций глинистых минералов хорошо согласуется и широкое, почти повсеместное распространение в рассматриваемых отложениях каолинита, который, как известно, является малоустойчивым в морских обстановках и максимум содержания которого в нашем материале также всегда примыкает к береговой зоне водоема. Следовательно, процессы бассейнового аутигенеза глинистых минералов выражены в данных водоемах гораздо слабее, по крайней мере, они не могут маскировать основные пути поступления отдельных глинистых минералов с различных участков окружающей суши.

Во-вторых, следует отметить, что наблюдаемые потоки с континента того или иного минерала наиболее отчетливо выявляются в бассейнах малых размеров, в частности, в водоемах субконтинентального характера или в бассейнах с подавленным морским режимом осадконакопления. Таковыми являются обстановки всех подразделений валдайской серии, а также сырской и соэлаской свит нижнего кембрия, в какой-то степени и дейменаской серии среднего кембрия (рис. 1—3, 5, 7, 10). Наиболее глубоководный нормально-морской бассейн лонтоваского времени, как и более мелководный водоем тискреского периода, имеет наименее отчетливую картину распределения глинистых минералов, несмотря на то, что фациальная зональность на этих уровнях выяснена довольно четко.

Третья интересная особенность заключается в том, что привнос в бассейн какой-либо группы минералов всегда осуществлялся широким фронтом и вырисовывает отчетливую зональность в распределении соответствующего компонента. Это свидетельствует о том, что выявляемые направления являются не случайными, а вполне закономерными для бассейна в целом. Следовательно, глинистый материал мобилизовался на достаточно обширной водосборной площади. Только в редких случаях возможно уловить более вытянутые полосы доставки материала, маркирующие, возможно, оси древних речных артерий (рис. 6—8).

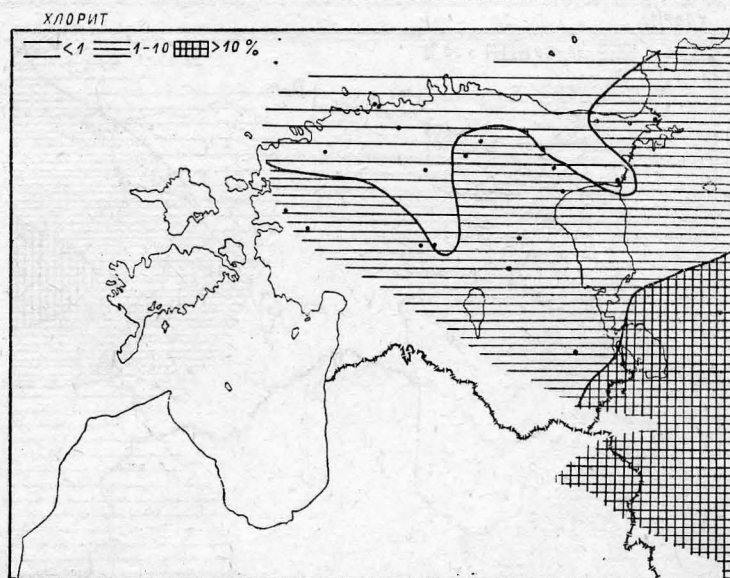
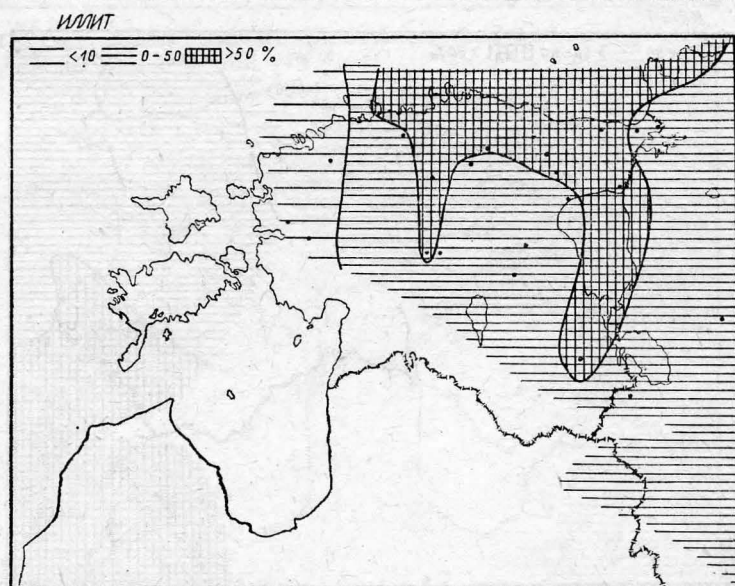
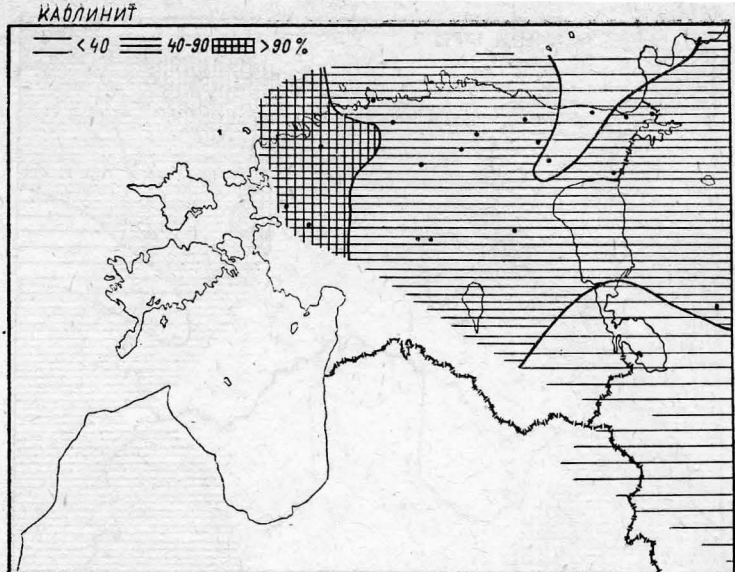


Рис. 1.
Распределение
глинистых мине-
ралов в отложе-
ниях гдовского
бассейна.

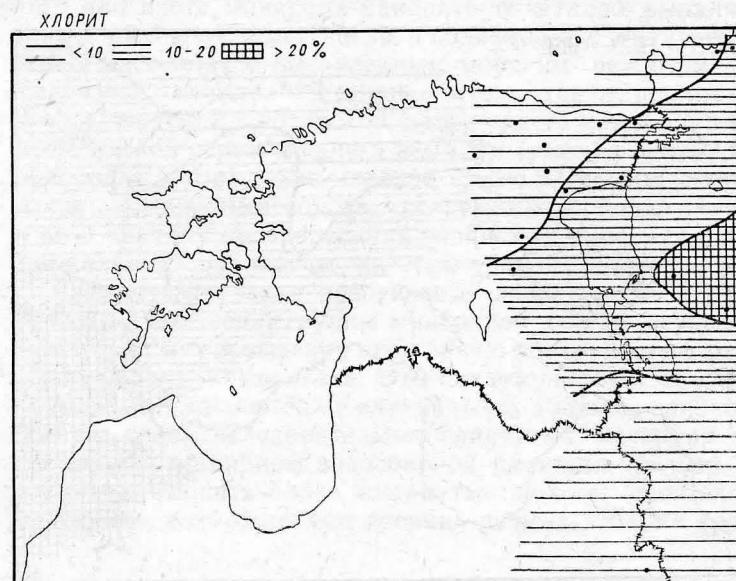
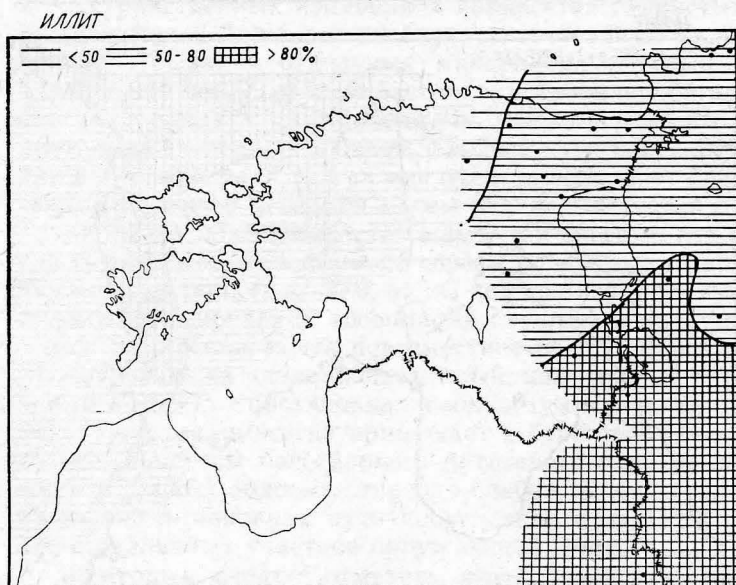
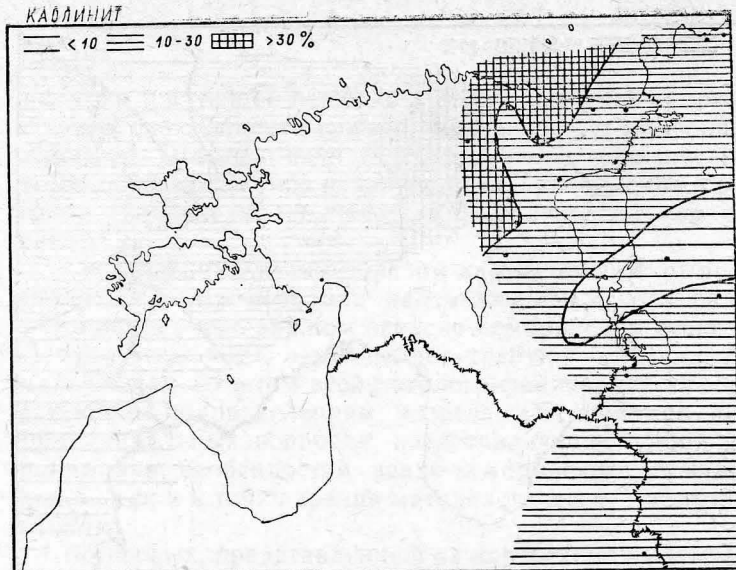


Рис. 2.
Распределение
глинистых мине-
ралов в отложе-
ниях котлинского
бассейна.

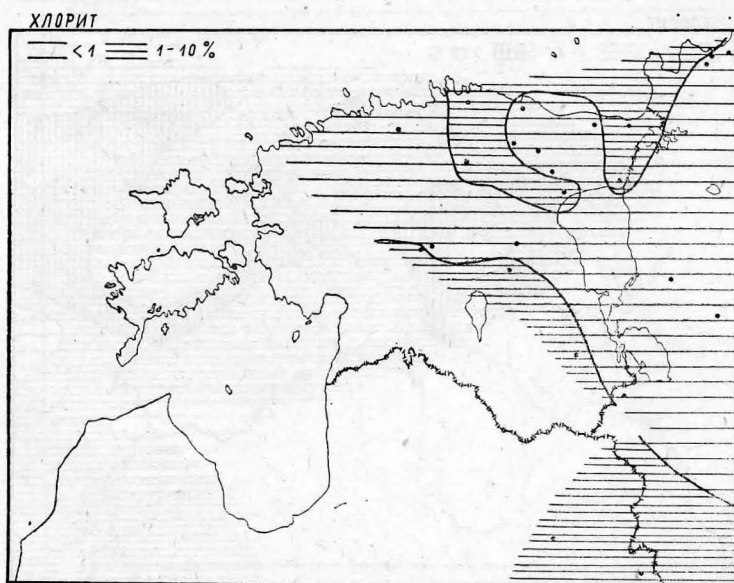
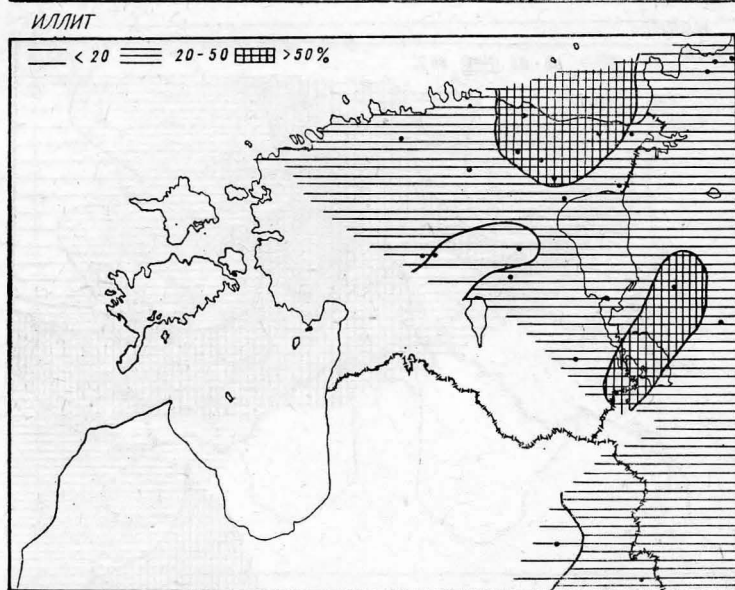
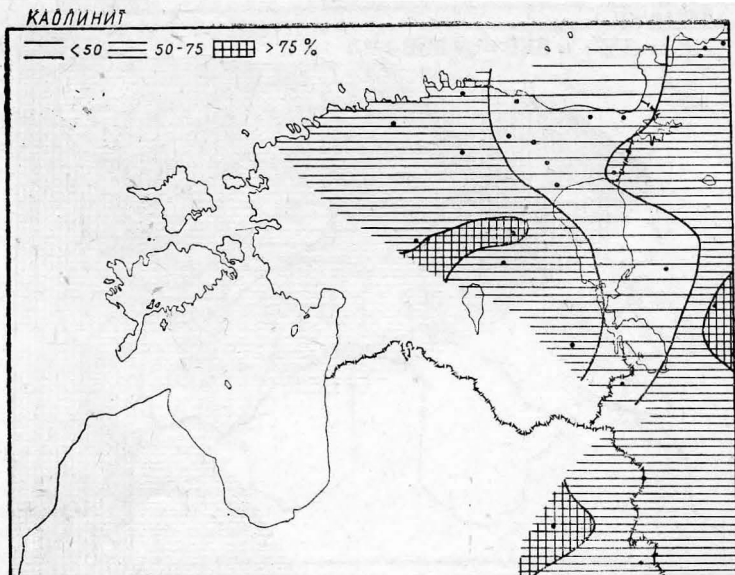
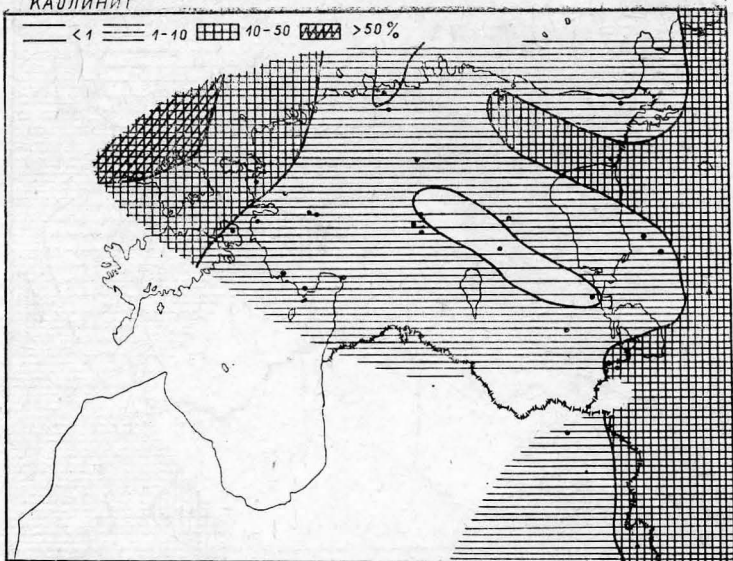


Рис. 3.
Распределение
глинистых мине-
ралов в отложе-
ниях воронков-
ского бассейна.

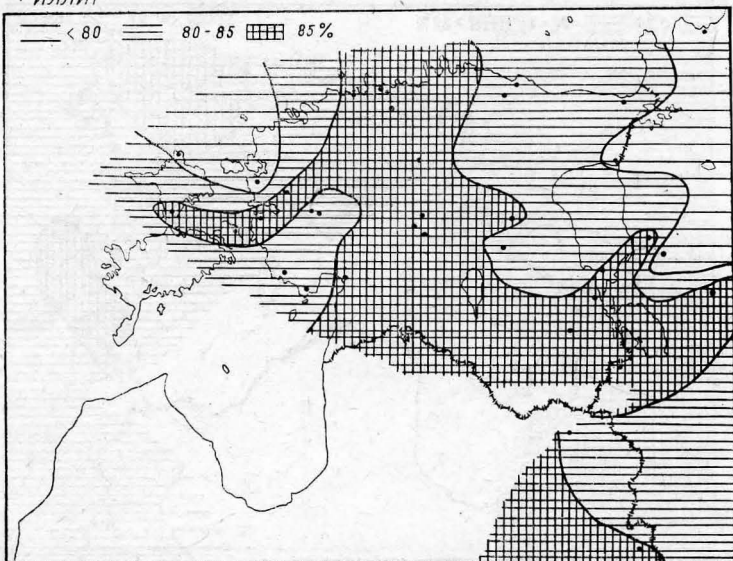
КАОЛИНИТ

— < 1 — 1-10 — 10-50 — > 50 %



ИЛЛИТ

— < 80 — 80-85 — 85 %



ХЛОРИТ

— < 1 — 1-10 — > 10 %

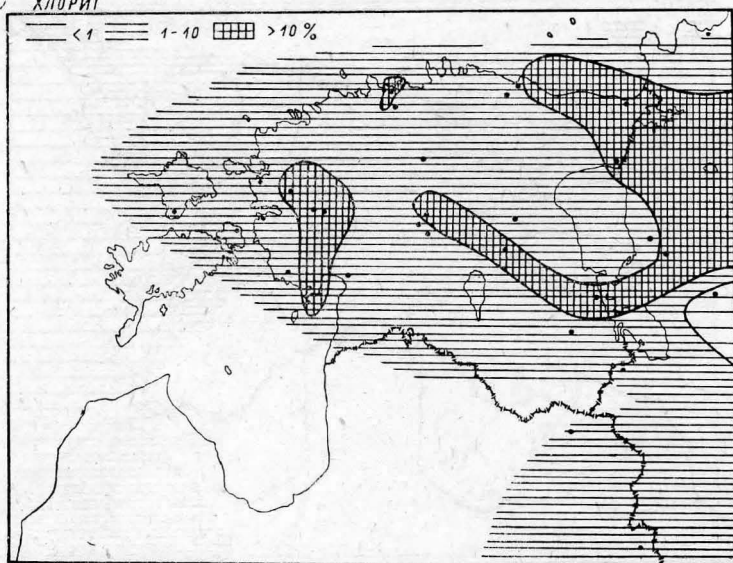


Рис. 4.
Распределение
глинистых мине-
ралов в отложе-
ниях лонтоваско-
го моря

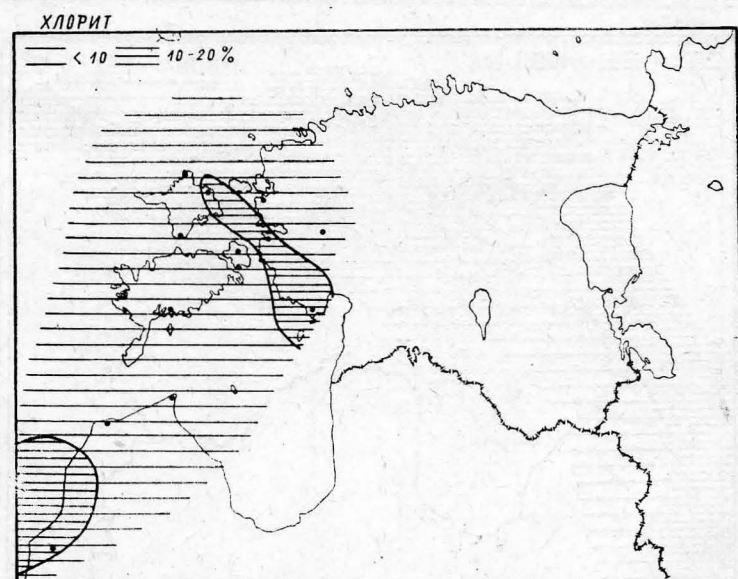
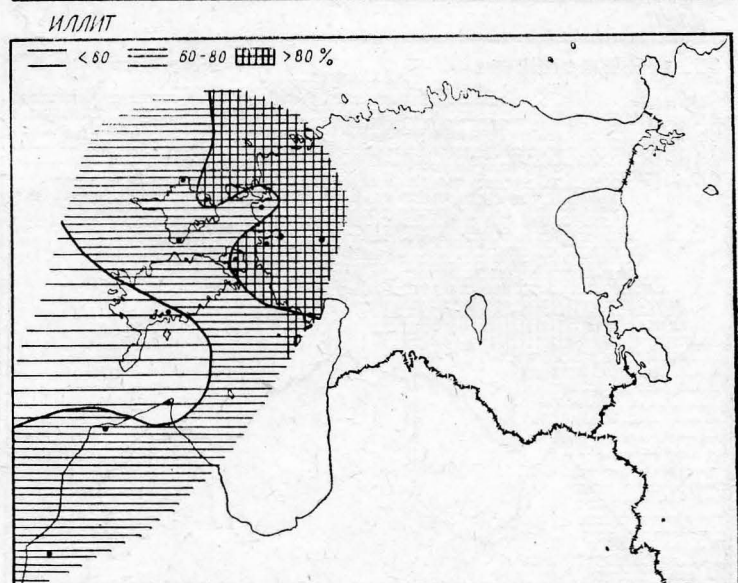
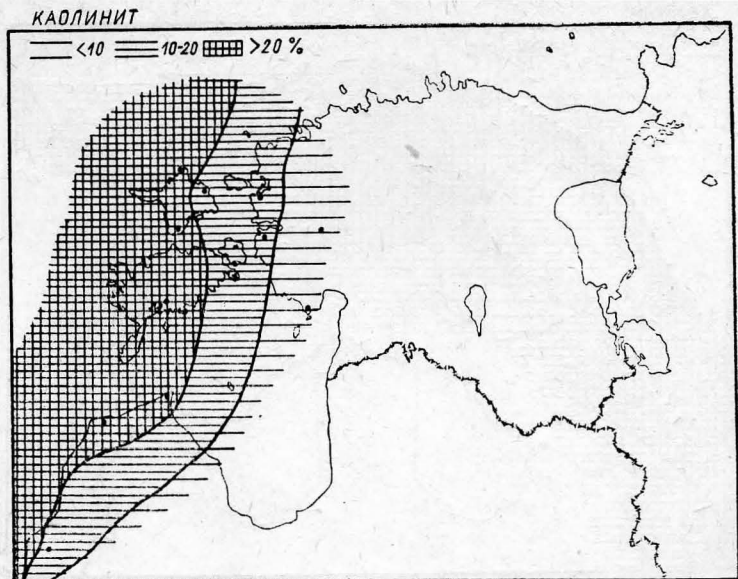
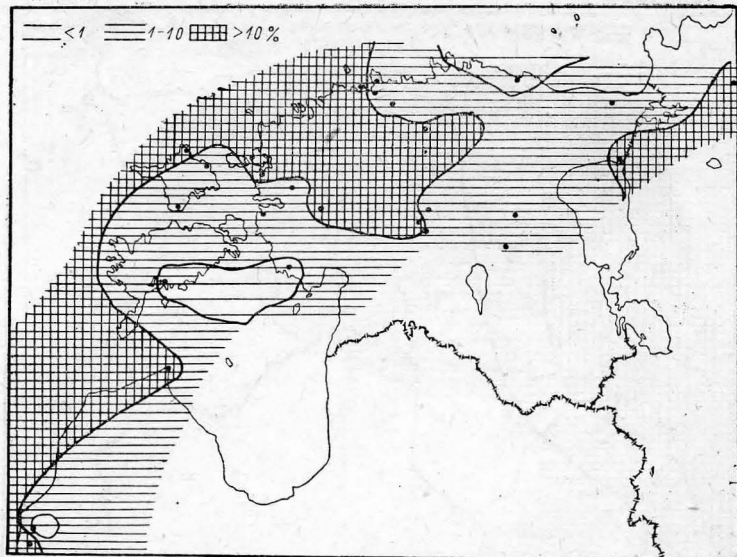


Рис. 5.
Распределение
глинистых мине-
ралов в отложе-
ниях сырского
бассейна.

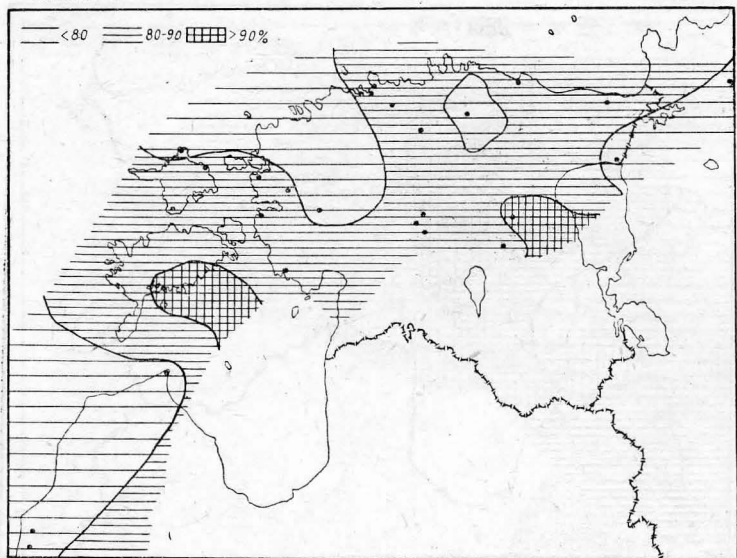
КАОЛИНИТ

— <1 — 1-10 — >10 %



ИЛЛИТ

— <80 — 80-90 — >90 %



ХЛОРИТ

— <10 — 10-20 — >20 %

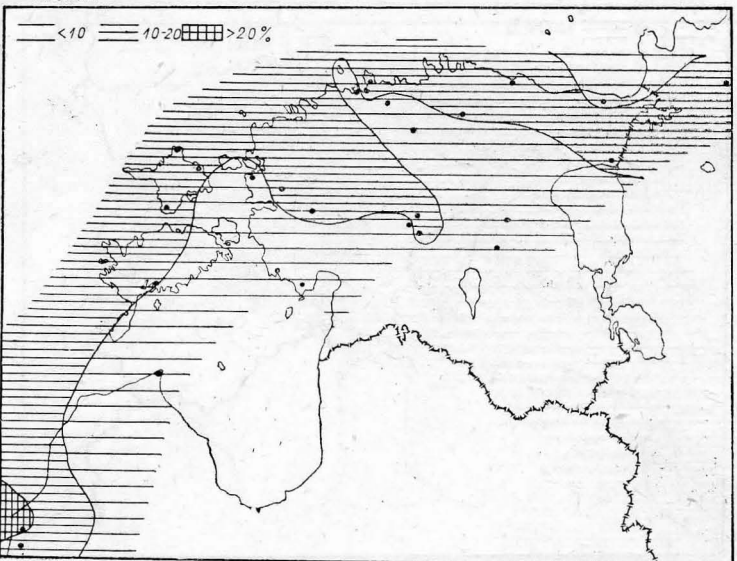


Рис. 6.
Распределение
глинистых мине-
ралов в отложе-
ниях лыхачевского
моря.

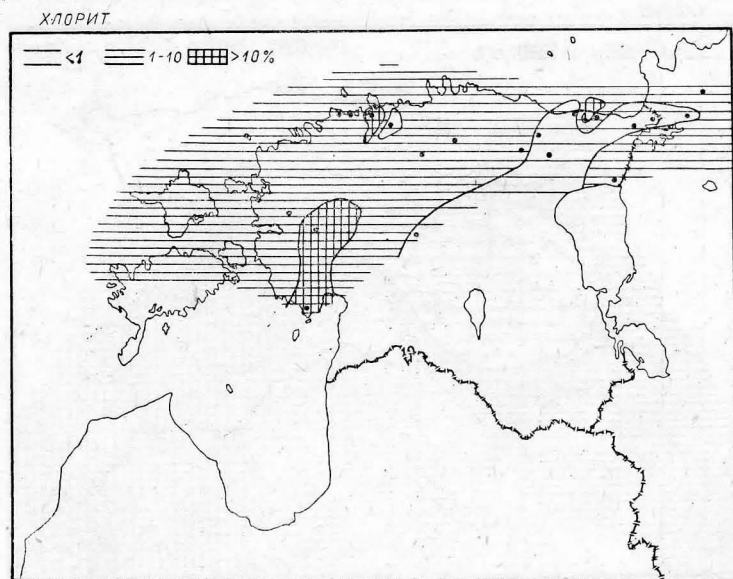
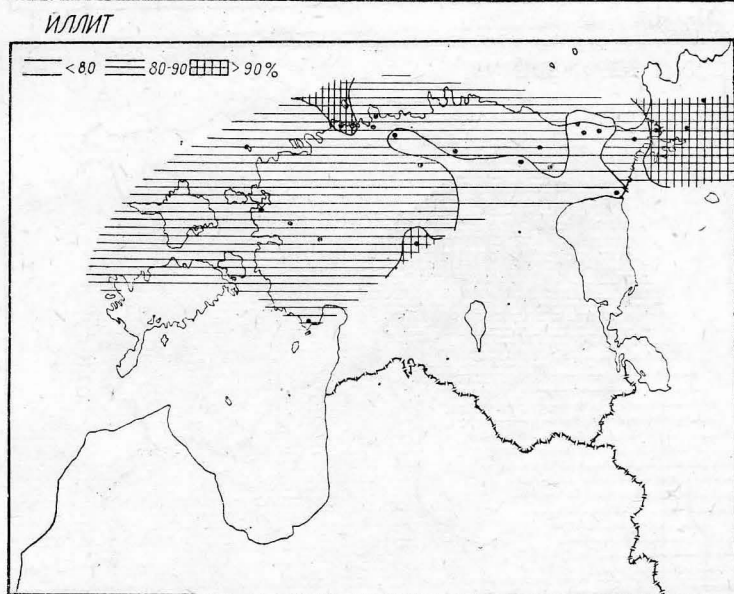
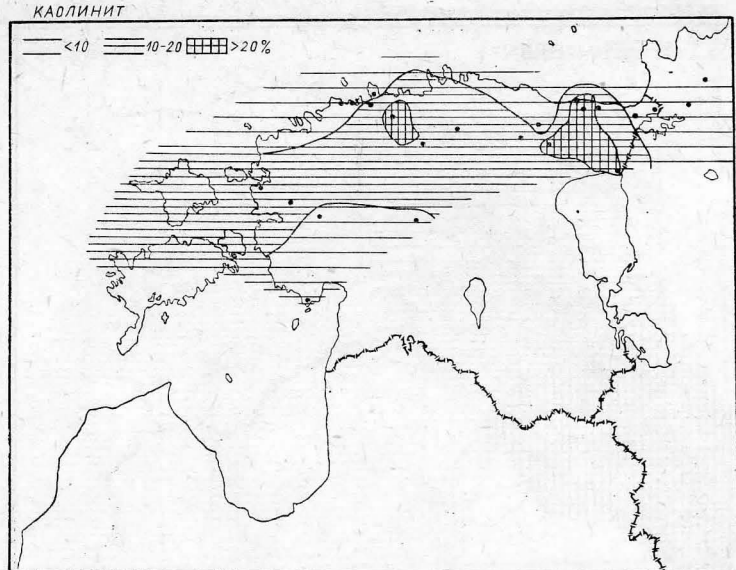
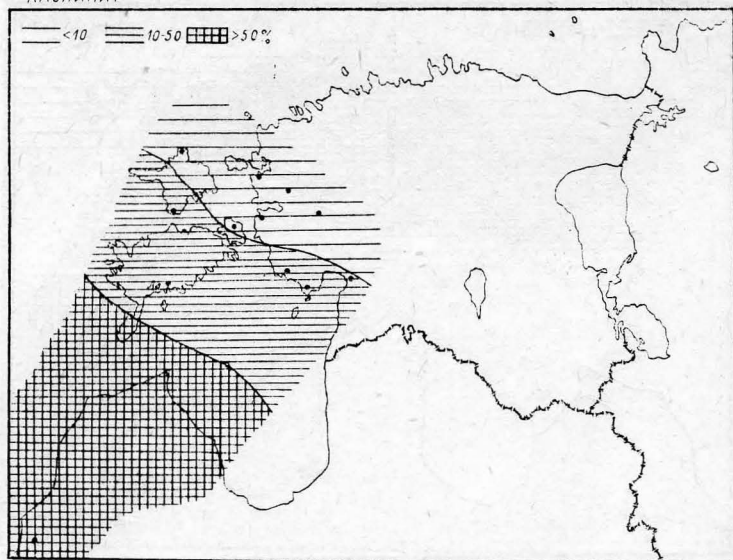
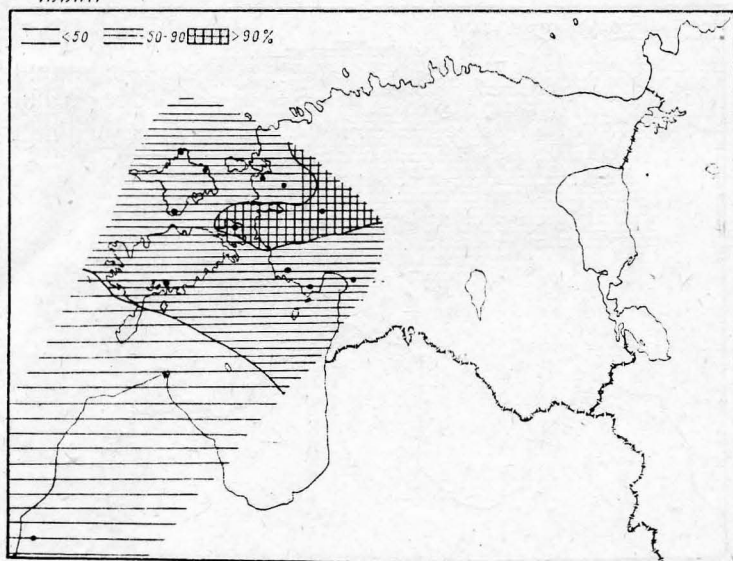


Рис. 7.
Распределение
глинистых мине-
ралов в отложе-
ниях тискуского
моря.

КАОЛИНИТ



ИЛЛИТ



ХЛОРИТ

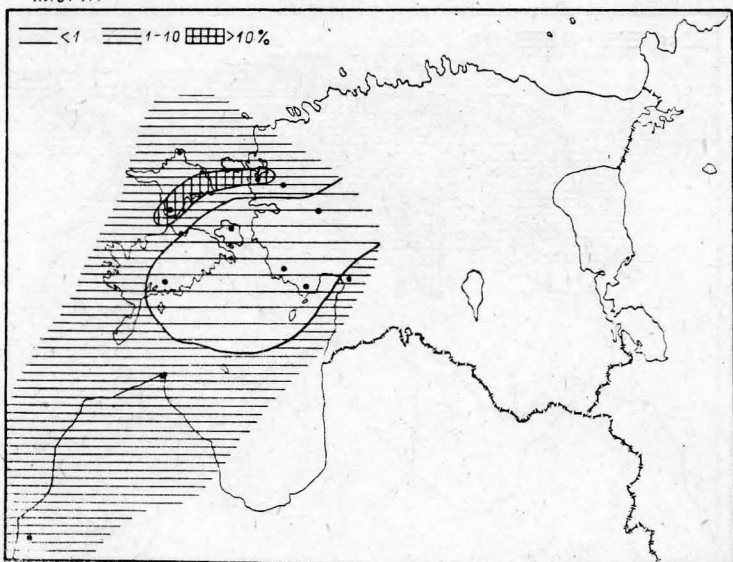


Рис. 8.
Распределение
глинистых мине-
ралов в отложе-
ниях созлаского
бассейна.

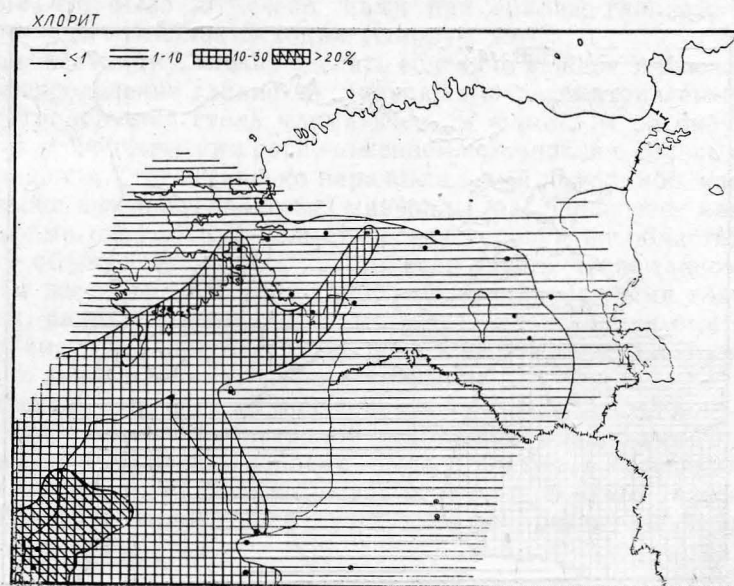
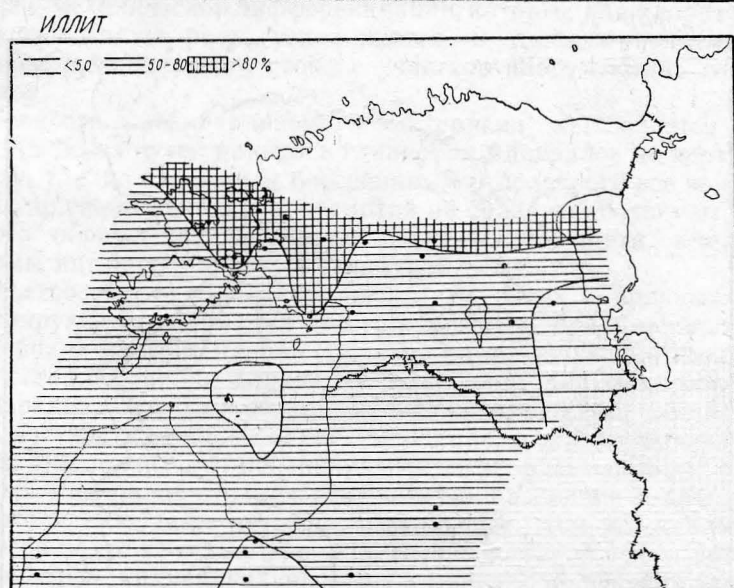
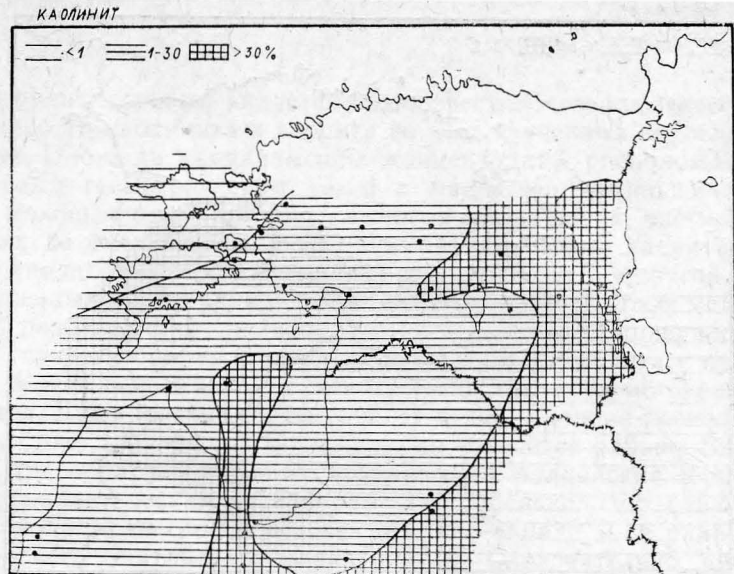
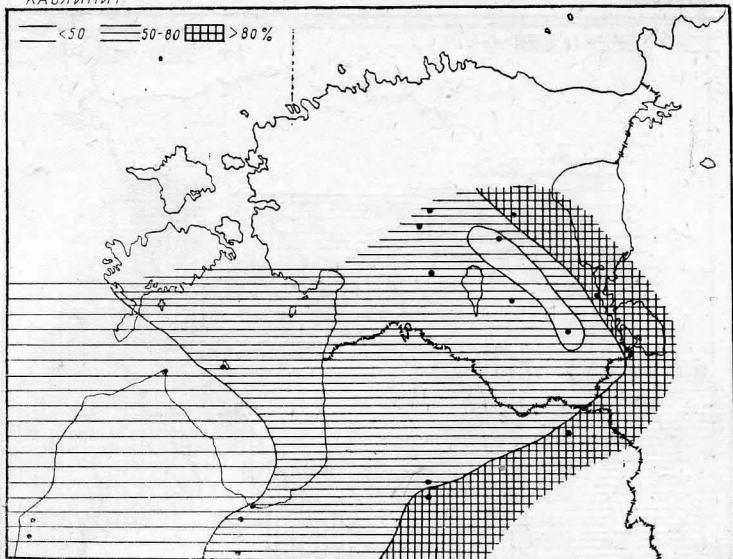


Рис. 9.
Распределение
глинистых мине-
ралов в отложе-
ниях ирбенского
моря.

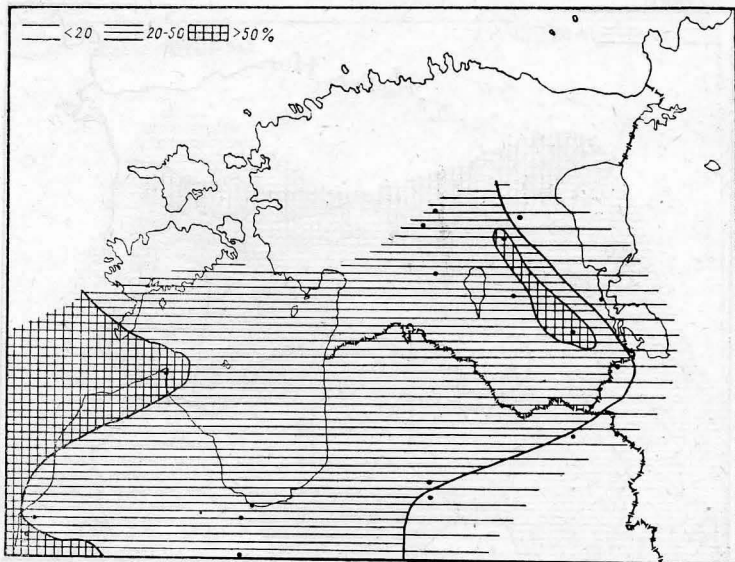
КАОЛИНИТ

— <50 — 50-80 — >80 %



ИЛЛИТ

— <20 — 20-50 — >50 %



ХЛОРИТ

— <1 — 1-10 — >10 %

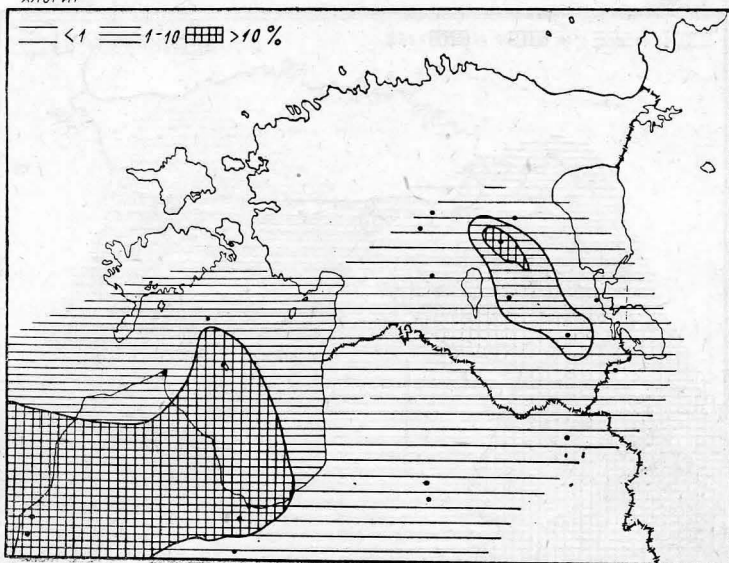


Рис. 10.
Распределение
глинистых мине-
ралов в отложе-
ниях дейменаско-
го бассейна.

Четвертый момент, который является общеизвестным, заключается в явной антиподичности каолинита и хлорита во всех изученных водоемах венда и кембрия. Площади их наивысших концентраций расположены везде полярно как в геометрическом, так и в фациальном отношениях. Объяснить это можно, с одной стороны, выносом мельчайших, частично деградированных до смешанно-слоистых образований частиц хлорита в более пелагические по отношению каолинита зоны водоема, а с другой — частичным аутигенным образованием хлорита в этих зонах на базе мельчайших частиц разбухающих разновидностей глинистых минералов. Однако в ряде случаев обнаруживается и явный приток хлорита с противоположного берега водоема или с какого-то локального источника данного минерала. Для гдовской свиты (рис. 1) такой источник располагается на юго-востоке территории. Возможно, им являются районы Восточной Латвии, где обнаружены более древние слои валдайской серии, обогащенные пирокластическим материалом. Для ирбенской свиты такой источник неясной природы располагается на юго-западе — в районе акватории нынешнего Балтийского моря (рис. 9). Следовательно, процессы аутигенеза и механической дифференциации, которые для хлоритов могут играть существенную роль, усложняются в данных водоемах иногда и влиянием механического стока с участков иного состава глинистых минералов.

Пятая особенность рассматриваемого материала заключается в неустойчивости основных путей привноса глинистых минералов по вертикальному разрезу, т. е. по отдельным бассейнам. В отдельности все водоемы развивались по своим законам и, несмотря на сравнительную устойчивость северного обрамления их — ядра Балтийского шита, имели собственные схемы питания глинистым веществом.

То обстоятельство, что направление сноса даже очень мобильных и фронтально мигрирующих глинистых частиц резко и принципиально меняется с бассейна в бассейн, направляет явно на последующий вывод о том, что в качестве источника глинистых минералов в вендско-кембрийское время нередко служили и осадочные породы предыдущего цикла седиментации, в частности, мощные глинистые толщи, слагающие берега данного водоема. Возможно, что неоднократное перебрасывание мельчайших глинистых минералов с одних осадочных образований в другие происходило в это время даже гораздо интенсивнее, чем это наблюдается у минералов более крупных фракций. Косвенно такой вывод подтверждается близостью индивидуальных черт минералов через разновозрастные толщи, что было отмечено нами при анализе глинистого компонента в восточных районах Эстонии (Пиррус, 1970).

Согласно вышесказанному, можно сделать еще одно важное заключение о том, что распределение глинистых минералов в рассматриваемых бассейнах не контролируется столь климатическим фактором на окружающей суше, как географическим расположением источников с сильным глинистым потенциалом. Это несколько парадоксальный вывод, ибо, как было отмечено выше, именно глинистые минералы расцениваются как очень чувствительные отражатели климатических условий на областях сноса. Однако все объясняется весьма просто, если учесть, что в данном регионе мы имеем все время дело со слабо литифицированными глинистыми толщами, размыв и разнос которых всегда происходили быстрее, чем образование в верхних частях их почв или кор выветривания, уравновешенных к данным климатическим условиям.

Суммируя все сказанное, следует подчеркнуть, что фациальный контроль распределения глинистых минералов основными физико-химическими параметрами самой среды водоема осуществлялся в бассейнах венда и кембрия Северной Прибалтики очень ограниченно. Зато палеогеографический контроль окружающей суши выражен очень сильно и

прежде всего благодаря наличию здесь мощных локальных источников глинистых минералов в виде приподнятых участков ранее отлагавшихся слабо литифицированных глинистых толщ. Такое заключение хорошо согласуется с другими фактами — отсутствием очень крупных перерывов в осадконакоплении в рамках рассматриваемого отрезка времени, а также очень малыми мощностями региональных кор выветривания на глинистых толщах региона (Менс, Пиррус, 1969). Следовательно, формирование ассоциаций глинистых минералов в рассматриваемых бассейнах гумидной зоны происходило в основном по законам кластогенеза. Поэтому аналитический материал по глинистым минералам может послужить важным средством для палеогеографического анализа схемы питания водоемов. Несмотря на трудности получения такого материала, его следует шире привлекать к подобным реконструкциям.

Академия наук Эстонской ССР
Институт геологии

ЛИТЕРАТУРА

- Акульшина Е. П. (ред.). Глинистые минералы как показатели условий литогенеза. Новосибирск, изд-во «Наука», 1976. 192 с.
- Зхус И. Д. Глинистые минералы и их палеогеографическое значение. М., «Наука», 1966. 280 с.
- Менс К., Пиррус Э. Древняя кора выветривания ламинаритовых глин на северо-западе Русской платформы. I Распространение, морфология и зональность строения. — Изв. АН ЭССР. Хим. Геол., 18, № 4, 1969, с. 385—391.
- Пиррус Э. Закономерности распределения глинистых минералов в вендских и кембрийских отложениях Восточной Эстонии. — Изв. АН ЭССР. Хим. Геол., 19, № 4, 1970, с. 322—333.
- Пиррус Э. Находка шамозита в поздневендских отложениях Ленинградской области. — Изв. АН ЭССР. Хим. Геол., 19, № 1, 1973, с. 58—64.
- Пиррус Э. А. Глинистые минералы в вендских и нижнекембрийских породах и их значение для палеогеографии и стратиграфии. — В кн.: Палеогеография и литология верхнедокембрийских и кембрийских отложений запада Восточно-Европейской платформы. М., «Наука», 1980, с. 97—104.
- Пиррус Э., Саарсе Л. Физико-механические свойства кембрийских глин Северной Эстонии. — Изв. АН ЭССР. Геол., 28, № 2, 1979, с. 68—74.
- Ратеев М. А. Закономерности размещения и генезис глинистых минералов в современных и древних морских бассейнах. М., «Наука», 1964. 288 с.
- Утсал К. О технике и методике исследования глинистых минералов рентгеновскими методами. Труд. по геол. IV. Уч. зап. Тартуского гос. ун-та, 1971, с. 3—51.
- Millot G. Geologie des argiles (Alternations, sedimentologie, geochemie). Paris, 1964. 499 p.
- Weaver D. E. The Clay Petrology of sediments. In: Proc. 6-th Nat. Conf. Clays and Clay Minerals. 1959, p. 154—183.

THE ROLE OF THE PALAEOGEOGRAPHIC FACTOR IN THE DEVELOPMENT OF ASSOCIATIONS OF CLAY MINERALS IN VENDIAN AND CAMBRIAN BASINS IN THE NORTH BALTIC

E. PIRRUS

Summary

Data obtained by means of analyses of the distribution of clay minerals in 10 Vendian and Cambrian main basins are presented (Fig. 1—10). It is shown that the essential clay minerals have a distinct zonal distribution that is most likely due to the prevailingly frontal transport of the minerals from one or two denudation areas adjoining the basins of sedimentation. The studies revealed that no association of clay minerals was formed under the influence of the physical and chemical factors acting in different facies that might enable us to estimate the authigenous and transformational phenomena as the minimal ones in the basin itself. Thus, the formation of the associations of clay minerals in the basins of these zones of humid climate took place in accordance with the regularities of clastogenic processes, and therefore the clay minerals can be successfully used for elucidating the character of denudation areas, main ways of transport and obtaining the general picture of sedimentation in the basin.

The differences in the distribution of clay minerals in the basins, succeeding one another, should be pointed out. This indicates a frequent rearrangement of denudation areas in the course of the above-mentioned geological periods as well as the abrasion of earlier deposits in the later basins.