

*В. КАЛМ, А. РАУКАС*

## К ОПТИМАЛЬНОЙ МЕТОДИКЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ФЛЮВИОГЛЯЦИАЛЬНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ

В последние годы как в Советском Союзе, так и за рубежом значительно расширилось изучение флювиогляциальных образований, которое проводится по трем взаимосвязанным направлениям: 1) исследование генезиса этих образований, 2) определение физико-механических свойств и качества песчано-гравийного материала и песка и 3) стратиграфические исследования. Сложность формирования водноледниковых отложений заставляет применять для определения их генезиса и состава разные методы, которые описаны в справочниках и руководствах и обобщены в работах А. Юргайтиса (1980 и др.).

Ниже рассматривается оптимальная методика изучения флювиогляциальных отложений Эстонии, которая в зависимости от местных геологических условий имеет свою специфику. Ежегодно в геологических учреждениях республики выполняется большое количество гранулометрических, петрографических и минералогических анализов названных отложений, причем методика их изучения в каждой лаборатории несколько различная. В зависимости от преследуемых целей по разному проводятся технические испытания гравийно-галечного материала, а также геоморфологические и текстурные исследования. Такой разнотой в методах исследования приводит к трудно сравнимым результатам.

При выработке оптимальной методики изучения флювиогляциальных образований необходимо исходить из следующего:

комплекс используемых методов зависит от задач исследования (таблица);

разные методы дают разную информацию, в связи с чем их следует подразделить на первостепенные, второстепенные и несущественные (таблица);

комплекс используемых методов должен дать возможно полное представление об исследуемых образованиях при минимальных затратах средств и времени;

применяемая методика должна быть сопоставима с методами изучения других генетических типов отложений, а также с методами, используемыми в других странах;

методика должна учитывать сложившиеся традиции региона.

Разделение методов изучения на полевые и лабораторные условное, так как большинство материала требует как полевой, так и камеральной обработки.

### Полевые методы

Комплексное изучение флювиогляциальных образований обычно начинается с геоморфологического ознакомления с районом для выяснения распространения различных форм рельефа и слагающих их отложений и взаимоотношений между ними.



**Разделение разных методов исследования флювиогляциальных отложений  
на основе их информативности**

Методы	Цель изучения								
	Генезис			Стратиграфия			Использование		
	Первостепенный	Второстепенный	Малозначительный	Первостепенный	Второстепенный	Малозначительный	Первостепенный	Второстепенный	Малозначительный
<b>Полевые</b>									
Геоморфологический анализ	+			+				+	
Гранулометрический анализ	+				+		+		
Петрографический анализ	+			+			+		
Определение руководящих валунов		+		+					
Изучение текстур:									
определение типа и размеров слоистости	+					+			
определение элементов залегания косой слоистости	+								
изучение гляциотектонических и солифлюкционных нарушений		+				+			+
Измерение элементов залегания удлиненных обломков	+								
Изучение морфологии обломков	+				+			+	
<b>Лабораторные</b>									
Гранулометрический анализ с определением:									
коэффициента сортированности	+					+	+		
среднего размера зерен	+					+	+		
коэффициента вариации среднего размера зерен	+								
Петрографический анализ	+			+			+		
Минералогический анализ	+			+			+		
Рентгеноструктурный анализ		+			+			+	
Определение физико-механических свойств гравия и галечника							+		
Определение карбонатности отложений		+		+				+	
Спектральный анализ			+		+				+
Изучение морфологии кварцевых зерен		+			+			+	
Определение дальности переноса грубообломочного материала в водноледниковых потоках		+			+			+	

Для геоморфологических исследований рекомендуется использовать аэрофотогологические методы, которые обеспечивают высокую степень объективности и существенно экономят время, особенно при изучении «закрытых» труднодоступных территорий.

Геоморфологические исследования проводятся с целью определения генезиса осадков и уточнения геологического развития территории. При геоморфологической характеристике за основу принимают элементарные формы флювиогляциальных образований — отдельный оз, одиночный кам, элементарный заандр, дельтовый конус, террасу, — которые в разных сочетаниях составляют комплексы форм рельефа. Геоморфологическая характеристика одиночных форм дается на основе замеров длины и ширины основания, длины и ширины гребня, высоты, угла



наклона склонов, симметрии поперечного и продольного профилей, морфологии гребня, очертаний формы в плане. Геоморфологию групповых форм и разных сочетаний флювиогляциальных образований характеризуют количество, расположение, ориентация и морфология одиночных форм (Ряхни, 1967; Раукас и др., 1971). На названных данных базируются морфологические классификации озов (Ряхни, 1957, 1967) и камов (Раукас, Конт, 1978). Для различения предфронтальных флювиогляциальных образований целесообразно пользоваться морфогенетической классификацией предфронтальных водноледниковых образований Прибалтики (Аболтыньш и др., 1974). Детальный анализ рельефа основывается на показателях геоморфологических профилей и морфометрических данных (Конт, Либлик, 1978 и др.). Если первичная морфология форм рельефа искажена под влиянием постгенетических (гляциодинамических, склоновых, эрозионных, криогенных и др.) процессов, то описывается также морфология вторичных явлений. Немало ценных сведений дают крупномасштабные карты.

Задачи *гранулометрического анализа* могут быть следующими:

- 1) точное определение механического состава и названия породы,
- 2) оценка породы как полезного ископаемого,
- 3) реконструкция условий отложения осадка,
- 4) подготовка материала к исследованию другими методами (Шванов, 1969). Пробы для изучения гранулометрического состава песчано-гравийных отложений по мере возможности следует отбирать из карьеров, так как в керновых образцах галечно-валунные фракции обычно раздроблены. Пробы отбираются бороздовым методом вкрест простирания слоев (Куршс, 1963; Юргайтис, 1969; Раукас и др., 1971). Оптимальный вес пробы песчано-гравийного материала, по нашему опыту, 25—30 кг, а в отдельных случаях, например при изучении очень грубозернистых отложений озов Северной Эстонии, достигает 100 кг. Вес пробы песков желателен составляет 0,5—1 кг. Если в разрезе выделяются несколько комплексов или прослоев, то по ним отбираются отдельные пробы.

Изучение гранулометрического состава отложений проводится комбинированным способом в два этапа (Раукас, 1965; Юргайтис, 1969). На первом этапе (на поле) проба просеивается на ситах и материал диаметром более 5 мм (или 10 мм) разделяется на отдельные фракции. Каждая выделенная фракция взвешивается на бытовых весах с точностью до 25 г. Полученные данные выражают в весовых процентах. Обломочный материал диаметром менее 5 (10) мм анализируется в лабораторных условиях.

При изучении зернового состава отложений рекомендуем пользоваться десятичной метричной системой классификации обломочных пород (Raukas, 1964, 1981), при этом для удовлетворения отдельных ГОСТ-ов по мере необходимости прибавляют дополнительные сита, например с ячейками 70, 40 и 20 мм. В случае применения разных гранулометрических шкал, результаты можно перевести в единицы желаемой шкалы по методу Ю. Паапа (1973).

*Петрографическим составом* гравийно-галечной фракции во многом определяются механическая прочность и морозостойкость отложений, а также морфология отдельных обломков породы. Данные петрографического анализа крупнозернистых фракций весьма ценны при определении дальности переноса обломочного материала и генезиса отложений.

Петрографо-минеральный состав флювиогляциальных отложений в основном зависит от состава исходных морен (Орвику, 1960; Рухина, 1976; Раукас, 1978). Петрографический состав обломков галечной фракции определяется обычно на поле. Обломки гравийно-галечных фракций разделяются на три основные группы (кристаллические, карбонат-



ные и песчаники), в которых определяются типы пород. Обломки кристаллических пород в свою очередь разделяются на магматические и метаморфические. Для решения палеогеографических и стратиграфических вопросов определяются руководящие типы эрратических валунов, которых для Северной Прибалтики выделено 14 (Раукас, 1963; Гайгалас, Раукас, 1965). Силурийские и ордовикские карбонатные породы подразделяются на известняки, доломиты и мергели (Юргайтис, 1969; Раукас и др., 1971), в Южной Эстонии отдельно выделяются еще девонские карбонатные породы (Lõokene, 1961). Песчаники (и алевролиты) подразделяются на кембрийские и девонские.

*Изучение текстурных особенностей отложений.* Из макротекстур во флювиогляциальных отложениях самыми распространенными являются слоистость, гляциодинамические и солифлюкционные нарушения и морозобойные трещины.

Изучение слоистости позволяет определить условия и способы накопления флювиогляциальных отложений (Дварецкас и др., 1976; Юргайтис, 1980). Во флювиогляциальных отложениях Эстонской ССР наблюдаются преимущественно косая и горизонтальная, реже волнистая и косоволнистая слоистости (Раукас, 1978). Поскольку косая слоистость свидетельствует о формировании отложения в поступательной среде, мощность серий — о скорости и падении каждого слоя, т. е. о направлении течения в данном месте (Ботвинкина, 1965), изучение ее имеет важное генетическое значение. Для изучения косой слоистости проводят 30—50 пар измерений (Юргайтис, 1980; Юргайтис, Микалаускас, 1980), где одну слойку измеряют дважды под углом  $90^\circ$ . Результаты измерений представляются в виде роз-диаграмм, по которым можно судить о простирании слоев и направлениях привноса обломочного материала. При измерении слоистости необходимо иметь в виду, что на крутых склонах озов и флювиокамов часто встречается вторичная облекающая слоистость (Раукас, 1978), элементы залегания которой не отражают направления привноса обломочного материала.

Изменение скорости и направления флювиогляциальных потоков обуславливало частую смену типов слоистости, колебания мощности отдельных линз и слоев. Поэтому определение типов слоистости, их чередования, мощностей линз, слоев и слойков, а также элементов залегания последних позволяет судить об интенсивности и последовательности осадконакопления.

Нарушения первичной слоистости различными вторичными процессами дают ценную информацию о ходе дегляциации и о перигляциальных явлениях в изучаемом районе. По ориентировке гляциодинамических нарушений можно определить направления движения активного льда. В Эстонии термокарстовые, солифлюкционные и гляциотектонические нарушения чаще всего наблюдаются в отложениях флювиокамов. Встречаются сбросы, оползневые складки и другие локальные текстуры (Раукас, 1978).

*Ориентировку удлиненных обломков* изучают в целях восстановления направления движения флювиогляциальных потоков в случае, когда в осадке ясная косая слоистость отсутствует. Для этого измеряют азимут и угол наклона длинных осей галек — обычно у 100 обломков (Ботвинкина, 1965; Юргайтис, 1980), составляют розы-диаграммы ориентировки длинных осей и круговые диаграммы наклона и ориентировки длинных осей обломков. Ориентировка галек зависит не только от уклона дна и динамических условий потоков, но и от сортированности, формы и окатанности материала (Раукас и др., 1971).

*Изучение морфологии обломков* позволяет сделать некоторые выводы о дальности и характере транспорта, судить о структурных и текстурных особенностях исходных пород (Раукас и др., 1971) и о физических



свойствах галечно-гравийного материала. Для изучения морфологических особенностей обломков используют в основном галечные фракции (10—100 мм). Измеряются оси  $A$ ,  $B$ ,  $C$  галек, где  $A$  — длинная,  $B$  — средняя,  $C$  — короткая оси, и определяются хорошо известные в литературе коэффициенты уплощенности, удлиненности, изометричности и анизометричности. Окатанность обломков целесообразно оценивать визуально по пятибалльной шкале отдельно для каждой размерной фракции (Паукас и др., 1971; Карпухин, Судакова, 1976). Средние морфометрические коэффициенты определяются для всех групп пород отдельно. Окатанность галечно-гравийного материала флювиогляциальных отложений Эстонской ССР заметно ухудшается в сторону мелких фракций, что объясняется постоянным пополнением мелких фракций в ходе транспортировки продуктами дробления и истирания более крупных обломков (Паукас, 1978).

## Лабораторные методы

*Гранулометрическому анализу* в лабораторных условиях подвергается обломочный материал диаметром менее 5 (10) мм. Вес пробы для ситового анализа составляет примерно 1 кг. Перед ситовым анализом навеску дезинтегрируют и отмучивают фракцию диаметром менее 0,01 мм, которая анализируется методом Сабанина (пипеточным методом). Содержание фракций в интервале от 5 до 0,01 мм определяют просеиванием на ротапе в течение 10—15 мин. С точки зрения генетического значения гранулометрического состава, а также для определения некоторых физических свойств флювиогляциальных отложений, вычисляется ряд статистических коэффициентов: средний размер зерен ( $M_d$ ), коэффициент сортированности ( $\sigma$ ), коэффициент вариации среднего размера зерен (Юргайтис, 1969; Юргайтис и др., 1980). Средний размер зерен и коэффициент сортированности вычисляют по сокращенному аналитическому методу моментов (Рухин, 1947). Результаты гранулометрического анализа представляются в виде кумулятивных кривых, кривых распределения или таблиц.

*Петрографическому анализу* в лабораторных условиях подвергаются в основном гравийные и мелкогалечные фракции. Определяется содержание таких же типов пород, как и в полевых условиях. Крупные обломки исследуются макроскопически, мелкие фракции — под бинокулярным микроскопом. Для опознавания известняков и доломитов используется метод окрашивания (Юргайтис, 1969). Количество обломков, необходимое для петрографического анализа, зависит от числа определяемых разновидностей пород (Карпухин, Судакова, 1976) и составляет обычно 100 штук.

*Минеральный состав* отложений определяется иммерсионным методом под поляризационным микроскопом. Анализируются либо крупно-алевритовые (0,05—0,1), либо мелкопесчаные (0,1—0,25 мм) фракции (Паукас, 1965; Юргайтис, 1969). Разделение минералов на тяжелую и легкую подфракции проводится с помощью бромформа ( $e=2,89 \text{ г/см}^3$ ) (Паукас, 1965). Содержание отдельных минералов определяют в числовых процентах и результаты анализов представляют в виде кривых распределения, диаграмм или таблиц. По мере необходимости числовые проценты переводятся в весовые.

*Рентгеноструктурный анализ* является основным методом для идентификации глинистых минералов (Саарсе, Утсал, 1974). В ориентированных препаратах на стекле изучается минеральный состав фракции диаметром менее 0,001 мм (Утсал, 1968, 1971). Ориентированные препараты готовят из суспензии, заранее выделенной отмучива-



нием. Методика приготовления образцов глин для рентгеноструктурного анализа детально описана К. Утсалом (1971).

*Физико-механические свойства и морозостойкость* гравия и галечника определяются в прикладных целях. Прочность гравия устанавливают по дробимости при сжатии в цилиндре, а прочность гравия, предназначенного для строительства автомобильных дорог, — по истираемости в полочном барабане (ГОСТ 8268-74). Дробимость пробы определяется в цилиндре диаметром 150 мм под давлением 20 тс. После сжатия пробу просеивают через контрольное сито и определяют потерю в массе в процентах, по которой на основе дробимости ( $D_p$ ) устанавливают марку гравия.

Истираемость изучаемой фракции определяется в полочном барабане с чугунными шарами, который вращается со скоростью 30—33 об/мин. Марка истираемости (И) устанавливается по потере пробы в массе после испытания.

Добываемый в Эстонской ССР гравий в основном соответствует требованиям марки И-П (потеря в массе от 20 до 30%) (Lepp, Meschin, 1971). Морозостойкость гравия (ГОСТ 8268-74) определяется попеременным замораживанием и оттаиванием пробы (Гравий для..., 1977). После 15 и каждых последующих 25 циклов попеременного замораживания и оттаивания навеску гравия высушивают, просеивают и остаток на сите взвешивают. Если потеря массы превышает допустимый предел, испытания прекращают и показателем морозостойкости ( $M_{pз}$ ) данной фракции берут предыдущее число циклов замораживания и оттаивания. Гравий, добываемый в Эстонской ССР, в основном выдерживает 25 циклов испытаний ( $M_{pз}$  25). Морозостойкость гравия ниже среднего обуславливается большим содержанием мергелей в нем (Lepp, Meschin, 1971). Методы определения морозостойкости, дробимости и истираемости детально описаны ГОСТ-ом 8269-76 (Щебень из..., 1976).

*Определение карбонатности.* Карбонатность флювиогляциальных отложений — это унаследованный признак вещественного состава отложений, формировавшегося в тесной связи с составом отложений питающих провинций. Поэтому методику и фракции определения карбонатности целесообразно выбирать те же самые, какие используются при изучении моренных отложений. Достаточно точным и эффективным является экспресс-метод (Raukas, 1963). Процентное содержание карбонатных минералов можно определить и на основе иммерсионного и рентгеноструктурного анализов. Полученные данные пересчитываются и выражаются в весовых процентах. Содержание карбонатных частиц в мелкопесчаной фракции флювиогляциальных отложений Эстонии колеблется в больших пределах и имеет региональный характер (Раукас, 1978).

*Спектральный анализ* упрощает идентификацию минералов и помогает установить некоторые особенности их состава. Спектральный анализ имеет некоторые преимущества перед другими методами при установлении содержания микроэлементов. Доказана возможность применения спектрального анализа для корреляции геологических толщ, лишенных органических остатков (Катченков, 1959; Калинин, Файн, 1969).

В практике спектрального анализа широко используются полуколичественные методы, которые допускают относительно большую погрешность, но обеспечивают высокую производительность работы и возможность одновременного определения значительного числа (40—60) элементов. Для выполнения полуколичественного анализа требуется 10—30 мг образца. О содержании определяемых элементов в образце судят по плотности почернения спектральных линий, полученных с помощью спектрографа во время испарения пробы.

*Изучение морфологии кварцевых зерен.* Своеобразную структуру



поверхности обломочных частиц связывают с условиями их образования. Для исследования наиболее подходят устойчивые и широко распространенные в природе зерна кварца песчаных фракций (Мийдел, Раукас, 1965; Шванов, 1969). Морфология кварцевых зерен зависит от формы кварца в исходных породах, от истираемости и дробимости зерен при транспортировке и от степени химического выветривания (Мийдел, Раукас, 1965; Юозапавичюс, 1976). Морфологию зерен изучают визуально под микроскопом или методом растворовой электронной микроскопии (Спицын, 1980). Средняя окатанность кварцевых зерен мелкопесчаной (0,1—0,25 мм) фракции флювиогляциальных отложений Северной Эстонии, определенная визуальным методом под микроскопом по пятибалльной шкале, составляет 1,4 балла (Мийдел, Раукас, 1965).

*Определение дальности переноса грубообломочного материала в водно-ледниковых потоках.* Содержание галек за счет разных горизонтов коренных пород и дальность их переноса во флювиогляциальных потоках зависит от многих факторов — как устойчивость пород, ширина выхода горизонтов, рельеф поверхности коренных пород и т. д. В Эстонии наиболее подходящей для изучения дальности переноса материала в водно-ледниковых потоках является галечная фракция карбонатных пород из отложений радиальных озв, которые расположены более или менее вкрест простираения выходов горизонтов коренных карбонатных пород (Раукас и др., 1971). Сведения о дальности переноса обломков позволяют прогнозировать качество флювиогляциальных отложений в определенном районе. Принадлежность галек к разным горизонтам устанавливается литологическим и палеонтологическим методами. Дальность переноса галек в водноледниковых потоках в условиях Эстонии достигает 16—20 км (Раукас и др., 1971).

## Закключение

Описанные выше методы исследования флювиогляциальных образований не являются одинаково информативными. Каждое направление исследования имеет свой оптимальный комплекс методов (таблица). Некоторые методы (гранулометрический, петрографический, минералогический) весьма информативны для всех направлений исследования, некоторые же (спектральный анализ, определение морфологии минеральных зерен) довольно малоинформативны для всех направлений. Некоторые методы (текстурные исследования, определение физико-механических свойств) имеют первостепенное значение для какого-нибудь одного направления и не нужны для других. Применение оптимальной методики в зависимости от поставленных задач позволяет существенно сэкономить материальные ресурсы и повысить эффективность исследований.

## ЛИТЕРАТУРА

- Аболтыньш О., Микалаускас А., Раукас А. Морфологическая классификация предфронтальных водно-ледниковых образований на примере материалов Прибалтики. — В кн.: Предфронтальные краевые ледниковые образования. Вильнюс, 1974, 25—31.
- Ботвинкина Л. Н. Методическое руководство по изучению слоистости. — Тр. Геол. ин-та АН СССР. М., 1965.
- Гайгалас А. И., Раукас А. В. Распространение руководящих валунов в плейстоценовых моренах Прибалтики. — Бюл. Комиссии по изуч. четв. периода. М., 1965, 30, 128—135.
- Гравий для строительных работ. ГОСТ 8268-74. Гос. Ком. СМ СССР по делам строительства. М., 1977.
- Дварецкас В., Юргайтис А., Юозапавичюс Г. Методические особенности геоморфологических и литологических исследований флювиогляциальных и аллювиальных



отложений. — В кн.: Методика и интерпретация результатов минералогических и геохимических исследований. Вильнюс, 1976, 168—184.

Калинин С. К., Файн Э. Е. Эмиссионный спектральный анализ минерального сырья. М., 1969.

Карпухин С. С., Судакова Н. Г. Комплексный анализ обломков. — В кн.: Руководство по изучению новейших отложений. М., 1976, 84—91.

Катченков С. М. Малые химические элементы в осадочных породах и нефтях. Л., 1959.

Конт А. Р., Либлик Т. В. Строение и формирование Мустояского камового поля. — В кн.: Строение и формирование камов. Таллин, 1978, 92—98.

Куриш В. М. Минеральное сырье для производства нерудных строительных материалов. Рига, 1963.

Мийдел А. М., Раукас А. В. Литология аллювиальных отложений Северной Эстонии. — В кн.: Литология и стратиграфия четвертичных отложений Эстонии. Таллин, 1965, 113—130.

Орвику К. Четвертичная система (антропогенные отложения). — В кн.: Геология СССР, т. XXVIII. Эстонская ССР. М., 1960, 166—194.

Паап Ю. Размерные гранулометрические шкалы и их теория. — Изв. АН ЭССР. Хим. Геол., 1973, 22, 72—81.

Раукас А. Распространение руководящих валунов в моренах последнего оледенения Эстонской ССР. — Изв. АН ЭССР. Сер. физ.-мат. и техн. наук, 1963, 12, 198—211.

Раукас А. В. Применение литологического метода исследования для выяснения вопросов стратиграфии четвертичного периода. — В кн.: Основные проблемы изучения чев. периода. М., 1965, 470—477.

Раукас А. О составе и текстурах приледниковых флювиогляциальных отложений Эстонии. — В кн.: Предфронтальные краевые ледниковые образования. Вильнюс, 1974, 137—145.

Раукас А. В. Плейстоценовые отложения Эстонской ССР. Таллин, 1978.

Раукас А. В., Конт А. Р. Вопросы формирования и классификации камов. — В кн.: Строение и формирование камов. Таллин, 1978, 5—10.

Раукас А. В., Ряхни Э. Э., Мийдел А. М. Краевые ледниковые образования Северной Эстонии. Таллин, 1971.

Рухин Л. Б. Гранулометрический метод изучения песков. Л., 1947.

Рухина Е. В. Литология флювиогляциальных отложений. — Уч. зап. Перм. ун-та, 1976, 318, 28—34.

Ряхни Э. Э. О морфологии озв в пределах Пандивереской возвышенности Эстонской ССР. — Науч. сообщ. Ин-та геол. и геогр. АН Литовской ССР. Вильнюс, 1957, 4, 363—369.

Ряхни Э. Э. Озы и краевые образования последнего оледенения на Пандивереской возвышенности (Эстонской ССР). — Автореф. канд. дис. Таллин, 1967.

Саарсе Л., Утсал К. Рентгеноструктурная характеристика озерно-ледниковых глин Южной Эстонии. — Изв. АН ЭССР. Хим. Геол., 1974, 23, 244—252.

Спицын А. Н. Исследование морфологии зерен песчаной фракции водноледниковых отложений Подмосковья методом растровой электронной микроскопии. — В кн.: Полевые и лаборат. методы иссл. ледниковых отложений. Тез. докл. межведомств. совещания. Таллин, 1980, 140.

Утсал К. О рентгенографическом исследовании глинистых минералов среднедевонских отложений Эстонии. — Уч. зап. Тартуск. гос. ун-та, вып. 221. Тр. по геол., V, 1968, 3—29.

Утсал К. О технике и методике исследования глинистых минералов рентгеновскими методами. — Уч. зап. Тартуск. гос. ун-та, вып. 286. Тр. по геол., VI, 1971, 3—49.

Шванов В. Н. Песчаные породы и методы их изучения. Л., 1969.

Щебень из естественного камня, гравий и щебень из гравия для строительных работ. Методы испытаний. ГОСТ 8269-76. Гос. Ком. СМ СССР по делам строительства. М., 1976.

Юозапавичюс Г. Комплексное изучение условий возникновения неогеновых и прегляциальных (вильнюсских) песков Литовской ССР. — В кн.: Методика и интерпретация результатов минералогических и геохимических исследований. Вильнюс, 1976, 141—152.

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

Юргайтис А. А. Литогенез и перспективы использования флювиогляциальных отложений (На примере Прибалтики и Северной Белоруссии). Автореф. докт. дис. Ленинград, 1980.

Юргайтис А. А., Микалаускас П. П. Оптимальная методика изучения флювиогляциальных отложений. — В сб.: Полевые и лабораторные методы иссл. ледниковых отложений. Тезисы докл. межведомств. совещания. Таллин, 1980, 162—164.



- Юргайтис А., Юозапавичюс Г., Клепиков В., Калм В. О гранулометрической дифференциации четвертичных песчано-гравийных и песчаных отложений Прибалтики и Северной Белоруссии. — Изв. АН ЭССР. Геология, 1980, 29, 24—33.
- Lepp, E., Meschin, A. Kohalike kivimaterjalide kasutamise võimalusi teede ehituses. Tln., 1971.
- Lõokene, E. Mandrijää servamoodustistest, fluvioglatsiaalsetest setetest ja mandrijää taandumisest Sakala kõrgustiku põhja- ja keskosas. — Rmt.: Geoloogiline kogumik. Tartu, 1961, 84—105.
- Raukas, A. Eesti moreenide karbonaatsusest. LUS-i aastaraamat 1962. Tartu, 1963, 5—15.
- Raukas, A. Purdkivimite terasuuruse klassifikatsioon. ENSV TA Geol. Inst., Tallinn, 1964.
- Raukas, A. Purdkivimite ja purdsetete klassifikatsioon terasuuruse järgi. ENSV TA Geol. Inst., Tallinn, 1981.

Тартуский государственный университет

Поступила в редакцию  
29/III 1982

Институт геологии  
Академии наук Эстонской ССР

V. KALM, A. RAUKAS

### FLUVIOGLATSIAALSETE SETETE OPTIMAALSEST UURIMISMETOODIKAST

Artiklis on iseloomustatud 12 olulisemat uurimismeetodit. Eesti NSV geoloogide kogemuste alusel on järeldatud, et need meetodid pole fluvioglatsiaalsete setete ja pinnavorimide geneesi, stratigraafia ja settematerjali kvaliteedi uurimisel võrdselt rakendatavad, igal uurimistöo põhisuunal on optimaalne meetodite kompleks. Tähtsuse järgi on meetodid tinglikult jaotatud esma- ja teisejärgulisteks ning väheolulisteks. Uuringute eesmärgist sõltumata on alati esmajärgulise tähtsusega loimise, kivimilise ja mineraalse koostise analüüsi andmed.

V. KALM, A. RAUKAS

### ON THE OPTIMUM METHOD OF EXPLORING FLUVIOGLACIAL FORMATIONS

The genesis, stratigraphy and quality of the deposits are the most important directions in the exploration of fluvioglacial formations. Many methods are applied in the study of various properties of fluvioglacial deposits, but the results obtained by only a few of them (granulometrical, petrographical, mineralogical analyses) are obligatory in any case. The use of other methods (the determination of mechanical properties of deposits, study of textures, X-ray investigation of clay minerals, determination of distance of pebbles advance in fluvioglacial streams, carbonate content determination) depends upon the aim of the exploration. Thus, for every direction of exploration we get a peculiar complex of methods, which can be divided according to the amount of useful information into the first-rate, second-rate and inessential ones. The present paper describes 12 methods used for the study of fluvioglacial formations, characterizing their importance in different exploration directions on the Estonian example.