

УДК 551.332.2 : 552.142+552.143(474)

*Г. ЮОЗАПАВИЧЮС, В. КАЛМ, А. ЮРГАЙТИС*

### **ОСОБЕННОСТИ МИНЕРАЛОГО-ПЕТРОГРАФИЧЕСКОЙ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ НА РАВНИНАХ ПРИБАЛТИКИ, ПОДСТИЛАЕМЫХ КАРБОНАТНЫМИ ПОРОДАМИ**

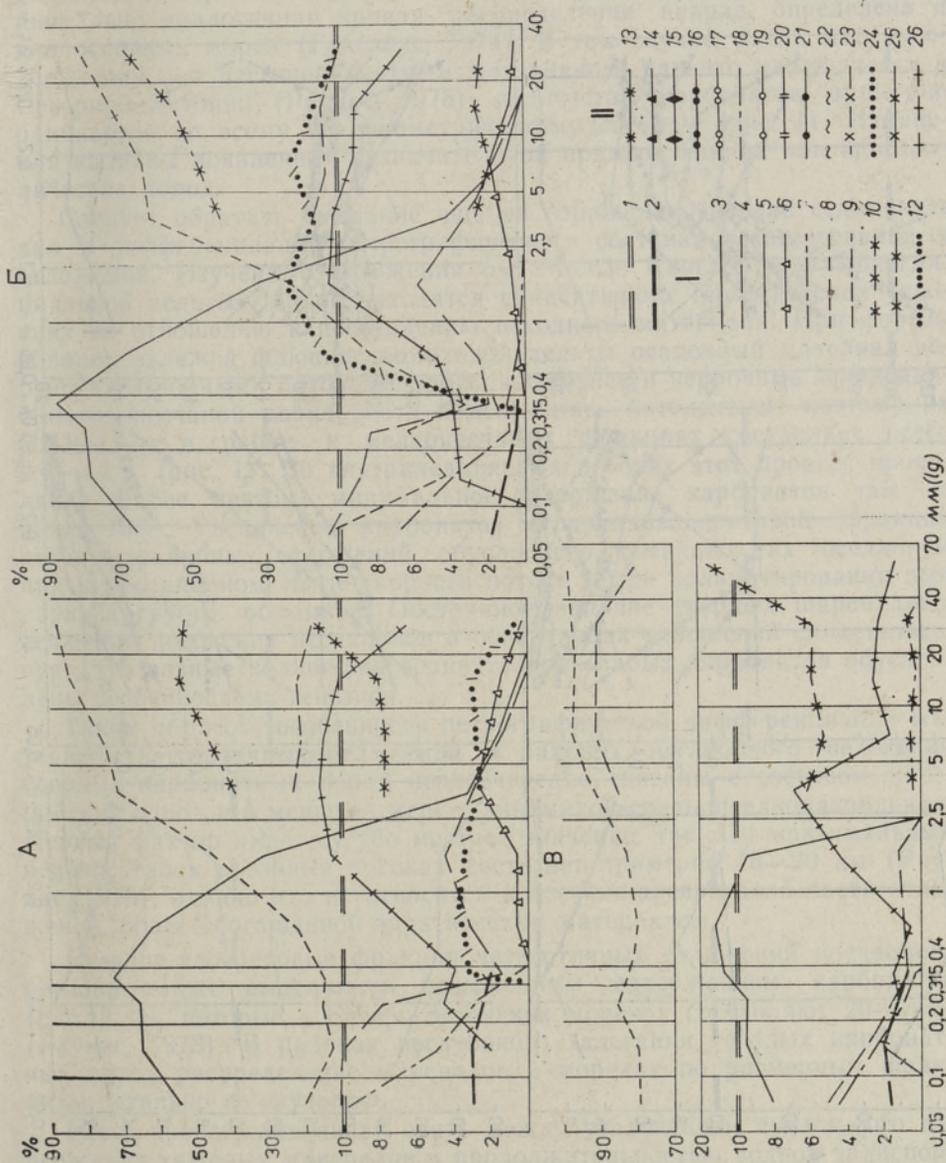
В настоящее время доказано, что состав и структура четвертичных отложений в значительной мере зависят от пород ледникового ложа. В этом отношении большой интерес представляют равнины Прибалтики, где маломощные четвертичные отложения подстилаются карбонатными породами палеозоя. Изучение особенностей формирования вещественного состава четвертичных обломочных отложений при тесном взаимодействии эратического и местного карбонатного материала, разного по генезису и физическим свойствам, не только имеет региональное значение, но и способствует разработке общей теории континентального четвертичного ледникового литогенеза. Мы попытаемся проследить миграцию вещества двух разных источников питания при формировании как гляцигенных, так и водноледниковых отложений. Исходным материалом используем результаты собственных наблюдений (Юргайтис и др., 1980), а также опубликованные данные других исследователей.

Наиболее четко степень влияния местных пород отражается в крупнообломочном материале морен (Рухина, 1973; Раукас, 1978). Галечная фракция морен Северной Эстонии, развитых на коренных выходах ордовика и силура, в 68% наблюдений содержит более 80% карбонатных пород. Выполненные А. В. Раукасом (1978) исследования соотношений разновозрастных карбонатных пород показали, что роль местных пород уже на расстоянии 6—8 км от пересечения ледником южной границы их выхода уменьшается в 2—3 раза. Это свидетельствует о довольно быстром перемешивании обломочного материала в теле ледника. Несколько меньшее влияние карбонатных пород на состав крупнообломочной части морен установлено на Средне-Латвийской, Восточно-Латвийской (Даниланс, 1973) и Средне-Литовской (Гайгалас, 1979) равнинах.

Изменение содержания горных пород и минералов в гранулометрическом спектре для морен более детально изучалось А. И. Гайгаласом (1974), а для песчано-гравийных отложений — В. М. Куршсом (1963) и А. А. Юргайтисом (1969). Ими определены общие тенденции распределения породообразующих компонентов по размерным фракциям: преобладание обломков карбонатных и гранитоидных пород в гравийно-галечных, максимальное содержание кварца и наименьшее содержание карбонатов в мелкопесчаной фракции, максимальное скопление полевых шпатов в алевритовой размерности. Приводя общие закономерности дифференциации обломков по размеру, А. И. Гайгалас (1974) не находит в этом отражения особенностей питающей провинции. С этим нельзя согласиться, так как даже в более переработанных флювиогляциаль-

Рис. 1. Распределение содержания основных пород и минералов в равнотранспортных отложениях на равнинах, подстилаемых карбонатными породами.  
 А — оз. Малые Кангари (ЛатвССР), Б — флювиогляциальная дельта Лоруле (ЛатвССР), В — оз Мыдрикү (ЭстССР). 1 — линия изменения масштаба по ординате, 2 — общее содержание тяжелой фракции.

1 — минералы и породы легкой фракции; 3 — кварц, 4 — полевые шпаты, 5 — гранитоиды, 6 — основные и ультраосновные породы, 7 — слюды, 8 — обломки карбонатных пород, 9 — известняки, 10 — мергели, 11 — доломиты, 12 — песчаники. II — минералы тяжелой фракции: 13 — ильменит-магнетит, 14 — лимонит, 15 — пирит, 16 — лейкоксен, 17 — рутил, 18 — циркон, 19 — турмалин, 20 — гранаты, 21 — апатит, 22 — фосфаты, 23 — группа эпидота, 24 — пироксены, 25 — амфиболы, 26 — ставролит.



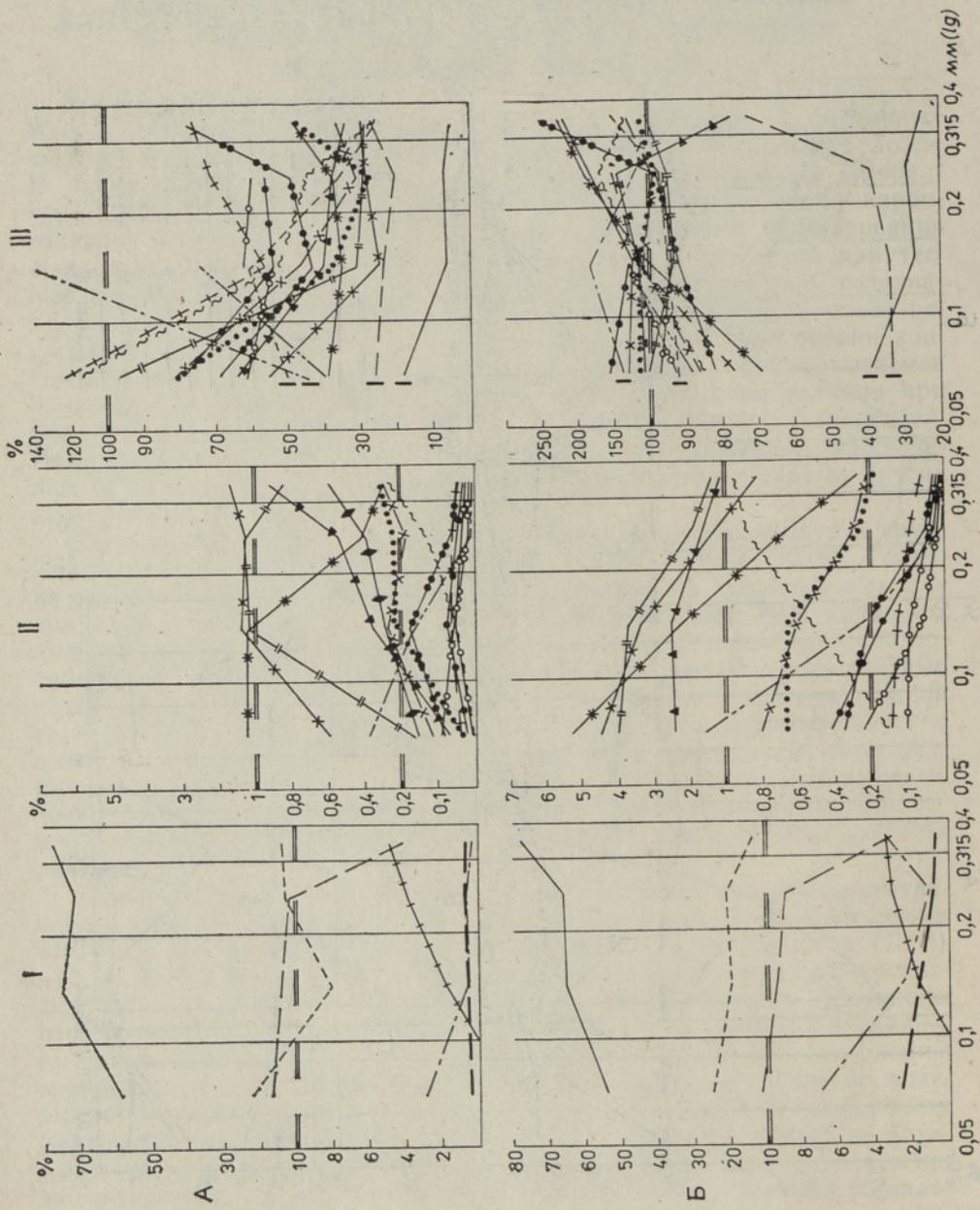


Рис. 2. Распределение содержания (I, II) и коэффициента вариации (III) основных минералов в моренах при  $n=20$  (А) и песках озера при  $n=30$  (Б) на равнинах Прибалтики, подстилаемых карбонатными породами.  
(Усл. обозн. на рис. 1. Содержание тяжелых минералов на графике II увеличено в 10 раз.)

ных отложениях это установлено довольно четко (Куршс, 1962, 1963). Выявленную приуроченность минимума значений коэффициента магматических пород к фракции 20—40, реже 40—80 или 10—20 мм В. М. Куршс (1962) объясняет естественной кусковатостью карбонатных пород, главным образом доломитов, и неодинаковой истираемостью отмеченных групп пород. Это подтверждается, очевидно, только для галечных фракций, так как более детальное изучение характера распределения обломков пород и минералов всех размерностей показывает, что с переходом на гравий породы начинают распадаться на отдельные минералы, и уже во фракции крупного песка содержание обломков кристаллических пород резко уменьшается (рис. 1). Еще раньше начинается уменьшение количества карбонатов, которые очень чувствительно реагируют на появление зерен кварца и полевых шпатов. Только унаследованный характер распределения кварца, менее полевых шпатов и слюд из материала пород Балтийского щита, вызывает резкое уменьшение карбонатов до фракции мелкого или среднего песка. Принципиально аналогичная кривая распределения кварца определена и для основных морен (Гайгалас, 1974). В том случае, когда моренусодержащий лед насыщен местным материалом, как это наблюдается в Северной Эстонии (Раукас, 1978), количество карбонатов примерно одинаковое по всему гранулометрическому спектру (рис. 1). Изменения вызваны появлением незначительной примеси кварца или кристаллических пород.

Следует обратить внимание еще на отражение условий седиментации в дифференциации петрографического состава песчано-гравийных отложений. Изученные отложения оза Малые Кангари и флювиогляциальной дельты Лорупе находятся в идентичных геологических условиях по отношению к поступлению исходного материала. При формировании залежей флювиогляциальной дельты осадочный материал переносился водными потоками продолжительнее и непрочные зерна карбонатов песчаной размерности измельчались интенсивнее, поэтому их содержание в средне- и мелкопесчаных фракциях составляет всего 3,4—4,2% (рис. 1). Во внутриледниковых потоках этот процесс проявлялся слабее, поэтому минимальное содержание карбонатов там не ниже 13%. Увеличение карбонатов в крупноалевритовой фракции песчано-гравийных отложений обусловлено, очевидно, их оседанием при пульсационном спаде скорости потока и при кольматировании ими каркаса грубых обломков. Постоянное наличие твердых шаровидных стяжений девонских песчаников в обоих видах отложений свидетельствует, что разные количества сравнительно слабых карбонатов обусловлены особенностями генезиса.

Таким образом, особенности петрографической дифференциации материала четвертичных отложений в районах неглубокого залегания твердых карбонатных пород первоочередно связаны с составом материнских пород и в меньшей мере с динамикой среды осадконакопления. Первый фактор имеет сугубо местное значение, так как максимальный перенос галек в озových потоках достигает примерно 16—20 км (Раукас, 1978), однако это не относится к песчано-алевритовой части отложений, более обогащенной эрратическим материалом.

Песчано-алевритовые фракции четвертичных отложений изучаемого региона также выделяются повышенным содержанием карбонатов (рис. 2, 3), которые в Северо-Эстонских моренах составляют 20—70% (Раукас, 1978). В районах неглубокого залегания твердых карбонатных пород распределение минералов в моренах по размерным фракциям детально не изучалось.

Нами прослежена явная связь между увеличением суммарного содержания тяжелых минералов и продолжительностью водной транспор-

тировки материала. Только в песках флювиогляциальных дельт из-за угасания скорости потоков проявляется отклонение во фракциях 0,315—0,4 и 0,2—0,315 мм (рис. 2, 3). Здесь отражается процесс дифференциации зерен в водной среде по их плотности, т. е. зародышное шлихование.

В песках флювиогляциальных дельт распределение легких минералов более плавное, чем в отложениях иного генезиса. По сравнению с песчаными фракциями происходит относительное обогащение крупно-алевритовой фракции карбонатами и слюдами (рис. 3). Это свидетельствует о большем измельчении исходного материала, лучшей его сортировке и о начинающемся скоплении мелких листочков слюд на приустьевых участках потоков.

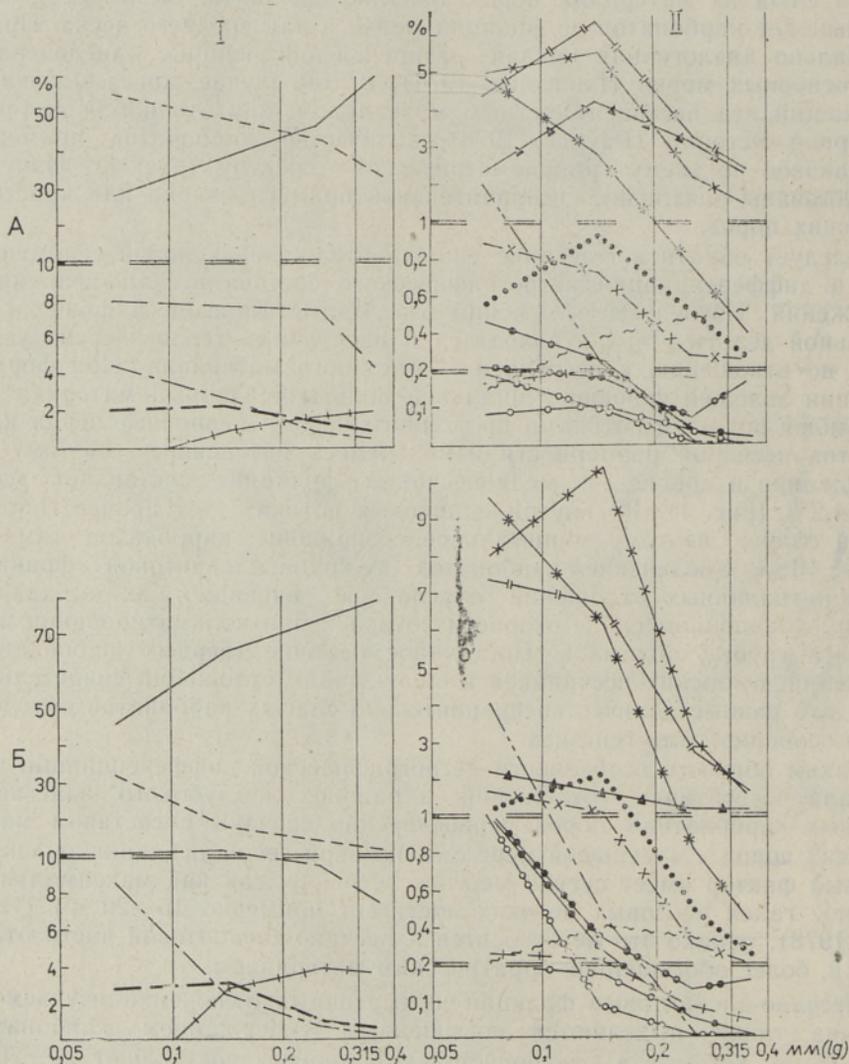


Рис. 3. Распределение содержания основных минералов в песках краевых флювиогляциальных гряд (А) и флювиогляциальных дельт (Б) на равнинах Прибалтики, подстилаемых карбонатными породами.

(Усл. обозн. на рис. 1. Содержание тяжелых минералов на графике II увеличено в 10 раз.)

Более резкие колебания содержания карбонатов, отчасти кварца и полевых шпатов, указывают на худшую дифференциацию мелкозема морен (рис. 2, 3), а незначительное содержание слюд (как и в моренах Карелии) — на способность их уцеления от поперечного дробления при послыном течении льда. По характеру распределения минералов промежуточное положение занимают пески озов и краевых флювиогляциальных гряд.

В мелкоземе морен уцелела связь между первичным соотношением размеров и количеством тяжелых минералов. Даже содержание таких сравнительно хрупких минералов, как пирит, фосфаты и лимонит, увеличивается в сторону наиболее крупных фракций (рис. 2), что свойственно автигенным минералам дочетвертичных пород (Юозапавичюс, 1976). К этим же фракциям тяготеют увеличенные количества породообразующих минералов изверженных и метаморфических пород — амфиболов, пироксенов, эпидотов, гранатов. Только содержание акцессорных минералов (циркон, ильменит-магнетит, рутил), обладающих мелкими первичными размерами, возрастает в сторону мелких фракций.

Изменчивость минерального состава морен оказалась несущественной, что отличает их от песков (рис. 2). Однако разнообразный характер кривых коэффициентов вариации, как и кривых распределения содержания тяжелых минералов, свидетельствует, что в теле ледника дифференциация минералов по их плотности, форме и другим физическим свойствам практически не осуществлялась.

При переносе минералов водными потоками заметно изменяется характер их распределения. В наиболее крупных фракциях пирит исчезает в первую очередь и появляется спорадически и в небольших количествах только в крупноалевритовой фракции. Надо полагать, что переход пирита в лимонит в большей мере происходит при гипергенезе (Юозапавичюс, 1976), — кривая распределения лимонита и пирита, как и аллотигенных минералов, повышается в сторону алевритовых фракций (рис. 2, 3).

Другой автигенный минерал дочетвертичных пород — фосфаты, относящиеся к наиболее легким минералам тяжелой фракции, несколько меняют характер распределения лишь в песках флювиогляциальных дельт.

Относительное увеличение амфиболов, гранатов, лимонита и пироксенов в мелкозернистой фракции песков краевых флювиогляциальных гряд, гранатов и пироксенов — в той же фракции песков флювиогляциальных дельт (рис. 3) обусловлено, очевидно, скоростями осадкообразующих потоков и физическими свойствами самих минералов. Содержание остальных минералов постепенно увеличивается в сторону крупноалевритовой фракции. Поведение минералов в потоках разной плотности и динамики подробнее освещено ранее (Юозапавичюс, 1976). Подъем кривой распределения содержания минералов в сторону мелких фракций в хорошо отсортированных осадках находится в прямой зависимости от их плотности. Поэтому флювиогляциальным дельтам характерны прошедшие лучшую минералогическую дифференциацию пески.

Кучность кривых распределения коэффициентов вариации содержания минералов в песках озов указывает, что высокая изменчивость минерального состава predetermined одинаковым фактором (рис. 2), т. е. крайне непостоянным гидродинамическим режимом потоков, на что неоднократно обращали внимание многие геологи (Рухина, 1973; Раукас, 1978 и др.).

Исходным материалом глинистых отложений служила алеврито-глинистая составляющая морен льда. Э. А. Пиррусом и А. В. Раукасом (1963) убедительно доказано, что морены и ленточные глины обладают

близким минеральным составом. Много общего также в распределении минералов по размерным фракциям. Отмечено, что в мелкоалевритовой фракции обычно увеличивается содержание карбонатов, мусковита, гидрослюд и выветрелых агрегатов, а уменьшается количество полевых шпатов, амфиболов, пироксенов и биотита. Если в моренах Северной Эстонии кальцит преобладает над доломитом, то в глинах наблюдается противоположная картина (Пиррус, Раукас, 1963). Аналогичные соотношения карбонатных минералов отмечены в Латвийской ССР (Стинкуле, 1966). Это объясняется большей механической и химической стойкостью доломита. Как отличительную черту минерального состава приледниковых глин А. В. Раукас (1978) отмечает его большее постоянство по сравнению с моренами и флювиогляциальными образованиями, в чем отразилась лучшая дифференциация и сортировка минерального состава тонкообломочного материала.

По материалам латвийских геологов (Даниланс, 1973), среди породообразующих минералов фракции 0,005—0,05 мм глин в среднем преобладают карбонаты (41,5%), кварц (24%), слюды (14,5%), полевые шпаты (13%). На рубеже 0,005 мм (более четко 0,001 мм) происходит резкое изменение минерального состава глин. Как и в моренах, во всей коллоидной фракции господствуют диоктаэдрические гидрослюды, в подчиненных количествах содержится каолинит (в Средней Литве 10—15%, в Эстонской ССР 15—25%).

В заключение отметим, что минералого-петрографическая дифференциация четвертичных отложений в районах неглубокого залегания карбонатных пород обусловлена в основном различными физическими свойствами местного и эрратического обломочного материала. В гляцигенных и внутрILEDниковых флювиогляциальных отложениях особенности дальнеприносного материала обычно четко не прослеживаются из-за значительного количества местных пород. Только в отложениях флювиогляциальных дельт и приледниковых озер начинают проявляться процессы избирательной физической дифференциации обломочного материала.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Гайгалас А. Сравнительная характеристика литологического состава водно-ледниковых и моренных отложений неоплейстоцена Литвы. — В кн.: Предфронтальные краевые ледниковые образования. Вильнюс, 1974, 146—157.
- Гайгалас А. И. Гляциоседиментационные циклы плейстоцена Литвы. Вильнюс, 1979.
- Даниланс И. Я. Четвертичные отложения Латвии. Рига, 1973.
- Куриш В. М. Петрографический состав гравийных залежей Латвийской ССР. — В кн.: Вопросы четвертичной геологии. Т. I. Рига, 1962, 69—101.
- Куриш В. М. Минеральное сырье Латвии для производства нерудных строительных материалов. Рига, 1963.
- Пиррус Э. А., Раукас А. В. Сравнительная литолого-минералогическая характеристика мелких фракций морен и ленточных глин Эстонской ССР. — В кн.: Материалы по геологии верхнего плейстоцена и голоцена Эстонии. Тр. Ин-та геологии АН ЭССР. XII, 1963, 39—65.
- Раукас А. В. Плейстоценовые отложения Эстонской ССР. Таллин, 1978.
- Рухина Е. В. Литология ледниковых отложений. Л., 1973.
- Стинкуле А. В. О распределении карбонатов в лимногляциальных глинах Латвийской ССР. — Изв. АН ЛатвССР, 9 (30), 1966.
- Юозапавичус Г. А. Методика минералогических исследований с целью восстановления условий образования песков (на примере Литовской ССР). — В кн.: Методика и интерпретация результатов минералогических и геохимических исследований. Вильнюс, 1976, 22—30.

Юргайтис А. А. Генетические типы и литология песчано-гравийных отложений Литовской ССР. Вильнюс, 1969.

Юргайтис А. А., Юозаповичюс Г., Клепиков В., Калм В. О гранулометрической дифференциации четвертичных песчано-гравийных и песчаных отложений Прибалтики и Северной Белоруссии. — Изв. АН ЭССР. Геол., 1980, 29, № 1, 24—33.

Литовский научно-исследовательский  
геологоразведочный институт

Тартуский государственный университет

Вильнюсский государственный  
университет им. В. Капсукаса

Поступила в редакцию  
11/II 1985

G. JUOZAPAVICIUS, V. KALM, A. JURGAITIS\*

#### KVATERNAARSETE SETETE MINERALOOGILIS-PETROGRAAFILISE KOOSTISE ISEÄRASUSTEST BALTIKUMI KARBONAATSE ALUSPÕHJAGA TASANDIKEL

Artiklis on iseloomustatud karbonaatse aluspõhjaga tasandikel levinud moreenide, fluvio- ja limnoglatsiaalsete setete mineraloogilis-petrograafilist koostist ja selle muutusi granulomeetrilises spektris. Kvaternaarse setete vähese paksuse korral on uuritud setete ainelise koostise kujunemisel peamise tähtsusega aluspõhja kivimite koostis ja füüsikalise-mehhaanilised omadused ning alles seejärel settekuhjumise iseärasused. Eriti selgelt ilmneb selline seaduspärasus moreenide ja liustikusiseste fluvio-glatsiaalsete setete puhul. Settenaterjali valikuline füüsikalise-mehhaaniline diferentsatsioon ilmneb vaid fluvio-glatsiaalsete deltade ja jääpaisjärvede setteis.

G. JUOZAPAVICIUS, V. KALM, A. JURGAITIS

#### SPECIFIC FEATURES OF THE MINERALOGIC-PETROGRAPHICAL COMPOSITION IN THE QUATERNARY DEPOSITS ON THE BALTIC CARBONACEOUS BEDROCK PLAINS

The authors discuss the composition of the tills distributed in the Baltic carbonaceous bedrock plains as well as the mineralogic-petrographical composition of the Quaternary deposits and its changes within the granulometric spectrum. When the thickness of the Quaternary deposits is inconsiderable, of greatest importance in forming the material composition of the explored deposits is the composition of the bedrock, followed by the specific features of sedimentation. That regularity can most clearly be observed in the tills and englacial fluvio-glacial deposits. The physical-mechanical differentiation appears only in some deposits of the fluvio-glacial deltas and limnoglacial lakes.