

*В. ПУУРА, Б. СУДОВ*

## **О ЗОНАХ ПЛАТФОРМЕННОЙ ТЕКТОНИЧЕСКОЙ АКТИВИЗАЦИИ ЮЖНОГО СКЛОНА БАЛТИЙСКОГО ЩИТА И ИХ МЕТАЛЛОГЕНИИ**

Южная часть Балтийского щита и его неглубоко опущенный склон считались районом с устойчивым эпикарельским (эписвекофенским) фундаментом, незатронутым позднепротерозойскими и фанерозойскими дифференцированными тектоническими движениями. Анализ новых геолого-геофизических материалов позволяет, однако, убедиться в том, что кристаллический фундамент этого района местами в значительной степени дислоцирован в платформенную стадию.

На южной части Балтийского щита и его склоне можно выделить относительно стабильные в платформенную стадию блоки и разделяющие их зоны наложенных прогибов и интрузий раннеплатформенного возраста (рис. 1). В пределах этих зон эпикарельский (эписвекофенский) фундамент оказывается раздробленным и опущенным. Зоны наложенных прогибов и раннеплатформенного магматизма (Даларна, Южно-Ботническая, Ладожская и др.) совпадают с глубинными междублоковыми разломами, выявленными на Балтийском щите (Кратц, Лобач-Жученко, 1970).

В расположении и развитии зон наиболее интенсивного проявления платформенных дислокаций и магматических процессов устанавливаются следующие общие закономерности (Пуура, 1974):

1) тесная пространственная связь зон с междублоковыми глубинными разломами, заложенными еще в доплатформенную стадию развития;

2) радиальная вытянутость как глубинных разломов, так и зон наложенных прогибов от центра Балтийского щита на его склоны, что особенно наглядно видно на примере иотнийских и более поздних наложенных прогибов на восточном склоне Балтийского щита;

3) унаследованный характер развития со времени формирования в палеозое до четвертичного периода включительно и постепенное затухание тектонических движений во времени;

4) интенсивное проявление магматических процессов в хогландии, а также в иотнии, и крайне ограниченное (малые щелочные интрузии в Центральной Швеции) — в палеозое.

Относительно стабильные блоки фундамента тоже затронуты платформенными тектоническими и магматическими процессами, хотя и в меньшей степени. В ориентации разрывных дислокаций внутри стабиль-



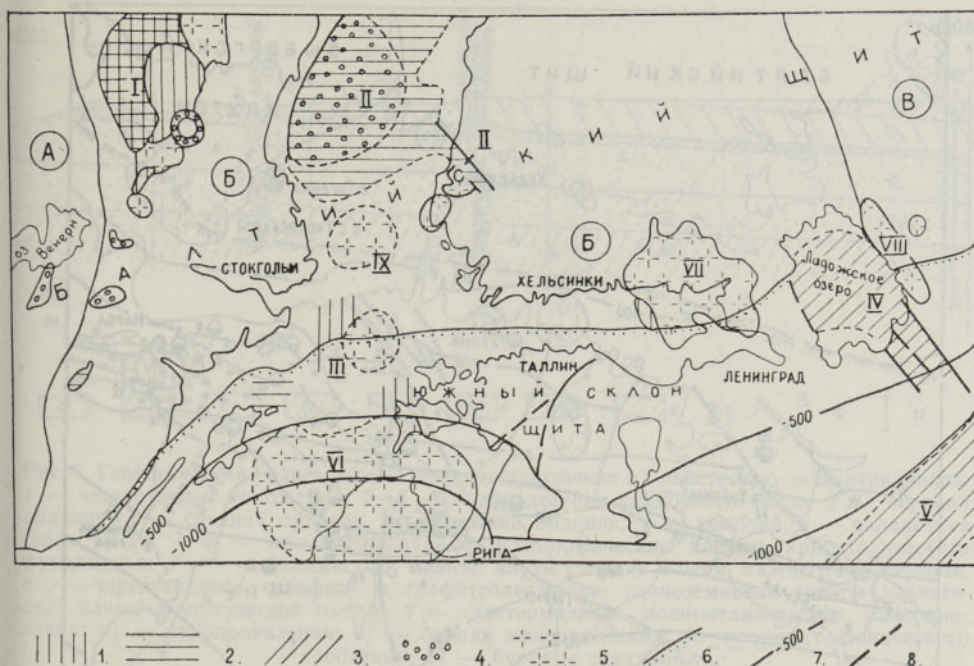


Рис. 1. Схема платформенных структур южной части Балтийского щита и его склона: 1—4 — распространение платформенных комплексов пород в наложенных впадинах: 1 — хогландских (субиотнийских), 2 — иотнийских, 3 — рифейских, 4 — древнепалеозойских; 5 — массивы гранитов рапакиви и анортозитов; 6 — граница распространения осадочного чехла Русской плиты; 7 — стратонизогипсы поверхности довендских пород; 8 — разломы.

Области раннедокембрийских складчатостей: А — массив доготских гнейсов, Б — Свекофенская область (с Восточно-Финляндской зоной карелид), В — Карельская область. Раннеплатформенные наложенные прогибы: I — грабен-синклиналь Даларна, II — Южно-Ботническая грабен-синклиналь, III — предполагаемый Северо-Балтийский прогиб, IV — Ладожская грабен-синклиналь, V — Крестецкий авлакоген; VI—IX — массивы рапакиви: VI — Рижский, VII — Выборгский, VIII — Салминский, IX — Ахвенамаа.

ных блоков и в истории их развития много общего с дислокациями зон глубинных разломов. Общий глубинный характер раннеплатформенных расколов фундамента подчеркивается распространением хогландских и иотнийских интрузий и внутри стабильных блоков.

Наиболее крупные размеры имеет блок, заключенный между Ботнической и Ладожской зонами наложенных прогибов, в пределах которого располагается южная часть Свекофенской складчатой области, простирающаяся на южный и юго-восточный склоны щита.

По данным глубинного геологического картирования, на южном склоне щита (в пределах территории Эстонской ССР) наиболее широко распространены малоамплитудные (до 10—15 м, реже до 30—50 м) разрывные нарушения — сбросы, сбросо-флексуры — и безамплитудные зоны дробления пород. Такие субпараллельные, кулисообразно расположенные разрывные нарушения характерны для полосы Нарва—Пярну (рис. 2), где наряду с крупными нарушениями северо-восточного простирания — Ахтмеским, Азериским, Вийвиконнаским и др., находящимися друг от друга на расстоянии 10—30 км, отмечено множество безамплитудных зон дробления, отстоящих друг от друга на расстоянии 2—5 км (Вахер и др., 1962).



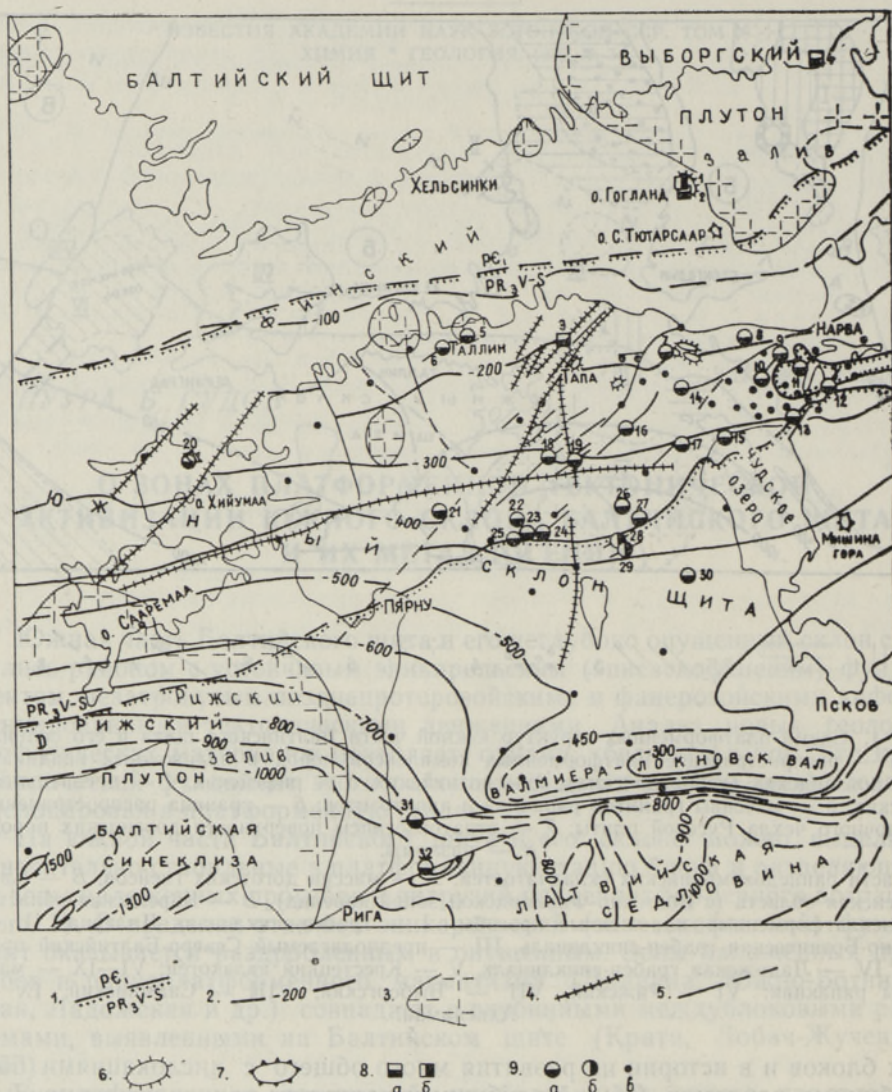


Рис. 2. Схема платформенных дислокаций и проявлений рудной минерализации на южном склоне Балтийского щита: 1 — границы структурных этажей (индексами показан стратиграфический объем); 2 — изогипсы поверхности кристаллического фундамента; 3 — массивы гранитов рапакиви в кристаллическом фундаменте; 4—7 — дислокации: 4 — разрывные нарушения древнего заложения в кристаллическом фундаменте, частично отражающиеся в осадочном чехле, 5 — платформенные разрывные нарушения в кристаллическом фундаменте и осадочном чехле, 6 — локальные поднятия кристаллического фундамента, 7 — кольцевые структуры; 8 — гидротермальные проявления рудной минерализации в кристаллическом фундаменте: а) — полиметаллические, б) — меднополиметаллические; 9 — телотермальные проявления рудной минерализации в кристаллическом фундаменте и осадочном чехле: а) — полиметаллические, б) — меднополиметаллические, в) — находки рудных минералов.

Рудопоявления: 1 — Суур-Сомериконкаллио, 2 — севернее мыса Селькяапаянниemi, 3 — Суру, 4 — Муникониеми, 5 — Саха-Лийва, 6 — Вяо, 7 — Ульясте, 8 — Йыхви, 9 — Вийвиконна, 10 — Куремая, 11 — Нарва, 12 — Сланцы, 13 — Яама, 14 — Туду, 15 — Ранна-Пунгеря, 16 — Ао, 17 — Энниксааре, 18 — Кахала, 19 — Острику, 20 — Палукуола, 21 — Кынну, 22 — Ваки, 23 — Выхма, 24 — Коксвере, 25 — Навести, 26 — Пуйату, 27 — Ныва, 28 — Метсанука, 29 — Лаэва, 30 — Каагвере, 31 — Видрижи, 32 — Инчукалнс.



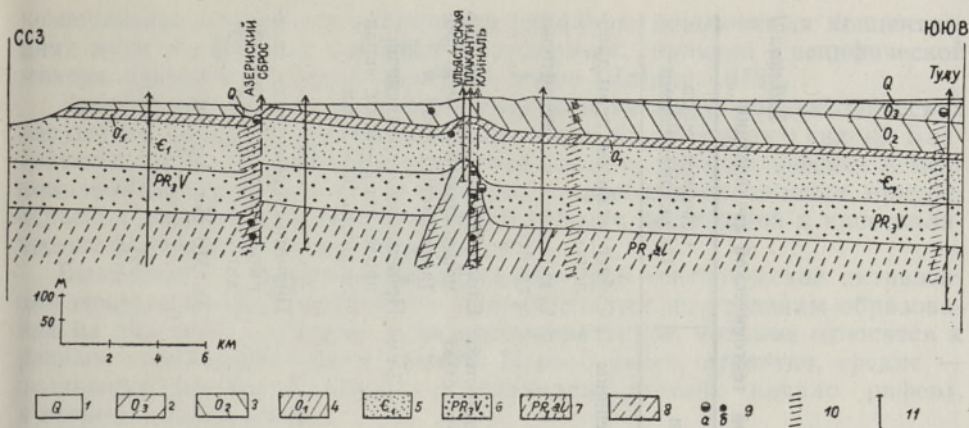


Рис. 3. Геологический разрез через Азерское нарушение и Ульястескую плакантиклиналь: 1 — четвертичные отложения; 2—6 — подразделения осадочного чехла: 2 — верхний ордовик, 3 — средний ордовик, 4 — нижний ордовик, 5 — кембрий, 6 — валдайская серия венда; 7—8 — мигматизированные метаморфические породы кристаллического фундамента: 7 — глиноземистые гнейсы алутагузской толщи нижнего протерозоя, 8 — чередующиеся сульфид- и графитсодержащие глиноземистые гнейсы ульястеской пачки алутагузской толщи; 9 — телетермальная полиметаллическая минерализация: а) — рудопроявления; б) — бедная минерализация; 10 — зоны тектонического дробления; 11 — буровые скважины.

Эти нарушения охватывают осадочный чехол и кристаллический фундамент, причем заметный катаклиз кристаллических пород установлен даже в безамплитудных зонах. Нарушения осадочного чехла частично прослеживаются и над более древними разломами кристаллического фундамента, как это можно видеть, например, в Тапаском поясе разломов доплатформенного заложения (Пуура, 1974).

Направления нарушений в осадочном чехле и фундаменте обычно совпадают или же ориентированы друг к другу под острыми углами. В Северо-Западной Эстонии разрывные дислокации вытянуты преимущественно в северо-западном направлении, однако на о. Хийумаа отмечаются нарушения и северо-восточного простирания.

На территории Северной Эстонии установлен еще один тип дислокаций осадочного чехла и кристаллического фундамента. Это — плакантиклинали с горизонтальными размерами от  $1 \times 2$  до  $4 \times 12$  км и амплитудой приподнятого блока фундамента от 40 до 250 м (Ульясте, Ассамалла и др.). Геологический разрез через Азерское нарушение и Ульястескую плакантиклиналь показан на рис. 3. Такие же дислокации можно предположительно выделить и в Центральной Эстонии.

К особому — условно кольцевому — типу дислокаций отнесены Мишинорская (Псковская область) и Кярдлаская (о. Хийумаа) структуры.

В истории формирования дислокаций проявляется определенная стадийность (Пуура, Мардла, 1972). Большинство дислокаций сформировалось в байкальскую (плакантиклинали, некоторые разрывные нарушения) и каледонскую (основная часть разрывных нарушений, Валмиера-Локновский вал) тектонические эпохи.

Унаследованное развитие более молодых нарушений особенно наглядно видно на примере разломов доплатформенного заложения по направлению Тапа—Пярну, которые четко отражаются еще в изобозах неотектонического поднятия.

Сведения о металлогении междублоковых зон наложенных прогибов и магматизма практически отсутствуют. Имеются отдельные данные о ред-

Таблица 1  
Характеристика среднетемпературных гидротермальных рудопроявлений в зонах платформенной тектонической активизации

| Геологические признаки                  | Суур-Сомериконкаллио   | Суру   | Муникониеми  | Севернее мыса Селькяпаянниеми                                   |
|---|--|--|--|---|
| Условия залегания                       | Субвертикальные зоны дробления                                   | Вертикальные зоны дробления                              | Субвертикальные трещины                                | Субвертикальные зоны дробления                                  |
| Вмещающие породы                        | Метаморфизованные вулканы среднего состава                       | Мигматизированные биотит-амфиболовые гнейсы и амфиболиты | Граниты рапакиви                                       | Слюдяные и лептитовые гнейсы                                    |
| Морфология рудных тел и их размеры      | Столбообразная залежь мощностью 1—2 м и протяженностью 15 м      | —  | Рудные жилы мощностью 1—3 см и протяженностью 25—100 м | Столбообразная залежь мощностью 5—7 м и протяженностью >50 м    |
| Текстура руд и размеры рудных агрегатов | Прожилково-вкрапленная, прожилки 2—3 мм, вкрапленность 1—2 см    | Брекчиевидная с рудным цементом                          | Жильная массивная, 1—3 см                              | Прожилково-вкрапленная, прожилки 2—3 мм, вкрапленность 0,1—2 мм |
| Окислительные изменения                 | Окварцевание   | Каолинитизация   | Каолинитизация   | —   |
| Минеральный состав руд                  | Галенит (вкрапленность), сфалерит (прожилки). Редко халькопирит. | Пирит, галенит, сфалерит. Редко халькопирит.             | Галенит  | Пирротин, сфалерит, галенит, халькопирит, пентландит            |
| Элементы примеси                        | Ag   | Ag, Au   | Sn, Sb, Ag, Au   | As, Mo, Sn, Ag, Au  |



кометальном оруденении в гранитах рапакиви, повышенных концентрациях меди и никеля в иотнийских долеритах, наличии специфической минерализации в массивах щелочных пород (Кайта, 1973).

Значительно больше сведений о рудной минерализации тектонических нарушений внутри относительно стабильного блока южного склона Балтийского щита. Установлены многочисленные полиметаллические и меднополиметаллические, а также редкометалльные рудопроявления, приуроченные к зонам платформенных тектонических дислокаций в кристаллическом фундаменте и осадочном чехле.

Выявленное в пределах зон платформенной тектонической активизации гидротермальное оруденение подразделяется по условиям образования на два типа — средне- и низкотемпературное, которые относятся к разным металлогеническим эпохам. Первое имеет, вероятно, средне — позднепротерозойский возраст (хогландий, иотний, начало рифея), а второе — герцинский.

Общие сведения о гидротермальных среднетемпературных полиметаллических рудопроявлениях в кристаллическом фундаменте приведены в табл. 1. Рудопроявления Суур-Сомериконкалли и Муникониemi эксплуатировались кустарным способом.

Низкотемпературные или телетермальные сульфидные полиметаллические рудопроявления распространены в трех зонах платформенной тектонической активизации: Пярну-Наровской, Таллинско-Хийумааской и Псковско-Рижской (рис. 2). В первых двух рудная минерализация установлена в кристаллическом фундаменте и осадочном чехле, в Псковско-Рижской зоне — только в осадочном чехле.

Среди сульфидных проявлений южного склона щита можно выделить полиметаллические и меднополиметаллические рудопроявления. Геологическая характеристика основных телетермальных рудопроявлений приведена в табл. 2.

Наиболее изучены телетермальные проявления Пярну-Наровской зоны. В ее пределах отмечена горизонтальная минералого-геохимическая зональность, которая выражается в изменении минеральных ассоциаций с запада на восток (по убывающему значению металлов):  $\text{Fe—Pb}$ ,  $\text{Fe—Pb—(Zn)}$ ,  $\text{Fe—Pb—Zn—(Cu)}$ ,  $\text{Fe—Zn—(Pb)}$ ,  $\text{Fe—Zn}$ .

Самые крупные рудопроявления приурочены к полосе, смещенной к востоку от центральной части зоны и расположенной между Вийвиконна и Нарва (в Северо-Восточной Эстонии), Выхма и Лаэва (в Центральной Эстонии). Рудопроявления Выхма в прошлом эксплуатировались кустарным способом.

Наиболее перспективным для обнаружения неглубоко залегающих свинцово-цинковых руд в пределах Пярну-Наровской зоны платформенных тектонических дислокаций является район, расположенный к юго-западу от Выхма. Здесь под т. н. экраном мергелистых пород наровского горизонта среднего девона в герцинскую эпоху создались благоприятные геологические условия для формирования промышленных скоплений руд (Судов, 1973).

Рудопроявления Таллинско-Хийумааской зоны платформенных тектонических нарушений изучены значительно слабее. Отмечается приуроченность к одним и тем же тектоническим зонам процесса сульфидного минералообразования и процесса битумообразования (проявления асфальтита в карбонатных породах верхнего ордовика в Палукюла и нижнего силура в Лайккюла). В рудопроявлении Палукюла впервые для южного склона Балтийского щита установлен факт непрерывного распространения телетермального полиметаллического оруденения из кристаллических пород в перекрывающие осадочные карбонатные породы.



Характеристика некоторых телермальных рудопроявлений в зонах платформенной тектонической активизации

Таблица 2

| Геологические признаки                   | Таллинско-Хийумааская зона   |  |   | Пярну-Наровская зона  |   |  | Псковско-Рижская зона                                |         |
|--|--|--|---|---|---|--|--|---------|
|  | Палукюла   | Саха-Лийва                               | Ульясте                                       | Вийвиконна  | Выхма   | Лаэва  | Песчанки   | Видрижи |
| Тип оруденения                           | Pb—Zn  | Pb                                       | Pb—Zn   | Pb—Zn   | Pb—Zn   | Cu—Pb—Zn   | Cu—Pb—Zn   |         |
| Вмещающие породы и их возраст            | Гнейсы AR—PR <sub>1-2</sub> , доломитизированные известняки O <sub>2</sub> —O <sub>3</sub> | Диктионемовые аргиллиты O <sub>1рк</sub> | Мраморы и гнейсы PR <sub>1-2</sub>            | Доломитизированные известняки и горючие сланцы O <sub>2кк</sub>                           | Доломиты S <sub>1ад</sub>   | Мергели, песчаники, доломиты D <sub>2рг</sub> S <sub>1ад</sub> | Песчанки Dist  |         |
| Морфология рудных тел и их размеры       | Субвертикальные жилы и линзы   | Субвертикальные жилы                     | Субвертикальные линзы                         | Субвертикальные линзы шириной 4—5 м, мощностью 1—3 м, протяженность первые десятки метров | Субвертикальные линзы в зонах мощностью 30—50 м                         | Субвертикальные, иногда псевдопластовые линзы                  | Псевдопластовые линзы мощностью до 0,4 м             |         |
| Текстура руд                             | Прожилково-вкрапленная, брекчиевидная  | Прожилковая                              | Прожилково-вкрапленная                        | Прожилково-вкрапленная брекчиевидная  | Вкрапленная, жеоидовая  | Прожилково-вкрапленная, жеоидовая                              | Вкрапленная  |         |
| Минеральный состав руд                   | Пирит, галенит, сфалерит   | Пирит, галенит                           | Осн о в н ы е: галенит, сфалерит, пирит       | Осн о в н ы е: Галенит, сфалерит, пирит, марказит   | Осн о в н ы е: пирит, галенит, сфалерит, марказит                       | Осн о в н ы е: пирит, галенит, халькопирит                     | Осн о в н ы е: пирит, галенит, сфалерит, халькопирит |         |
| Сопутствующие минералы                   | Доломит, кальцит   | Доломит, каль-цит, гетит                 | Доломит, каль-цит, гетит                      | Доломит, кальцит, анкерит, барит  | Доломит, кальцит, барит   | Доломит, кальцит, барит, гетит                                 | Доломит, кальцит, барит, гетит                       |         |
| Кол-во стадий минералообразования        | ?  | 2  | ?   | 3   | 3   | 5  | 2  |         |
| Окислительные изменения                  | Доломитизация  | —  | Доломитизация и перекристаллизация карбонатов | Доломитизация   | Растворение карбонатов и доломитизация                                  | Растворение карбонатов и доломитизация                         | Окварцевание   |         |
| Повышенные содержания элементов-примесей | —  | Мо в рудах                               | As, Cd, Mo, Ba в рудах                        | Cd, Mo, Zn, Sn в галенитах; Cd, Cd, Ti, In в сфалеритах; Bi, Ag, Au в рудах               | Cd, Mo, Zn, Sn в галенитах; Cd, Cd, Ti, In в сфалеритах; Ag, Au в рудах | As, Cd, Mn в рудах   | —  |         |



Рудопроявления Псковско-Рижской зоны платформенных тектонических дислокаций изучены также слабо и лишь в верхней, девонско-силурийской части разреза осадочных пород. Для рудопоявлений этой зоны характерен менее четкий тектонический контроль оруденения (Федоренко, Менакер, 1969).

Большинство телетермальных полиметаллических и меднополиметаллических рудопоявлений как в кристаллических, так и осадочных породах сопровождается эндогенными первичными ореолами свинца, цинка, меди, бария, сурьмы, мышьяка, олова, кадмия, серебра, таллия, ртути и йода.

Для дальнейшего изучения рудоносности зон платформенных тектонических нарушений южного склона Балтийского щита большой научный и практический интерес представляют следующие проблемы.

1. Классификация платформенных дислокаций в осадочном чехле на склонах щита и разработка критериев их диагностики в породах фундамента.

2. Параллельное изучение проявлений платформенной рудной минерализации в чехле и фундаменте.

3. Изучение процессов регенерации рудного вещества доплатформенных комплексов пород в зонах платформенной тектонической активизации.

4. Поиски свинцово-цинковых месторождений в полосе контакта девонских и силурийских пород в пределах Пярну-Наровской зоны платформенной тектонической активизации.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Вахер Р. М., Пуура В. А., Эрисалу Э. К. 1962. О тектоническом строении Северо-Восточной Эстонии. Тр. Ин-та геол. АН ЭССР, X.
- Кратц К. О., Лобач-Жученко С. Б. 1970. Изотопная геохронология и глубинное строение земной коры. Геотектоника, № 2.
- Пуура В. А. 1974. Структура южного склона Балтийского щита. Автореф. канд. дис. Таллин.
- Пуура В., Мардла А. 1972. Структурное расчленение осадочного чехла в Эстонии. Изв. АН ЭССР, Хим. Геол., 21, № 1.
- Судов Б. А. 1973. Свинцово-цинковые рудопоявления на территории Эстонской ССР и их перспективы. Разведка и охрана недр, № 3.
- Федоренко Я. Д., Менакер Е. А. 1969. Закономерности распределения свинца в девонских отложениях Латвии. Советская геология, № 10.
- Kahma A. 1973. The mean metallogenic features of Finland. Bull. Geol. Surv. of Finland, No. 265.

Управление геологии  
Совета Министров Эстонской ССР

Поступила в редакцию  
22/VII 1975

V. PUURA, B. SUDOV

#### BALTI KILBI LÖUNANÖLVA TEKTOONILISE AKTIIVSUSE VÕÖNDITEST JA NENDE METALLOGEENIAST

Balti kilbi lõunaosas ja nõlvadel saab eraldada suhteliselt stabiilseid plokkide ja nendevahelisi tektoonilise aktiivsuse vööndeid. Viimastes esineb varaplatvormilisi magmakivimeid ning sünkliinaalseid ja alangulisi struktuure, mille piires platvormiline kate on suhteliselt intensiivselt dislokseeritud. Kuid ka stabiilsete plokkide piires esineb rebendrikete süsteeme; neist ulatuslikem on Pärnu—Narva kirde-edelasuunaliste rikete vöönd. Artiklis on peatähelepanu pööratud stabiilsete plokkide tektooniliste rikete metallogeeni-ale. Sagedaimini esineb neis polümetallilise ja vase-polümetallilise maagistumise nähteid, maagistumisega kaasnevad Pb, Zn, Cu, Ba, Bi, As, Sn, Cd, Ag, Tl, Hg ja J primaarsed hajumisoreoolid.



V. PUURA, B. SUDOV

**THE TECTONICALLY ACTIVE PLATFORM ZONES ON THE SOUTH SLOPE OF THE BALTIC SHIELD AND THEIR METALLOGENY**

In the south part of the Baltic shield and its slopes, there are found large blocks of basement, which are relatively stable in the platform stage, and intermediate zones with intrusions of an early platform age, and overlying depressions with a dislocated sedimentary mantle. The sedimentary mantle, represented by relatively stable blocks of basement, is likewise dislocated owing to platform-tectonical processes.

On the south slope of the Baltic shield, represented by a relatively stable block, are found fault zones (of a small amplitude of the Aseri, Ahtme, Viivikonna, etc. ages) and also numerous dislocations of no amplitude, lying between them. A few placanticlinals and ring structures have also been stated. The inherited character of the development of faults has been proved, which goes back to the Baikal or Caledonian, and sometimes also to the Early Proterozoic epoch.

Numerous polymetallic and copper-polymetallic, and also primary metallic shows of ores are found in the tectonically active platform zones of the crystalline basement and in the sedimentary rocks. Medium-temperature and low-temperature hydrothermal mineralization has been discovered mainly in the Pärnu—Narva fault zone.

The polymetallic and copper-polymetallic shows of ores in the crystalline and sedimentary rocks are accompanied by primary aureoles of Pb, Zn, Cu, Ba, Sb, As, Cd, Ag, Tl, Hg and J.