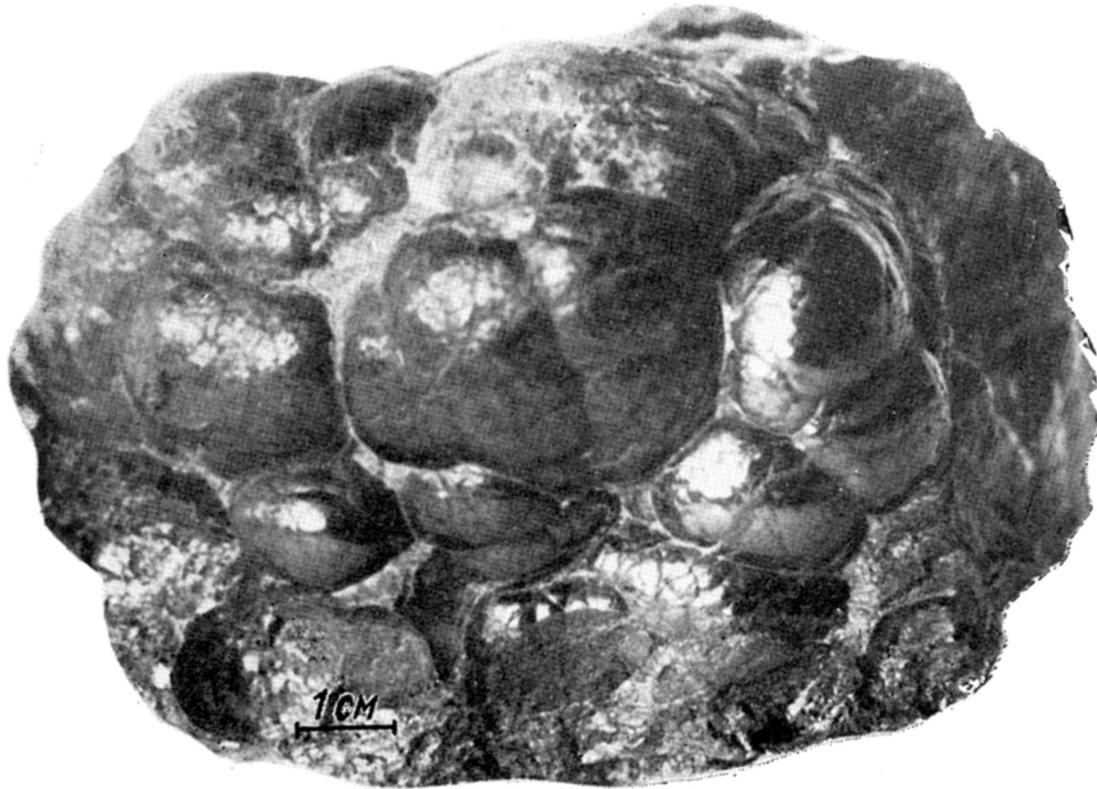


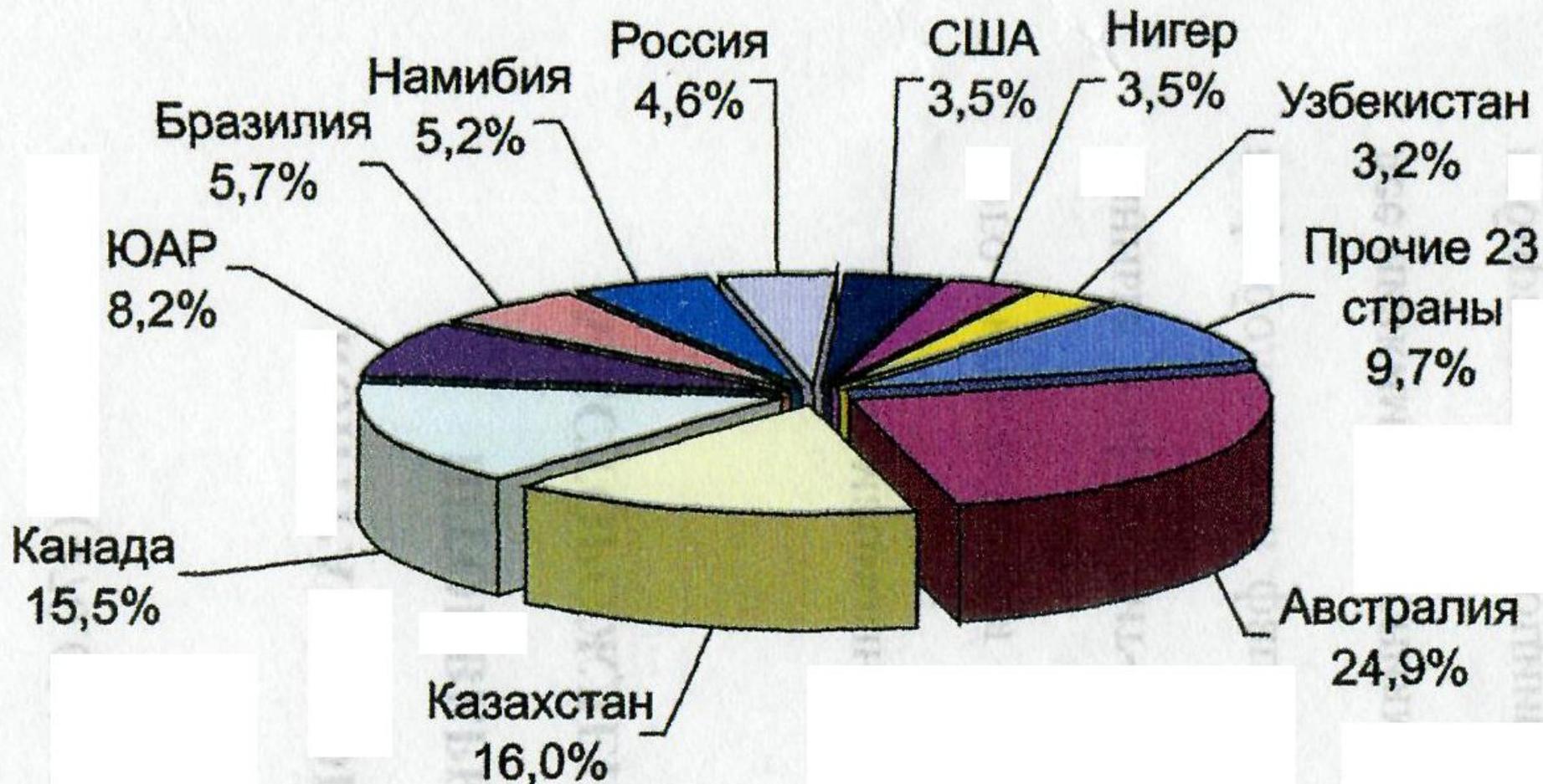
# *Минерально-сырьевой комплекс России – уран*



**Почковидный агрегат настурана (урановой смоляной руды или урановой смолки)  $UO_x$ , где  $x = 2,17-2,73$**

# Мир – 2 811,2 тыс. т

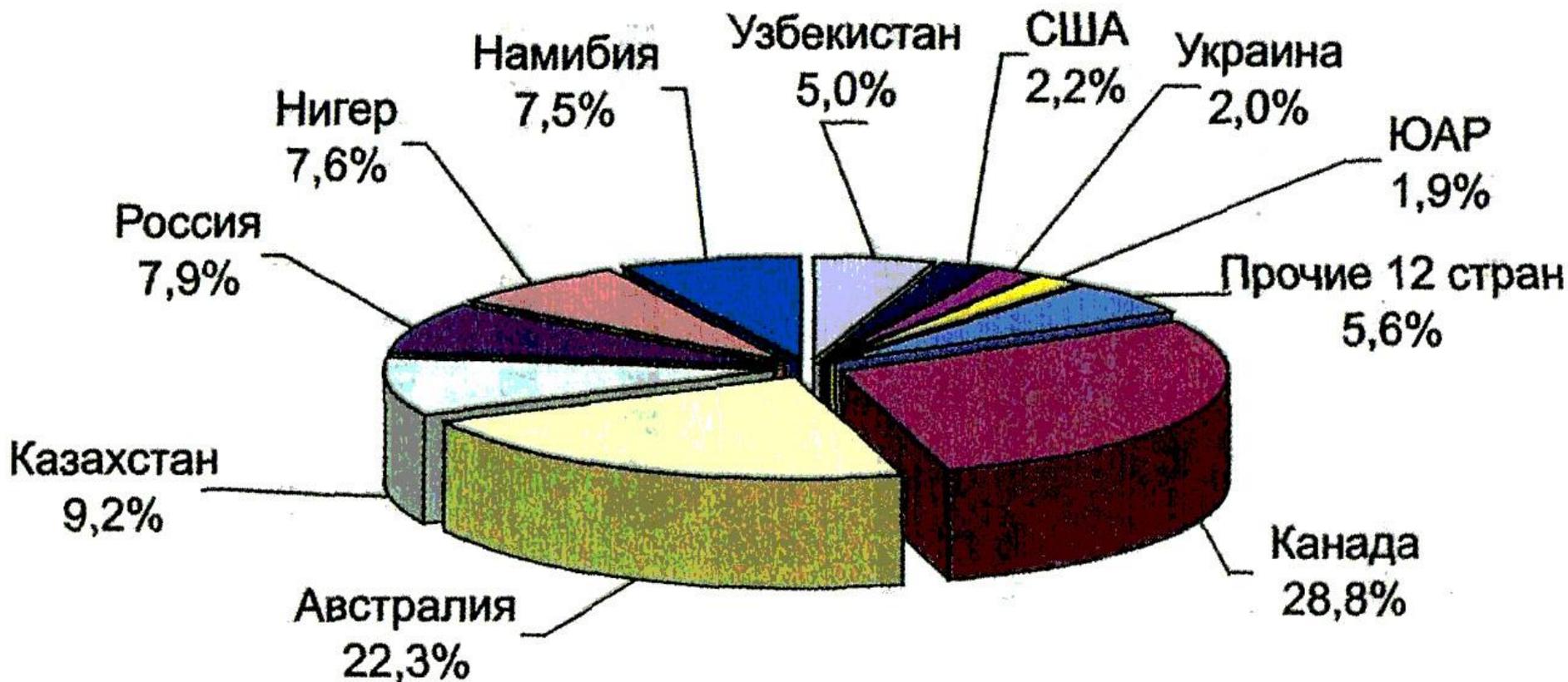
Доля запасов с себестоимостью производства урана менее 80 дол./кг в Австралии достигает почти 96%, в Казахстане – 57%, в Канаде – 82% /Ставский и др., 2013/.



**Мировые подтвержденные запасы урана и их распределение по странам, 2005 г.**

*М.П. Бежанова, С.К. Бежанов*

# Мир – 40,31 тыс. т

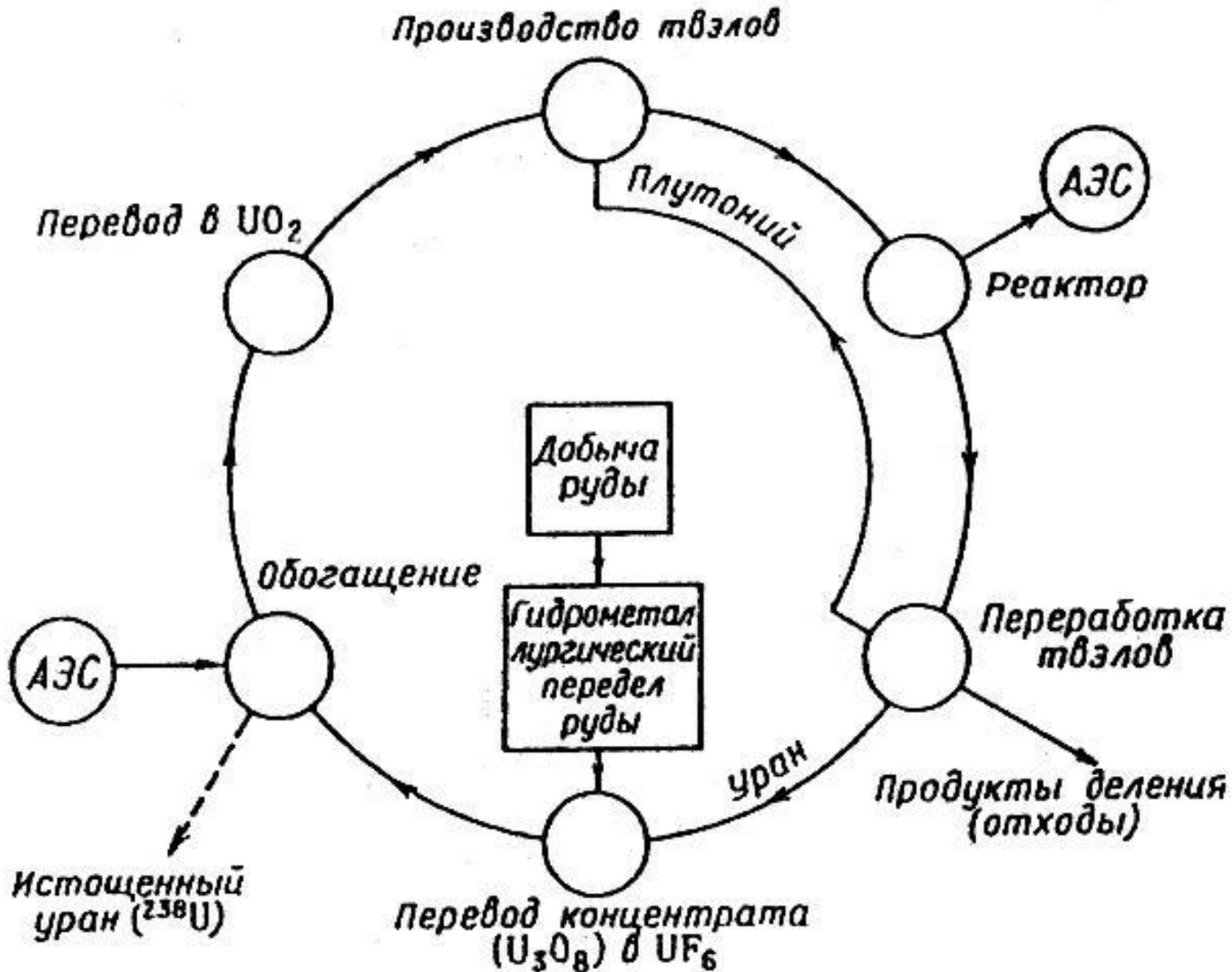


**Мировое производство урана в концентратах и основные страны-производители, 2004 г.**

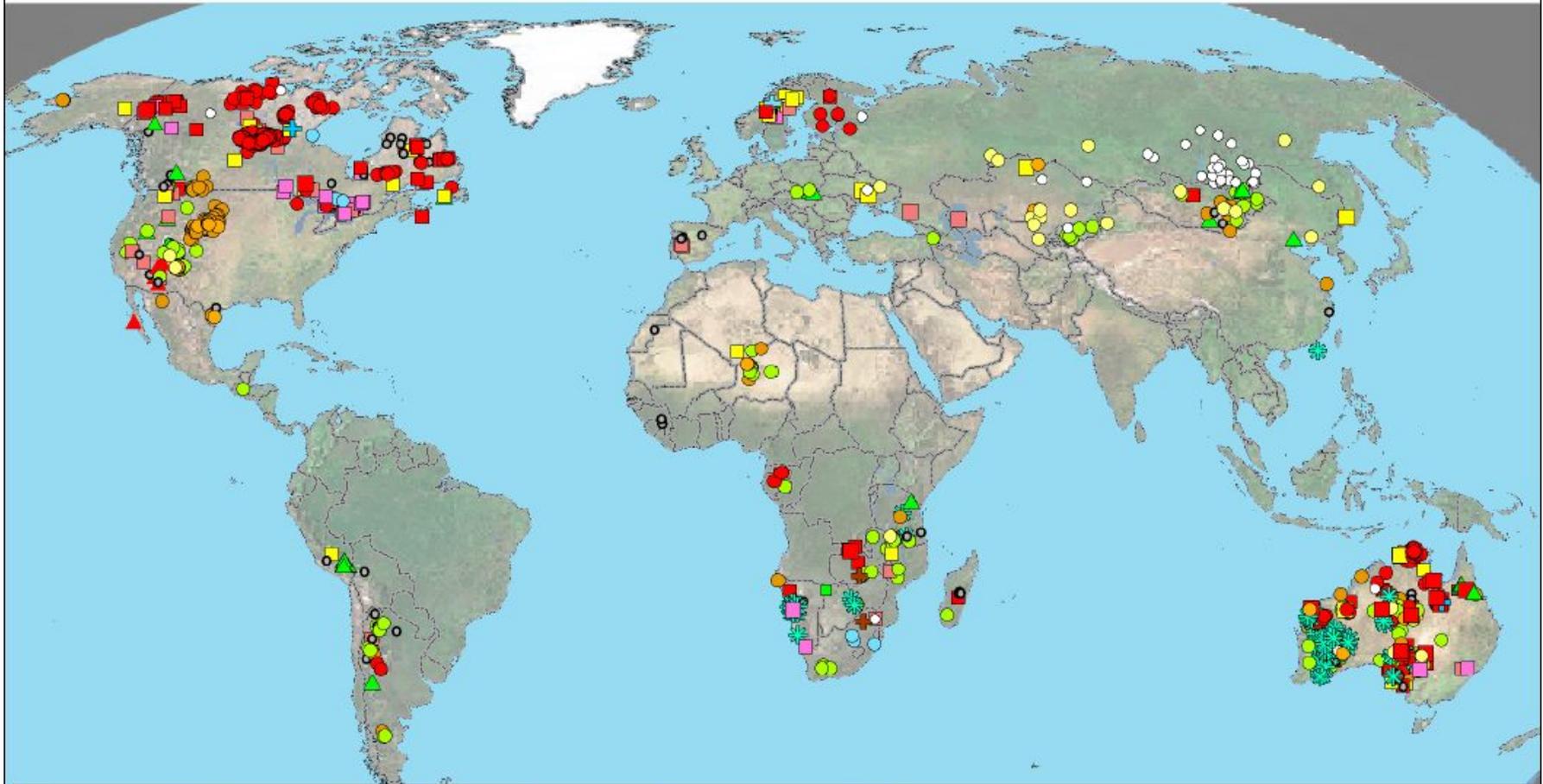
/Бежанова, Бежанов, 2008/

Производственные мощности корпорации «ТВЭЛ» составляют 17,6% мировых, на ее топливе работают 76 энергетических реакторов в четырнадцати странах мира /Ставский и др., 2013/.

# Схема ядерно-топливного цикла



## Distribution of Uranium Projects as of June 2006



**Uranium Projects classified by Deposit Type (n= 1,187) June 2000 = 198 projects**

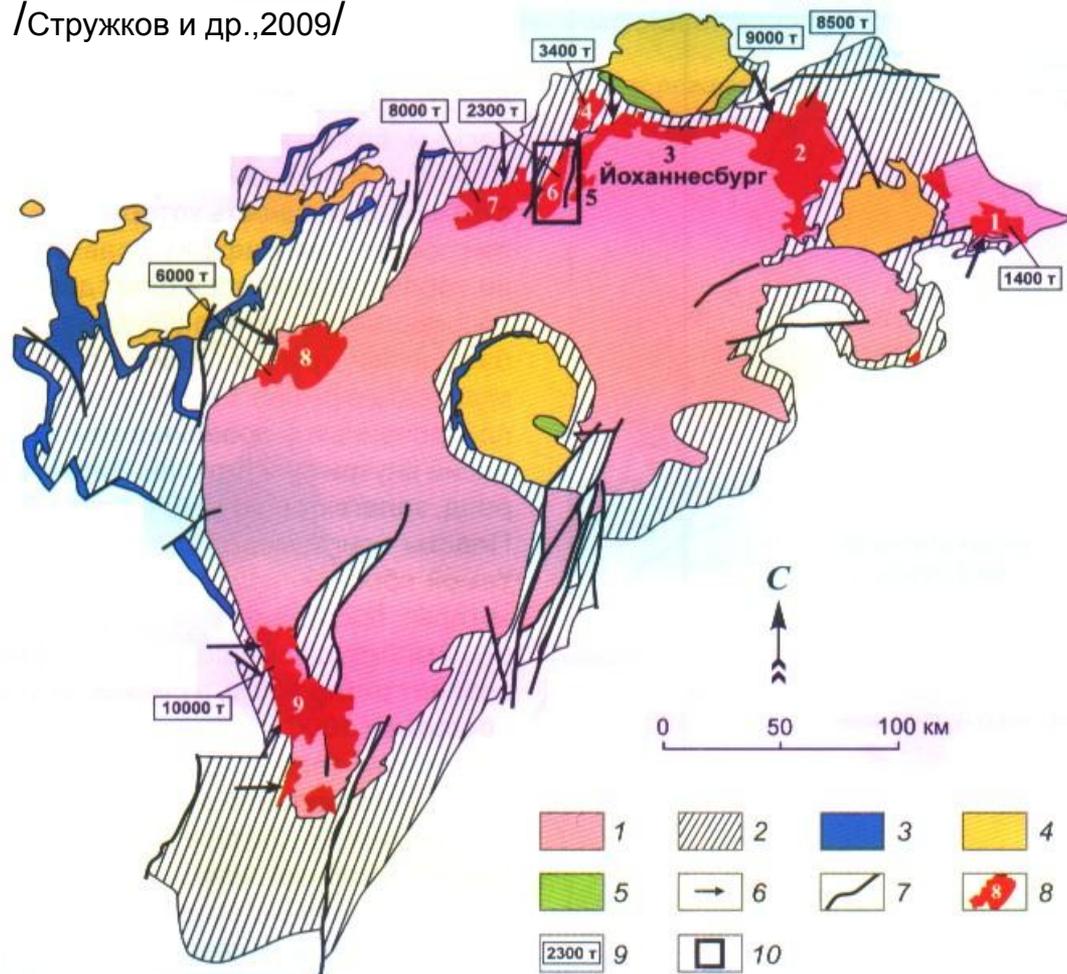
- |                            |                              |                            |                              |
|----------------------------|------------------------------|----------------------------|------------------------------|
| ○ Unclassified             | ○ Quartz-Pebble conglomerate | ■ Anatectic Granitoid-type | ⊕ Lignite                    |
| ● Unconformity-Type        | ▲ Volcanics                  | ■ Intrusion-related Veins  | ⊛ Calcrete                   |
| ● Roll Front-type          | ■ IOCG Breccia Complex       | ⊕ Skarns                   | ■ Pedogenic / Structure Fill |
| ○ Channel and Tabular-type | ■ Epimetamorphic Vein-type   | ⊕ Phosphate-hosted         | ■ Peat and Bog               |



**Выпуск U в концентратах основными странами-производителями в 2009гг., тыс.т [Егорова и др.,2011] Цена на U 47 \$/фунт (103 \$/кг) 10.2011**

Рис. 1. Схема геологического строения золоторудного района Витватерсранд (по (2), с изменениями)

/Стружков и др.,2009/



Архейские породы – супергруппа Витватерсранд: 1 – песчаники и конгломераты группы Централ Ранд, 2 – песчаники и конгломераты группы Вест Ранд; 3 – вулканы группы Доминион; 4 – гранитоиды; 5 – зеленокаменные породы (аповулканы); 6 – палеосклон и направление сноса; 7 – основные разломы; 8 – золоторудные поля: 1 – Эвандер, 2 – Ист Ранд, 3 – Централ Ранд, 4 – Вест Ранд, 5 – Саус Дип, 6 – Вестерн Ариас, 7 – Карлетонвиль, 8 – Клерксдорп, 9 – Вельком; 9 – добыча золота, т; 10 – группа золоторудных полей и месторождений, показанная на рис. 3

# Pyritic Quartz Pebble Conglomerate Model – Witwatersrand sub-type



## •Uranium Minerals

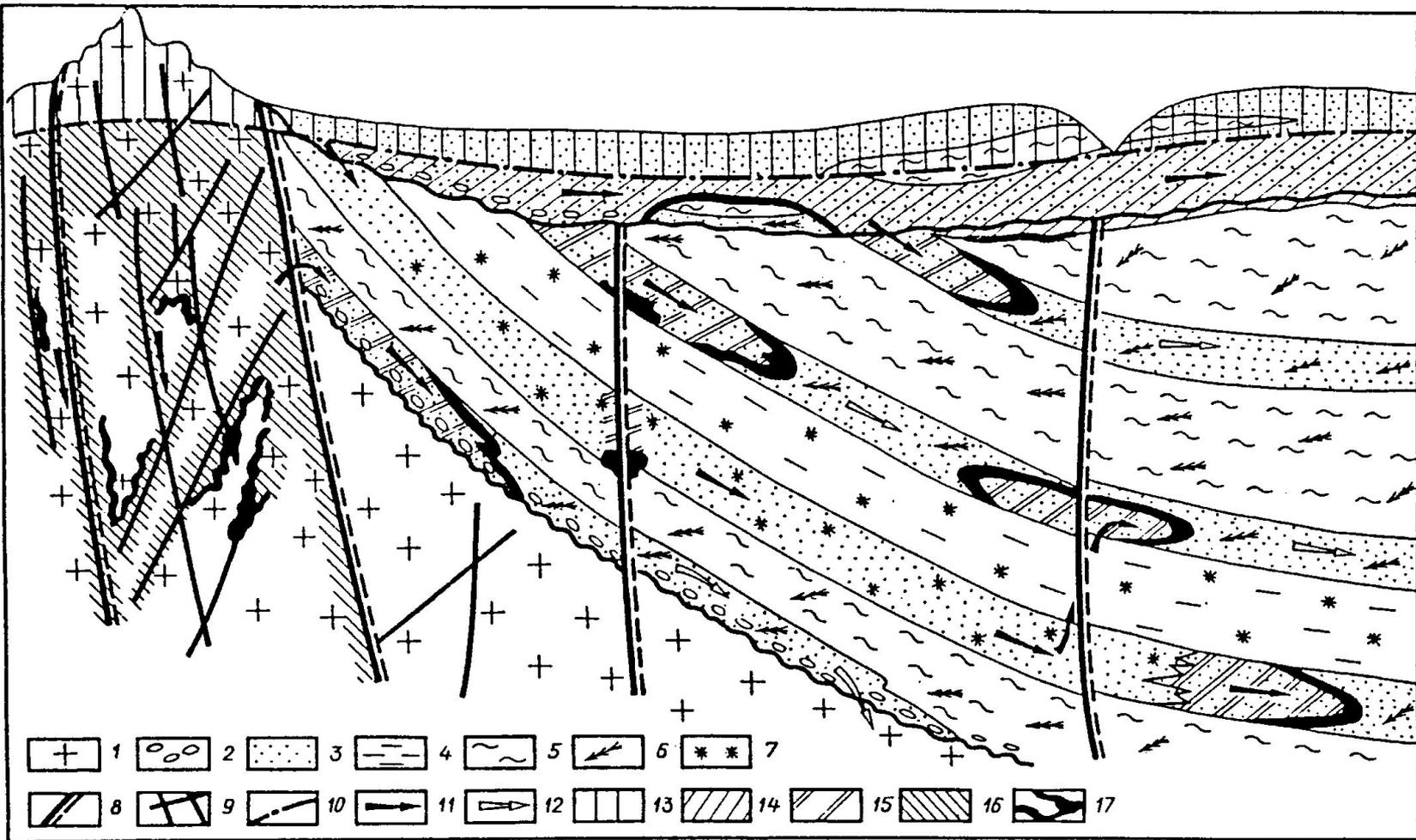
- **Uraninite**, uranothorite, brannerite, coffinite, thucholite

## •Alteration

- Regional pyrophyllite-chloritoid-muscovite-chlorite-quartz-rutile-pyrite

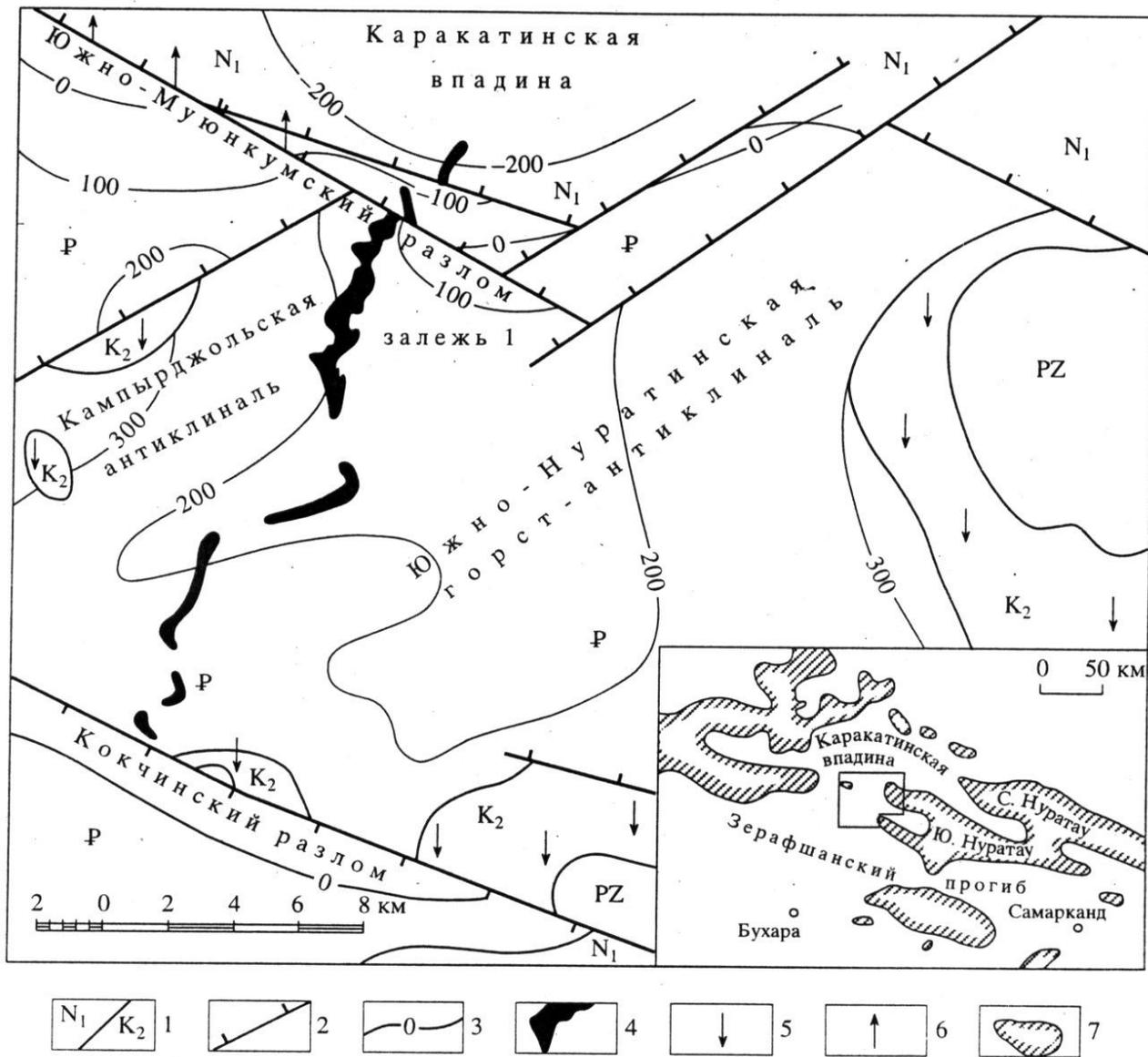
## •Element Association:

- **U, Au, Ag**, (REE, Ti, Fe, S, PGE, Ni, Co)
- U:Th ~15:1, U:Au 5->500:1, 100x more Au than Elliot Lake type



**Зоны окисления и связь с ними уранового оруденения. По Е.М.Шмариовичу, упрощено. Отношение вертикального и горизонтального масштабов 1:100.**

1 – породы фундамента; 2 – галька и гравий; 3 – песок; 4 – алевролит; 5 – глина; 6 – первично сероцветные породы с углистыми остатками; 7 – первично красноцветные породы; 8 – разломы; 9 – зоны трещиноватости; 10 – уровень грунтовых вод; 11–12 - направление движения подземных вод: 11 – кислородных ураноносных, 12 – бескислородных, не содержащих уран; 13-16 – зоны окисления: 13 – поверхностного, 14 – грунтового пластово-порового, 15 – порового пластового (ЗПО), 16 – трещинного; 17 – урановое оруденение.

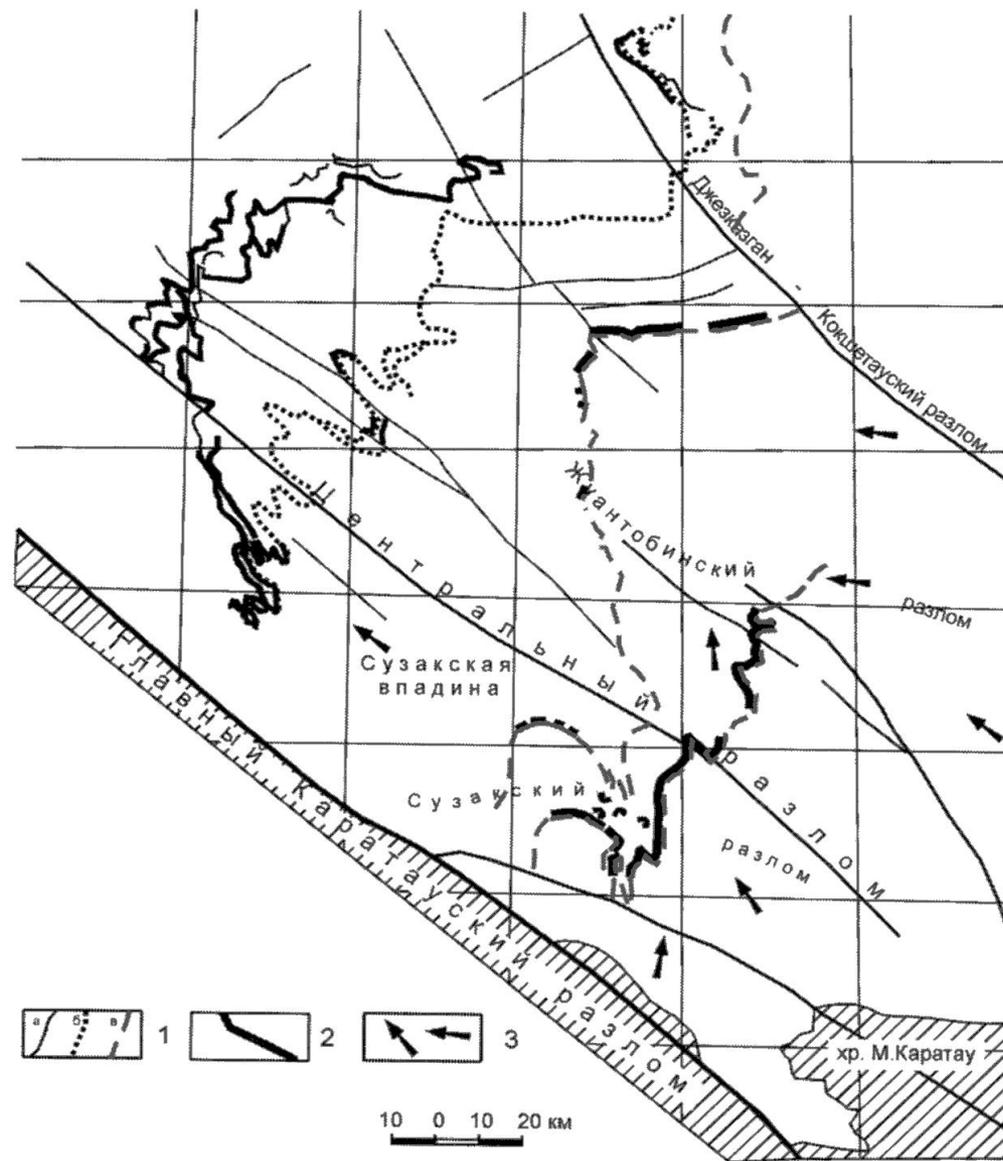


Фиг. 1. Геолого-структурная схема района месторождения Букинай. ГРМ, №1, т. 38, 1996

1 – выходы на дневную поверхность пород палеозойского складчатого фундамента (PZ), песчано-глинистых отложений верхнего мела (K<sub>2</sub>), карбонатных и глинистых пород палеогена (P), песчано-глинистых пород миоцена (N<sub>1</sub>); 2 – разломы (штрихи направлены в сторону опущенного блока); 3 – стратоизогипсы кровли верхнемеловых пород; 4 – проекция рудной залежи 1 на дневную поверхность; области питания (5) и разгрузки (6) рудовмещающего водоносного комплекса; 7 – выходы палеозойского фундамента на мелкомасштабной карте.

# Барханы Кызыл Кумов

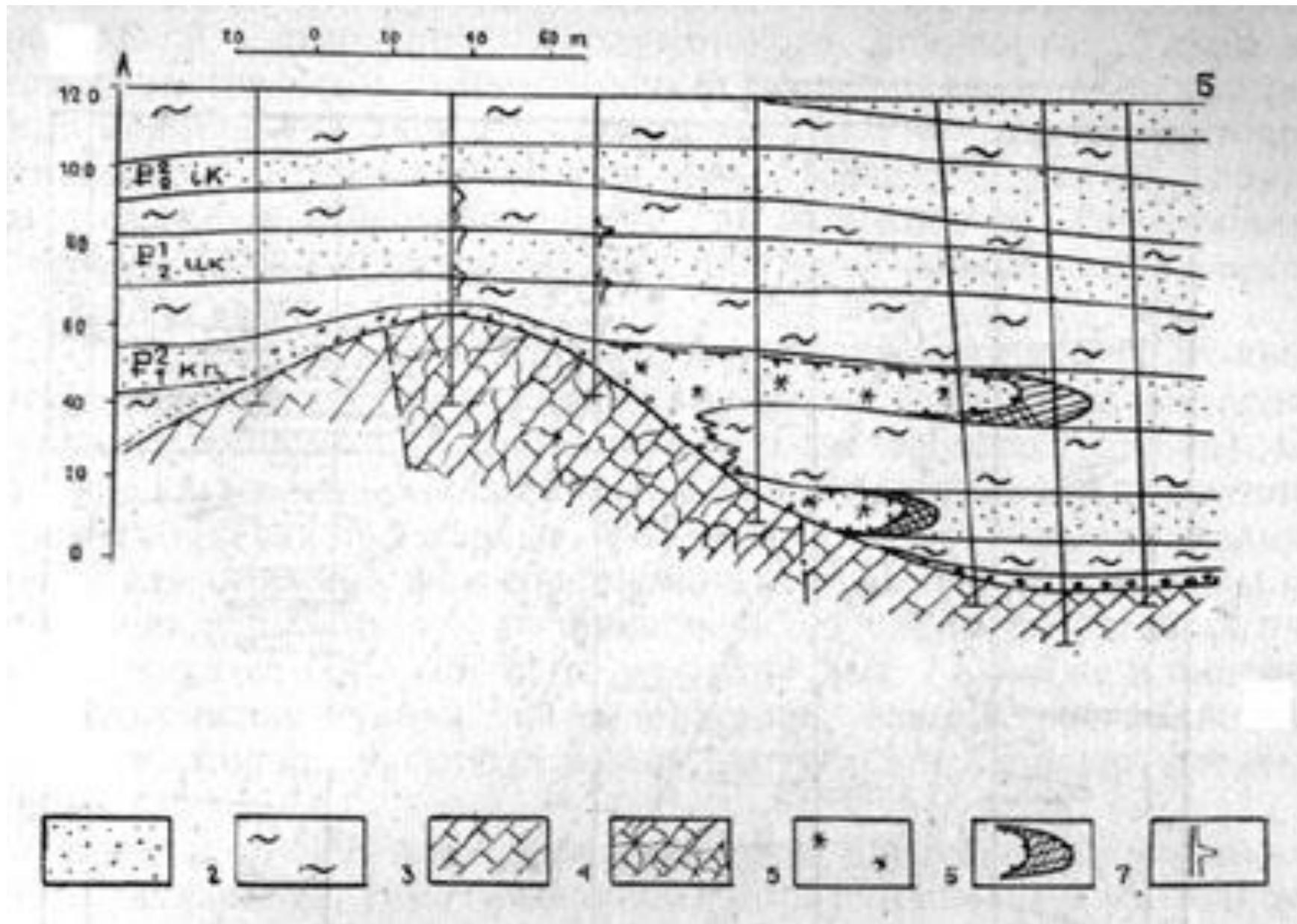




**Положение экзогенно-инфильтрационного уранового оруденения в породах чехла Чу-Сарысуйской депрессии** /Величкин, Власов, 2006/

1 - границы зон пластового окисления в отложениях  $K_2$  (а), Pg (б) и Pg-N (в); 2 - рудные тела; 3 - направления движения пластовых вод.

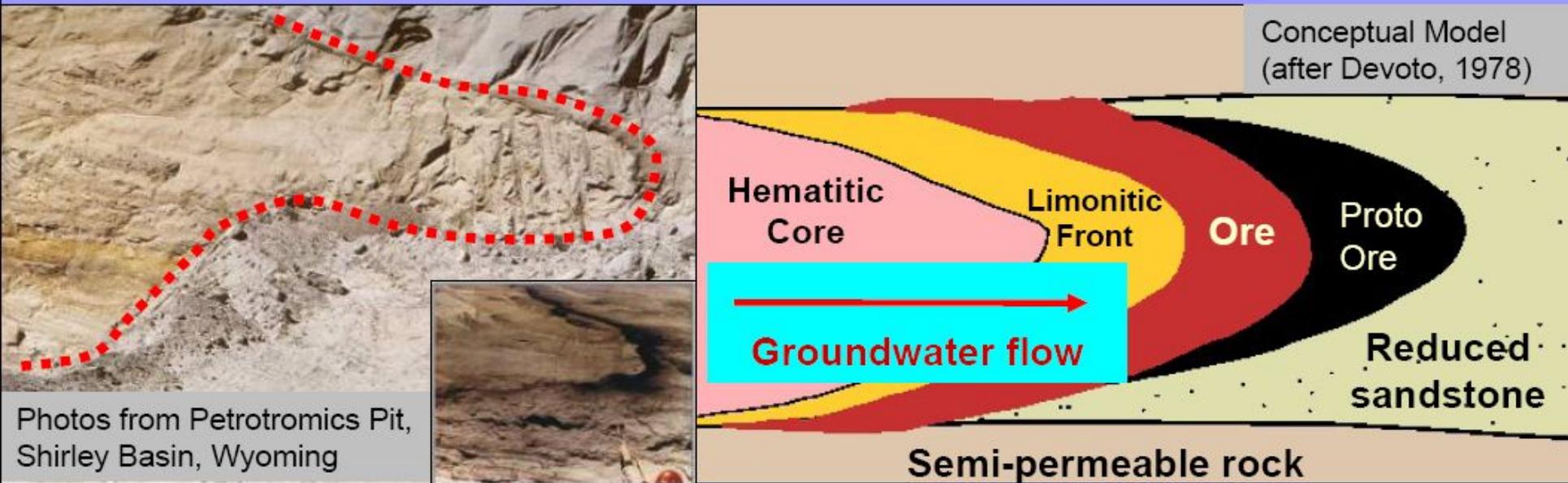
# Разрез Канджуганского месторождения урана роллового типа



# Модель роллового месторождения урана

/Томас, Брисби, Древер, Залусский, 2006/

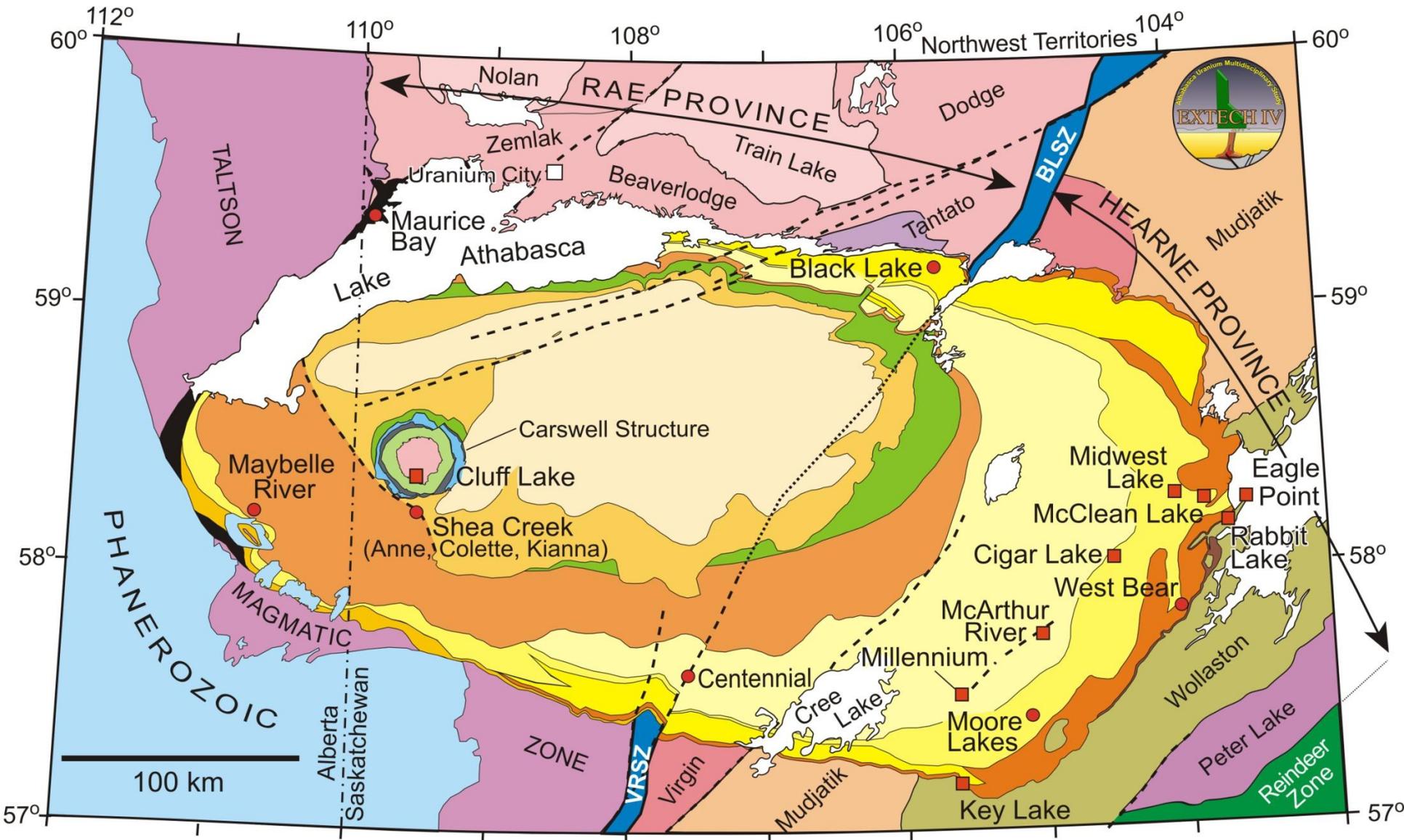
## *Sandstone-type Uranium Model - Roll-Front Anatomy*



***Фрагмент полигона ПВ урановых руд района Уч-Кудука***



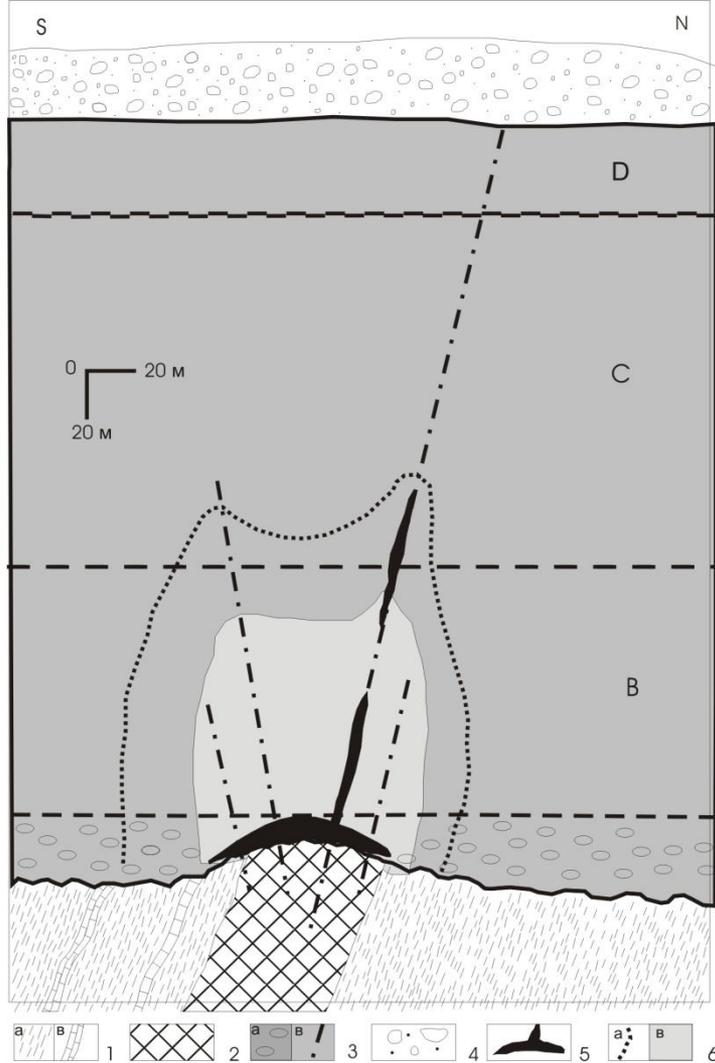




- Major deposit
- Prospect

**FORMATIONS OF THE ATHABASCA GROUP**

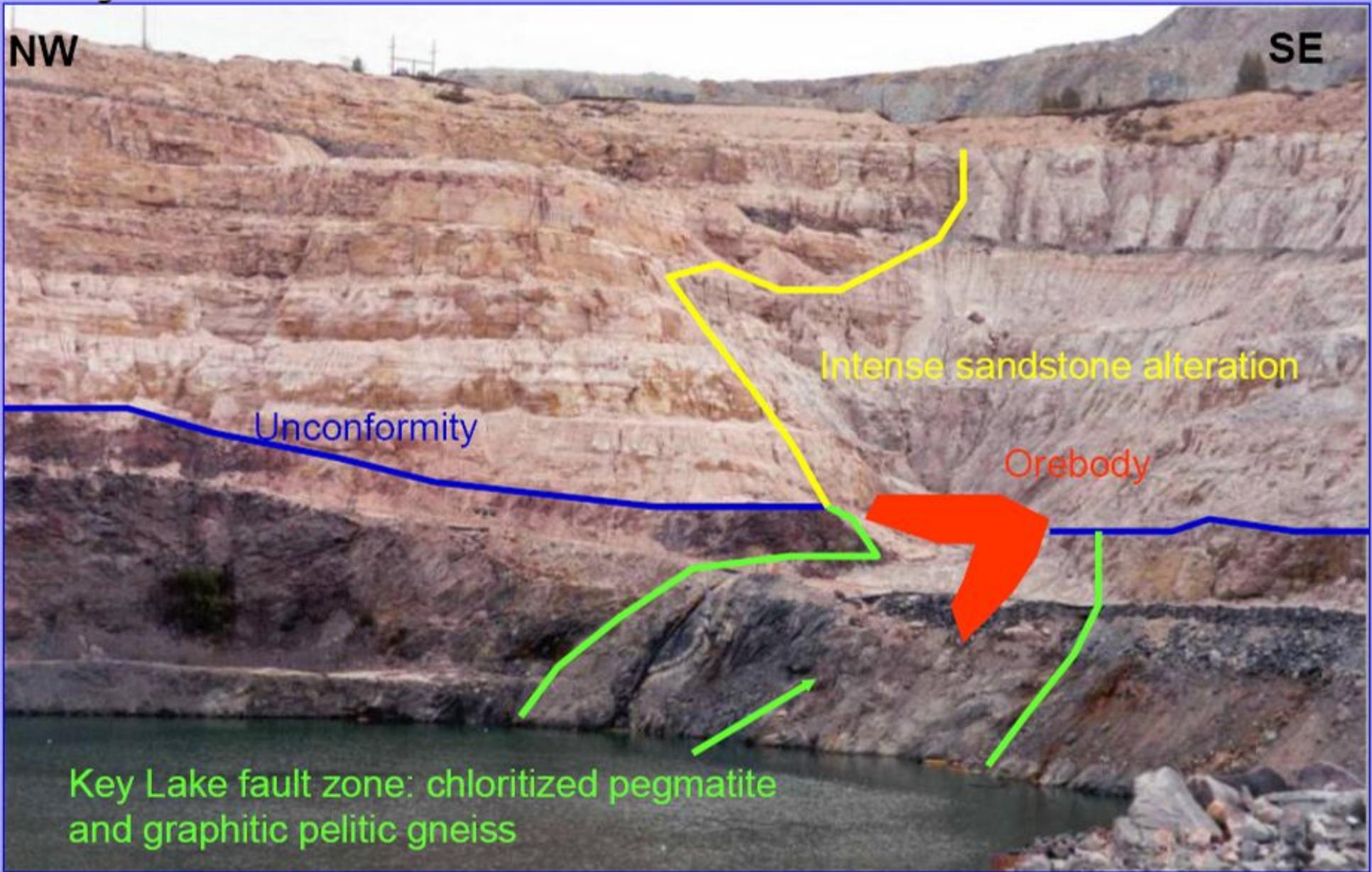




## Разрез месторождения урана типа несогласия Сигар Лейк в Канаде

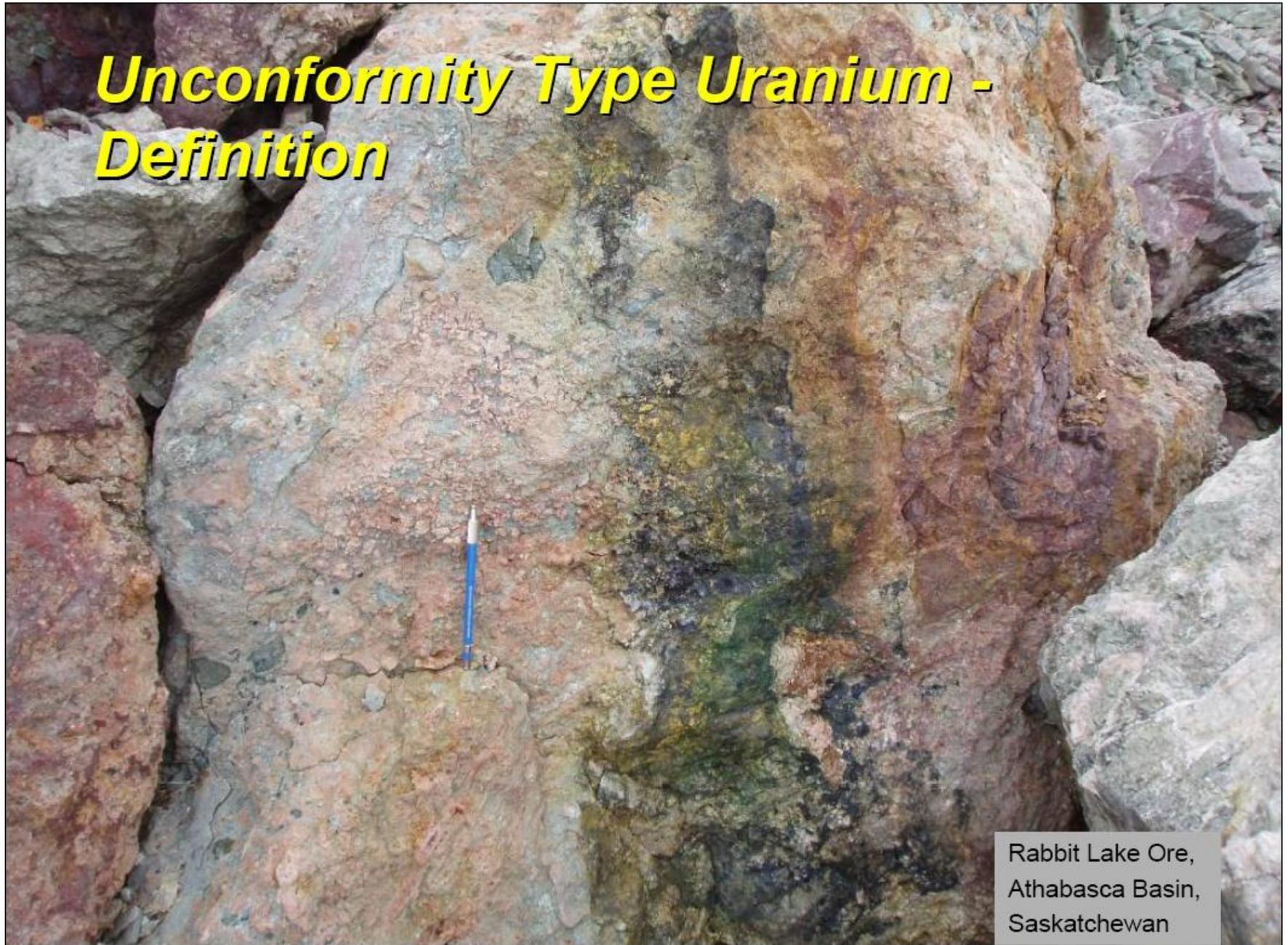
Рис. 7.113. Схематический геологический разрез месторождения Сигар Лэйк /Bruneton, 1986/.

1 – 2 – породы архейского и раннепротерозойского фундамента: 1 – тонкозернистые сланцы и метапелиты (а) и известковистые гнейсы (б); 2 – очковые метапелиты, обогащенные углеродистым веществом; 3 – осадочные породы рифея базальные залегающие на породах фундамента с резким несогласием и разбитые вместе с ними разломами, включающие конгломераты (а) и пестроцветные терригенные отложения разных пачек (В, С, D) (б); 4 – четвертичные ледниковые отложения; 5 – урановорудные залежи основная субсогласная, контролирующая поверхность рифейского несогласия и мелкие крутопадающие жильные рудные тела, располагающиеся вдоль разломов; 6 – верхняя граница наиболее интенсивно тектонически нарушенных пород (а) и верхняя граница аргиллизированных пород (б).



**Урановая рудная зона месторождения Ки Лэйк /Томас, Брисби, Древер, Залусский, 2006/**

# ***Unconformity Type Uranium - Definition***

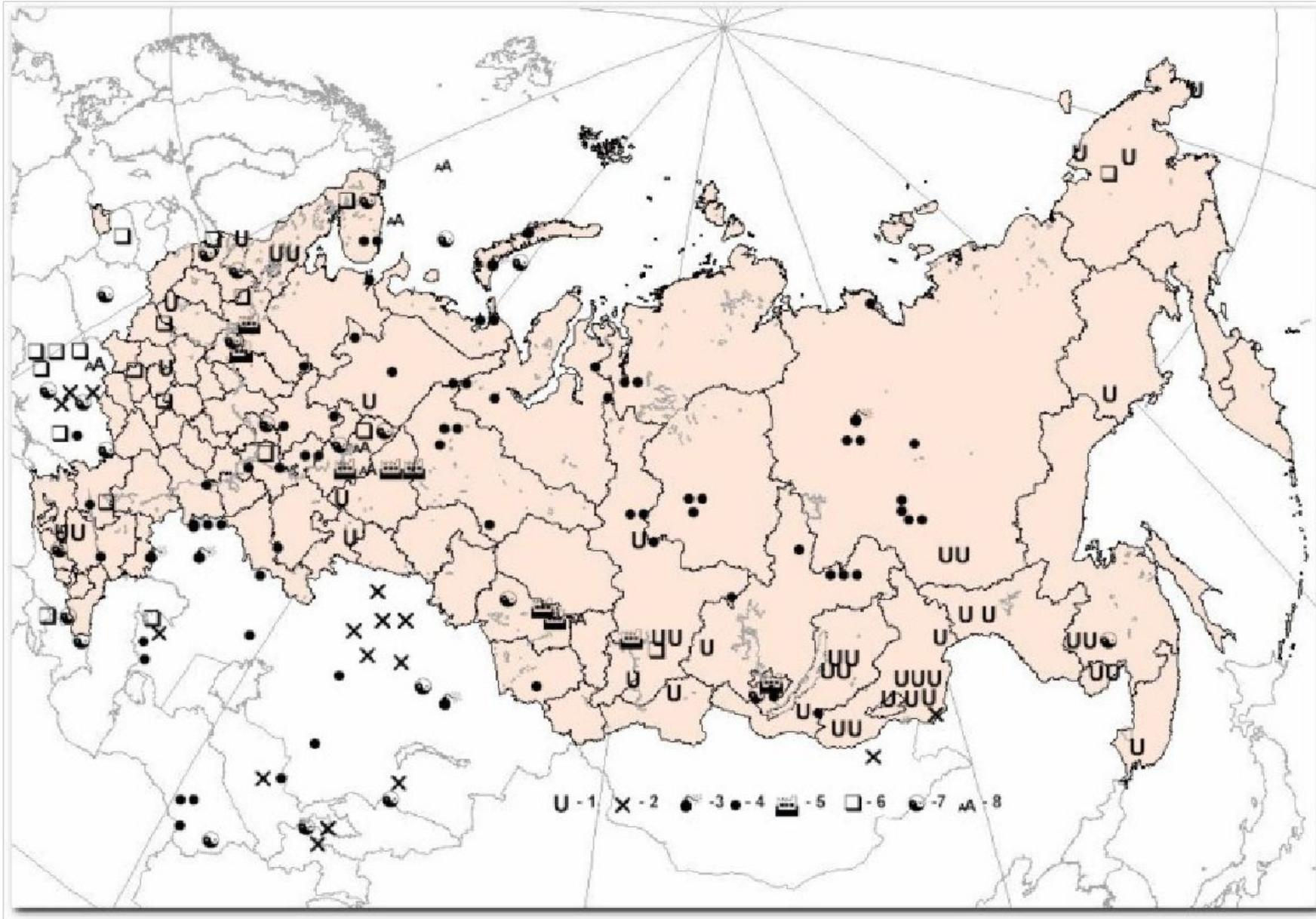


Rabbit Lake Ore,  
Athabasca Basin,  
Saskatchewan

**Типичная урановая руда месторождения Рэбит Лэйк /Томас, Брисби, Древер,  
Залусский, 2006/**

# Основные месторождения урана РФ [Ставский и др., 2012]

| Недропользователь,<br>месторождение                    | Геолого-промышленный<br>тип         | Запасы, тыс.т<br>урана |                | Содерж.<br>урана в<br>рудах, % | Добыча<br>в 2011 г., т<br>урана |
|--|-------------------------------------|------------------------|----------------|--------------------------------|---------------------------------|
|  |                                     | ABC <sub>1</sub>       | C <sub>2</sub> |                                |                                 |
| <b>ОАО «Приаргунское горно-химическое объединение»</b> |                                     |                        |                |                                |                                 |
| Стрельцовское<br>(Забайкальский край)                  | Молибден-урановый в<br>вулканитах   | 27                     | 8,7            | 0,154                          | 1412                            |
| Аргунское(Забайкальский<br>край)                       | Молибден-урановый в<br>вулканитах   | 28                     | 9,5            | 0,215                          | 0                               |
| <b>ОАО «Техснабэкспорт»</b>                            |                                     |                        |                |                                |                                 |
| Южное (Респ. Саха (Якутия))                            | Золото-урановый в<br>метасомати-тах | 63,5                   | 194,4          | 0,145                          | 0                               |
| Северное (Респ. Саха<br>(Якутия))                      | Урановый в метасомати-<br>тах       | 0                      | 58,6           | 0,149                          | 0                               |



Расположение объектов ЯТЦ, аварий и мест, связанных с испытанием атомного оружия в России и сопредельных регионах. 1 – урановые месторождения и рудопоявления; 2 – урановые рудники, на которых проводились исследования; 3, 4 – места проведения серий и отдельных ядерных взрывов; 5 – крупные предприятия по переработке и обогащению уранового сырья; 6 – наземные и подземные АС; 7 – места захоронения РАО; 8 – места крупных аварий.



Схема распространения подземных ядерных взрывов в «мирных целях» в СССР. Размер кружков соответствует степени интенсивности работ /Яблоков, 1995/

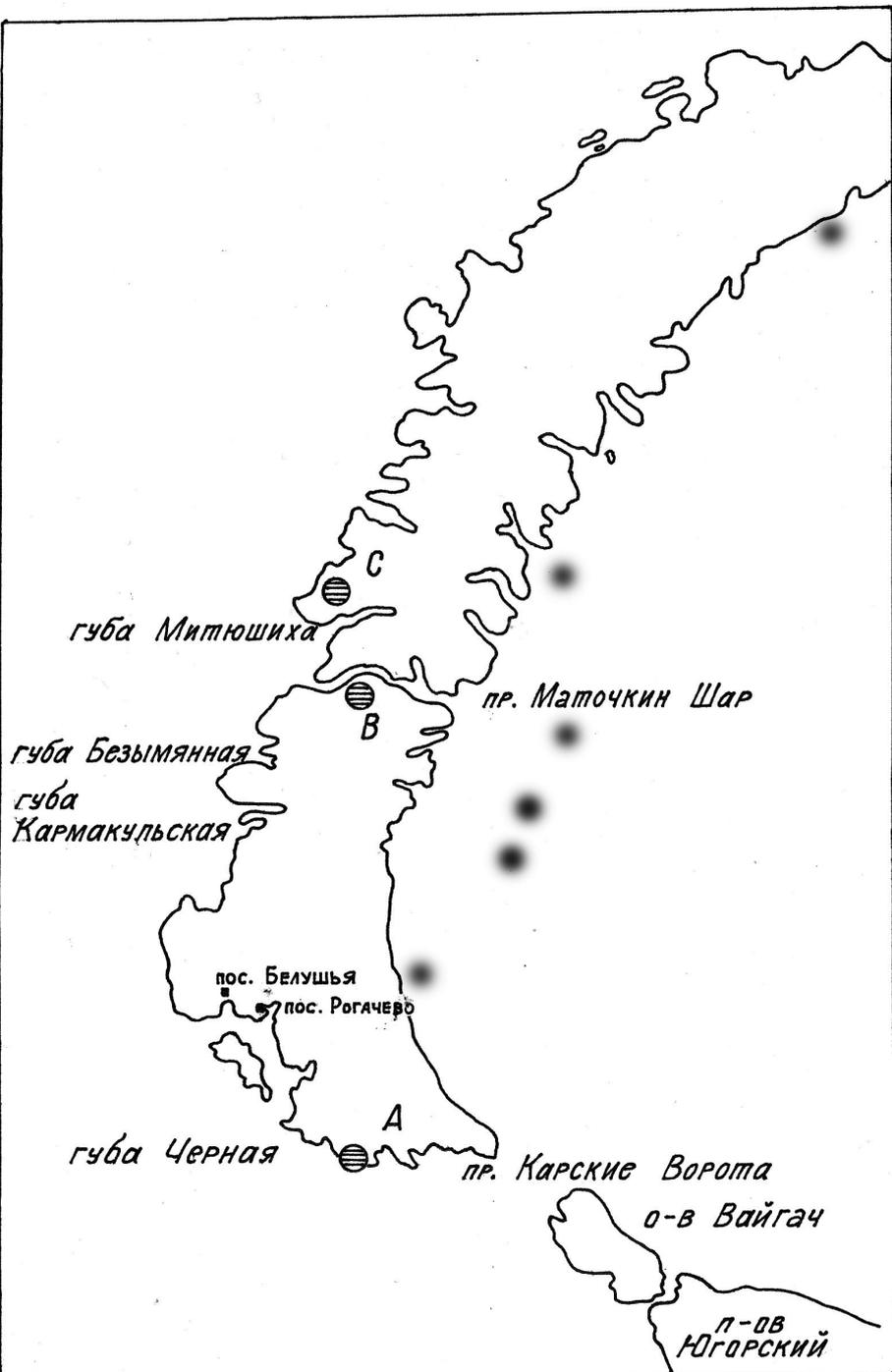


Схема расположения зон ядерных испытаний (кружки) и затопления кораблей с РАО (размытые кружки) на Новоземельском полигоне /Филоненко, 1995/. А, В и С - зоны проведения разных ядерных взрывов, включая: А - трех подводных и трех надводных (1953-62 гг), наземного (1957 г.) и 6 подземных (1972-75 гг); В - 36 подземных (1964-90 гг); С - воздушных (1957-62 гг)

## Состояние МСБ урана Российской Федерации на 1.01.2008 г., тыс.т

| Прогнозные ресурсы                               | P <sub>1</sub>   | P <sub>2</sub> | P <sub>3</sub> |
|--|------------------|----------------|----------------|
| количество*                                      | 273              | 639            | 1610           |
| доля распределённого фонда, %                    | нет данных       |                |                |
| Запасы   | ABC <sub>1</sub> | C <sub>2</sub> |                |
| количество                                       | 216,2            | 331,6          |                |
| изменение по отношению к запасам на 1.01.2007 г. | 91,3             | 292,3          |                |
| доля распределённого фонда, %                    | 88,7             | 89,6           |                |

\*оценка на 1.01.2007 г.

## Использование МСБ урана Российской Федерации в 2007 г.

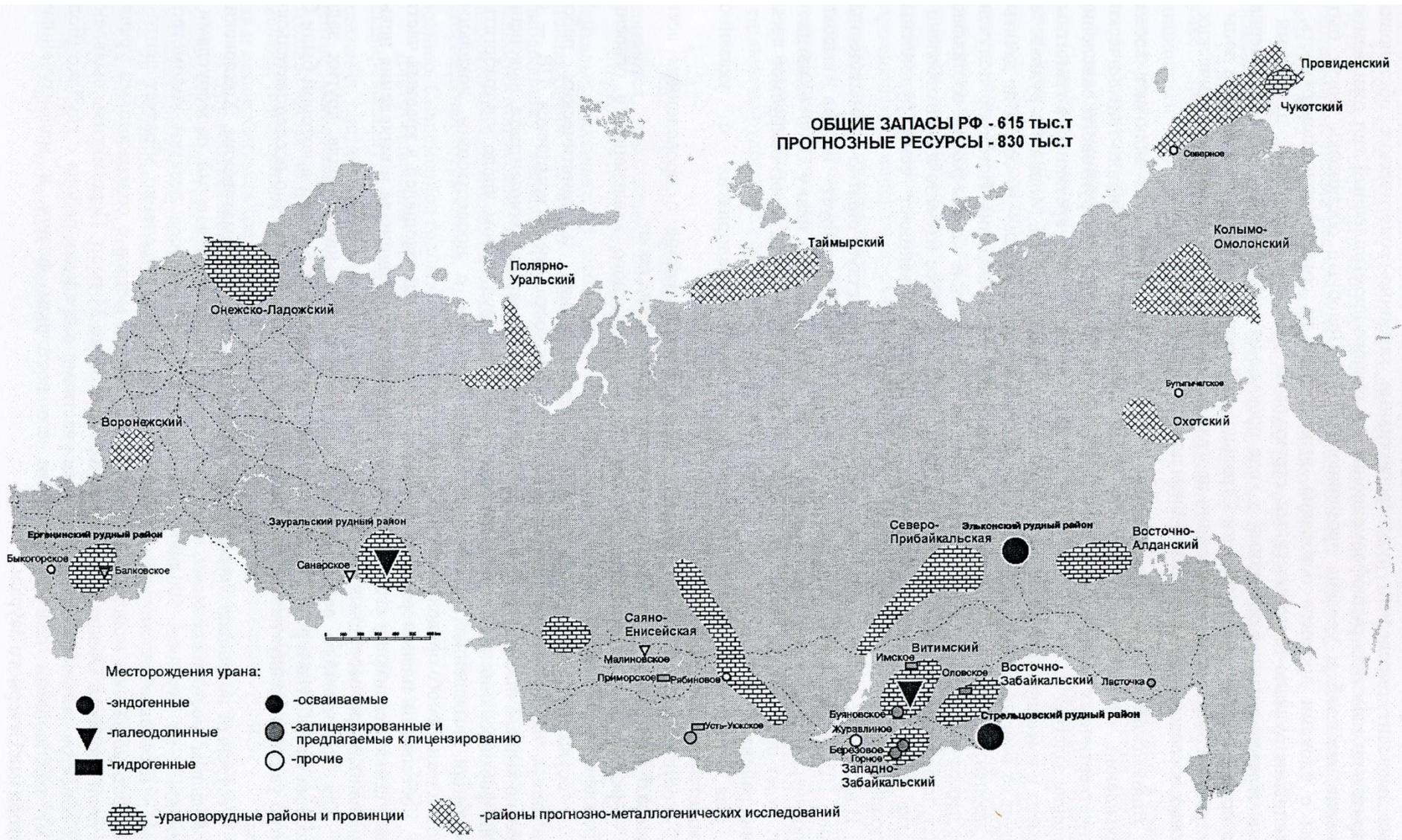
Госдоклад, 2007

|   |      |
|---|------|
| Число действующих эксплуатационных лицензий   | 29   |
| Число действующих лицензий на условиях предпринимательского риска                             | 3    |
| Добыча из недр, тыс.т   | 3,6  |
| Производство урановых концентратов (в пересчете на уран), тыс.т                               | 3,6  |
| Производство реакторного топлива (оценка), млрд руб.  | 36,9 |
| Экспорт реакторного топлива, млрд руб.  | 22,1 |
| Средняя за 10 месяцев 2008 г. цена концентратов U <sub>3</sub> O <sub>8</sub> , дол./кг урана | 165  |
| Ставка налога на добычу   | 5,5% |

Россия обладает крупными прогнозными ресурсами урана, которые оцениваются более чем в 2,5 млн т, или 14,8% мировых. Большая их часть прогнозируется в четырех урановорудных районах: Стрельцовском и Восточно-Забайкальском в Читинской области, Витимском в Республике Бурятия и Эльконском в Республике Саха (Якутия).

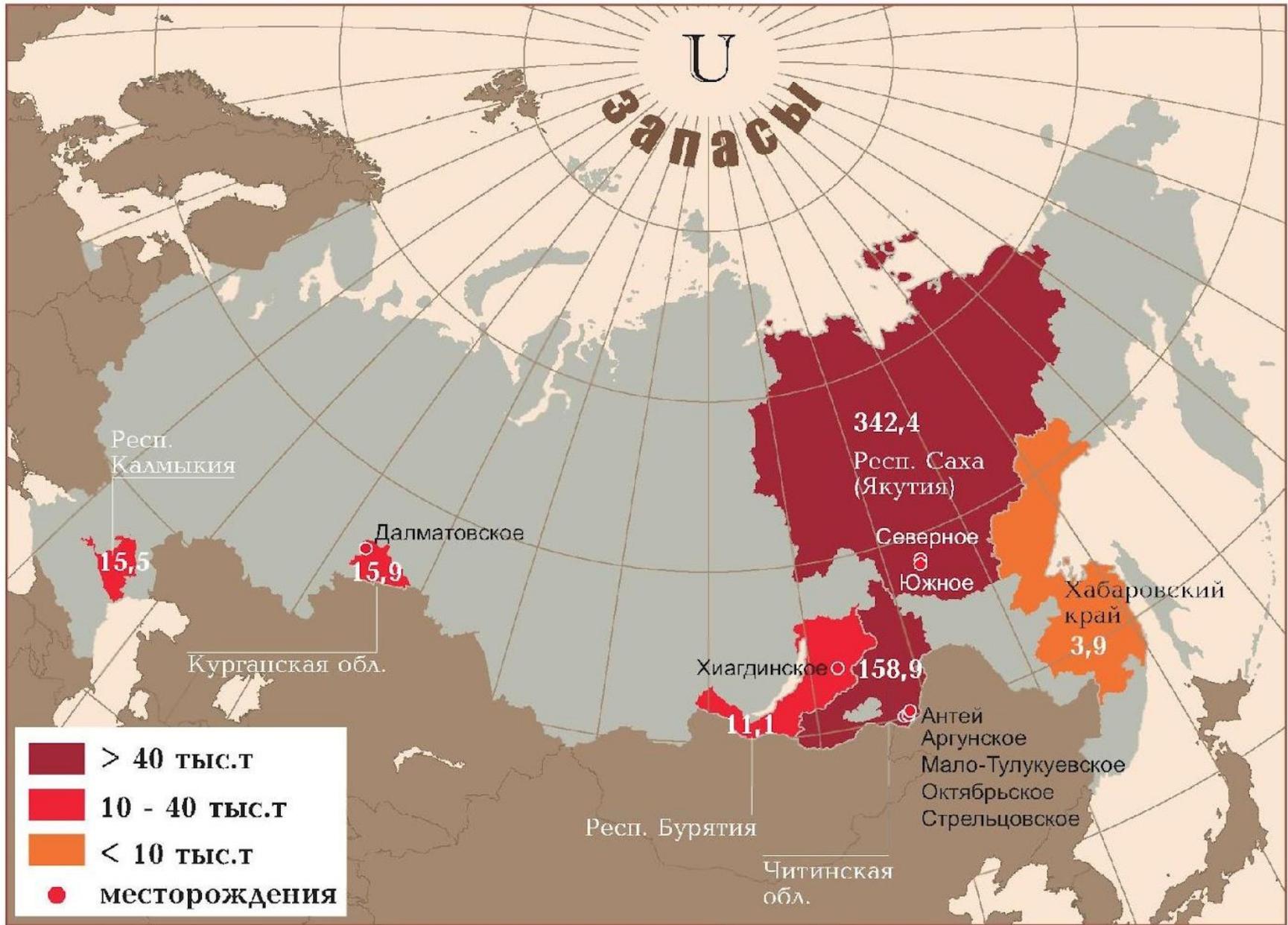
В месторождениях России содержится почти 550 тыс.т запасов урана, или немногим менее 10% его мировых запасов; около 63% их сосредоточено в Республике Саха (Якутия).

# Минерально-сырьевая база РФ /Бавлов,Машковцев,2009/



Минерально-сырьевая база урана РФ

# У запасы

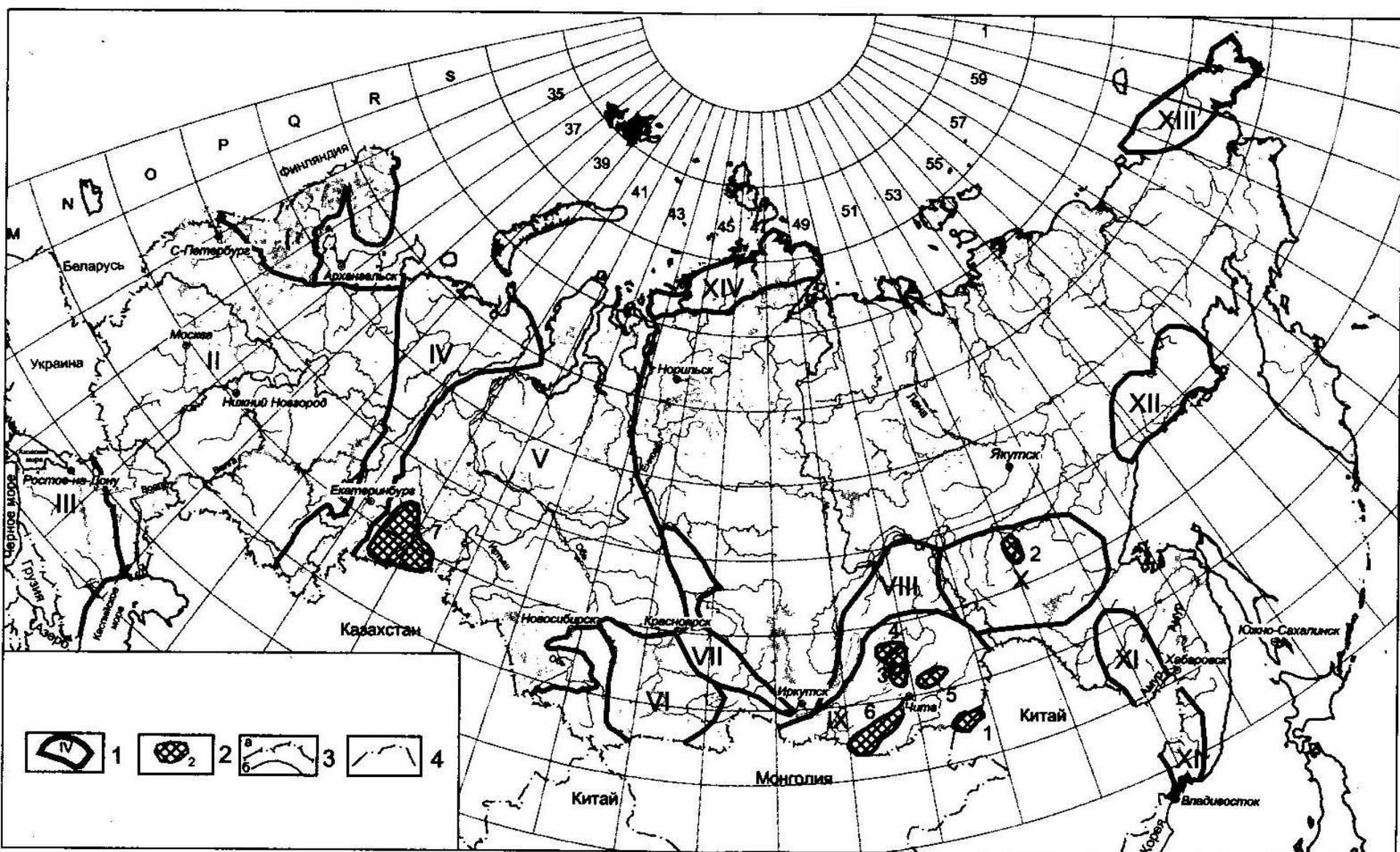


**Основные месторождения урановых руд и распределение балансовых запасов урана по субъектам РФ, тыс.т**

/Госдоклад, 2007

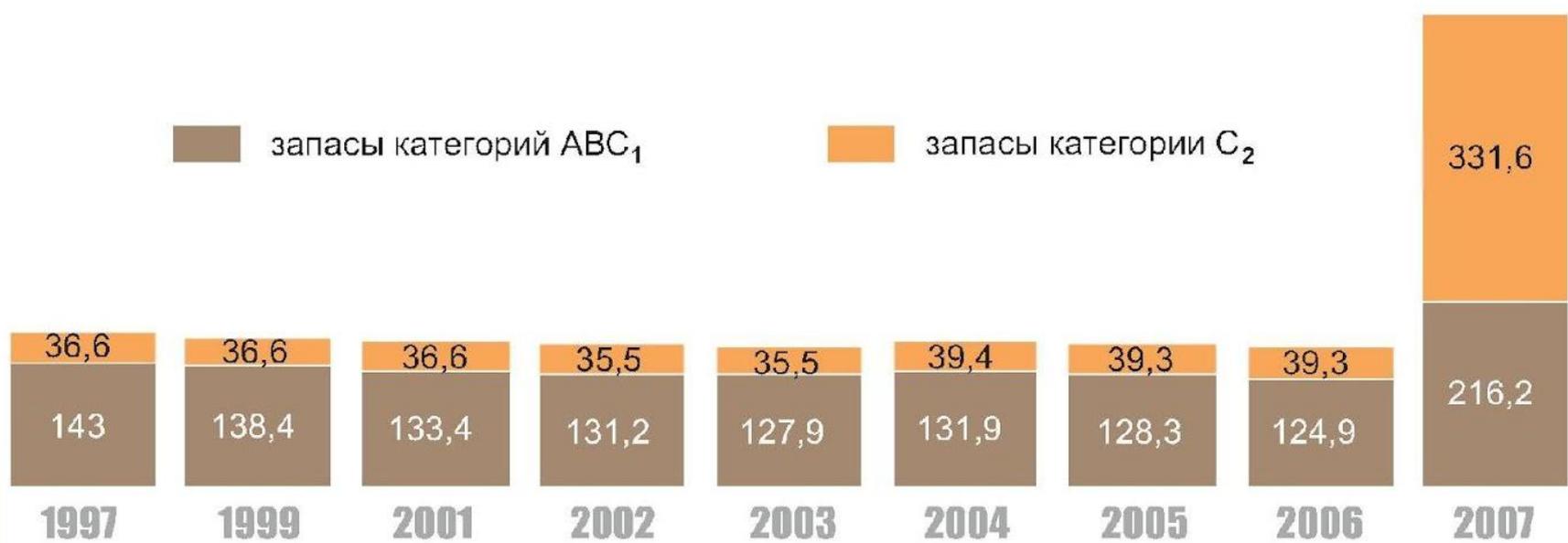
# Основные месторождения урана РФ [Ставский и др., 2012]

| Недропользователь,<br>месторождение-                   | Геолого-промышленный тип        | Запасы, тыс.т урана |                | Содерж.<br>урана в<br>рудах, % | Добыча<br>в 2011 г., т<br>урана |
|--|---------------------------------|---------------------|----------------|--------------------------------|---------------------------------|
|  |                                 | ABC <sub>1</sub>    | C <sub>2</sub> |                                |                                 |
| <b>ОАО «Приаргунское горно-химическое объединение»</b> |                                 |                     |                |                                |                                 |
| Стрельцовское (Забайкальский край)                     | Молибден-урановый в вулканитах  | 27                  | 8,7            | 0,154                          | 1412                            |
| Аргунское(Забайкальский край)                          | Молибден-урановый в вулканитах  | 28                  | 9,5            | 0,215                          | 0                               |
| <b>ОАО «Техснабэкспорт»</b>                            |                                 |                     |                |                                |                                 |
| Южное (Респ. Саха (Якутия))                            | Золото-урановый в метасоматитах | 63,5                | 194,4          | 0,145                          | 0                               |
| Северное (Респ. Саха (Якутия))                         | Урановый в метасоматитах        | 0                   | 58,6           | 0,149                          | 0                               |

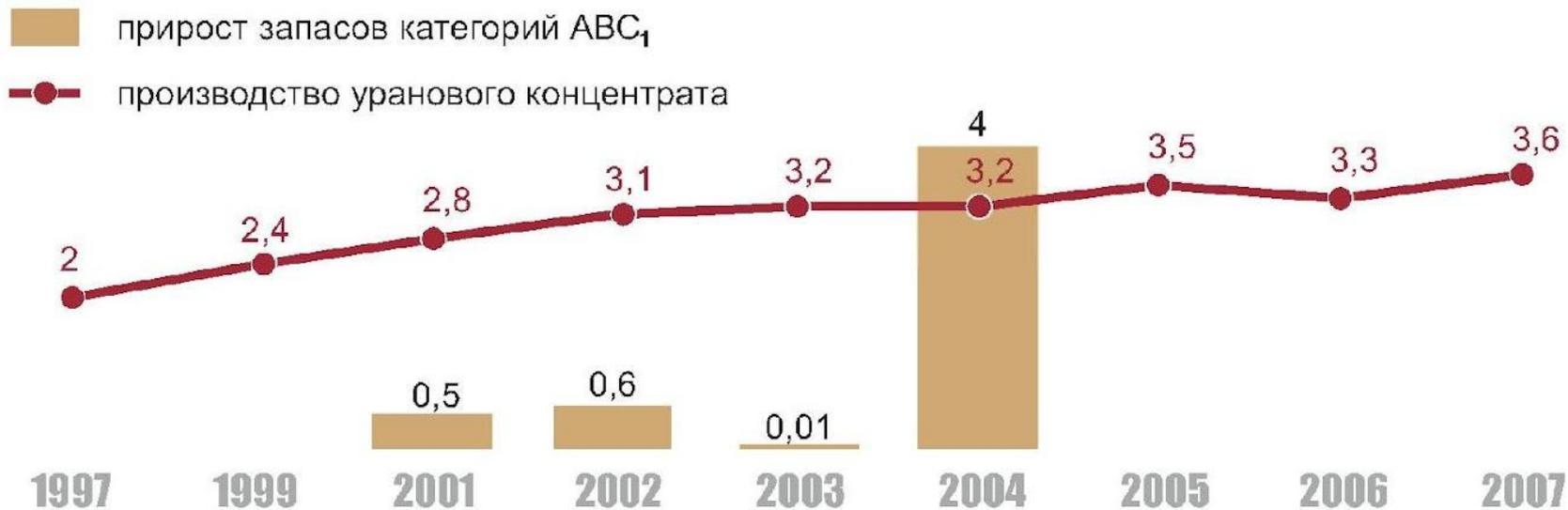


**Схема размещения ураноносных регионов и определившихся урановорудных районов России [Уран России, 2010].**

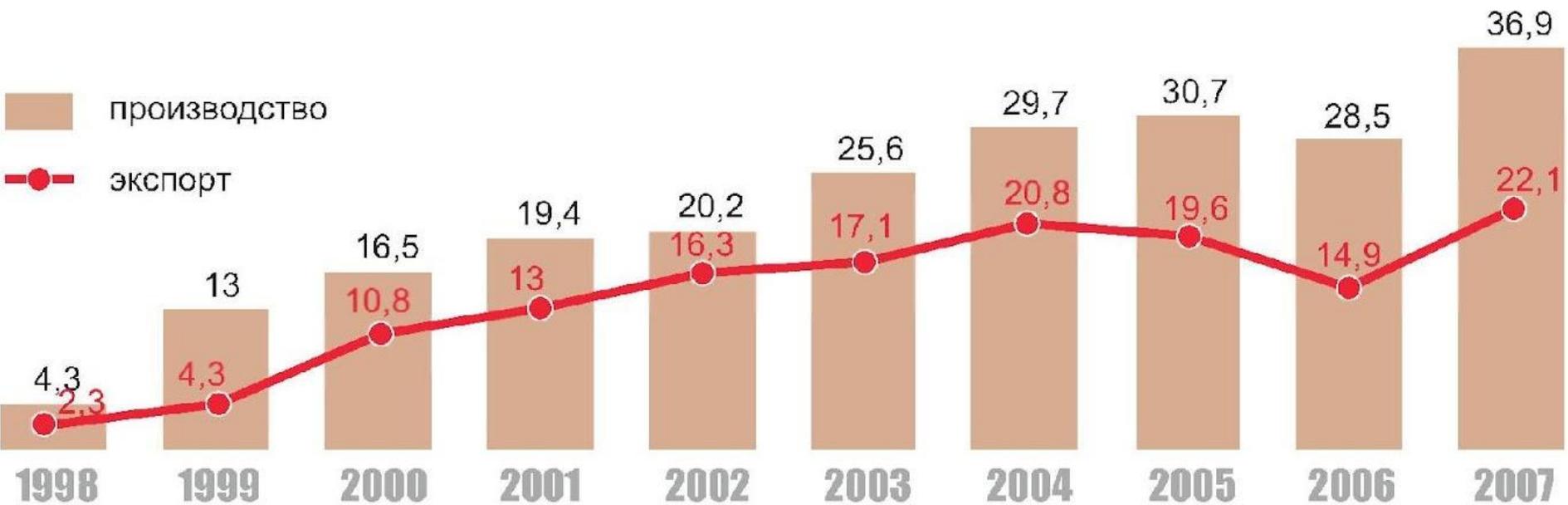
1 - ураноносные регионы: I - Балтийский, II - Центральный, III - Предкавказский, IV - Уральский, V - Западно-Сибирский, VI - Алтае-Саянский, VII - Саяно-Енисейский, VIII - Северо-Прибайкальский, IX - Забайкальский, X - Алдано-Становой, XI - Буреинско-Ханкайский, XII - Охотский, XIII - Чукотский, XIV - Таймырский; 2 - определившиеся урановорудные районы: 1 - Приаргунский, 2 - Эльконский, 3 - Ви-тимский, 4 - Малоамалатский, 5 - Оловский, 6 - Чикойский, 7 - Зауральский; 3 - государственная граница РФ (а), границы Федеральных округов (б); 4 - прочие государственные границы.



Динамика движения запасов урана в 1997-2007 гг., тыс.т /Госдоклад,2007



Динамика производства уранового концентрата (в пересчёте на уран) и прироста запасов урана в результате ГРП в 1997-2007 гг., тыс.т



**Динамика производства реакторного топлива корпорацией «ТВЭЛ» и его экспорта в 1998-2007 гг., млрд руб.** /Госдоклад, 2007

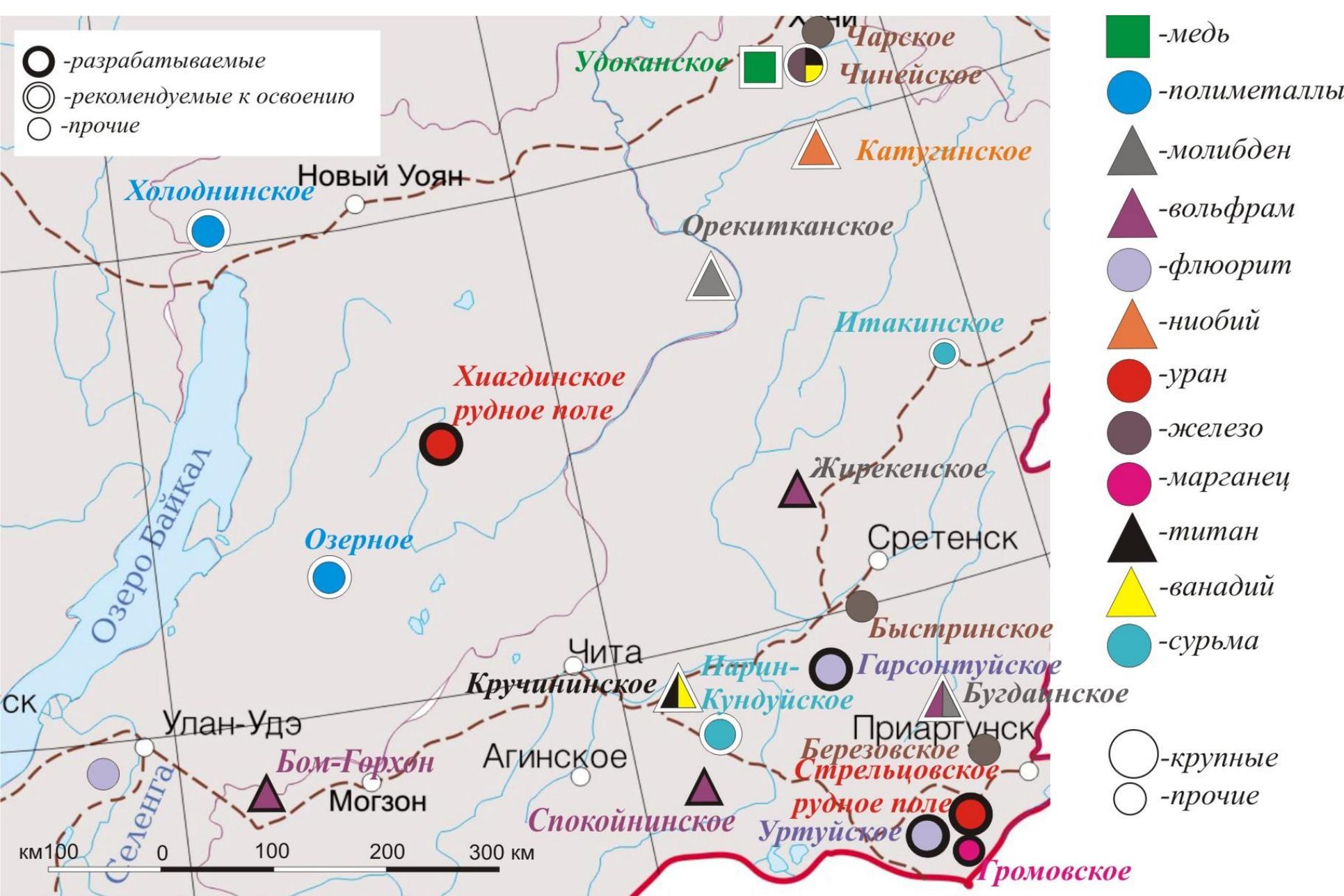


рис. 18 Минерально-сырьевая база Забайкалья

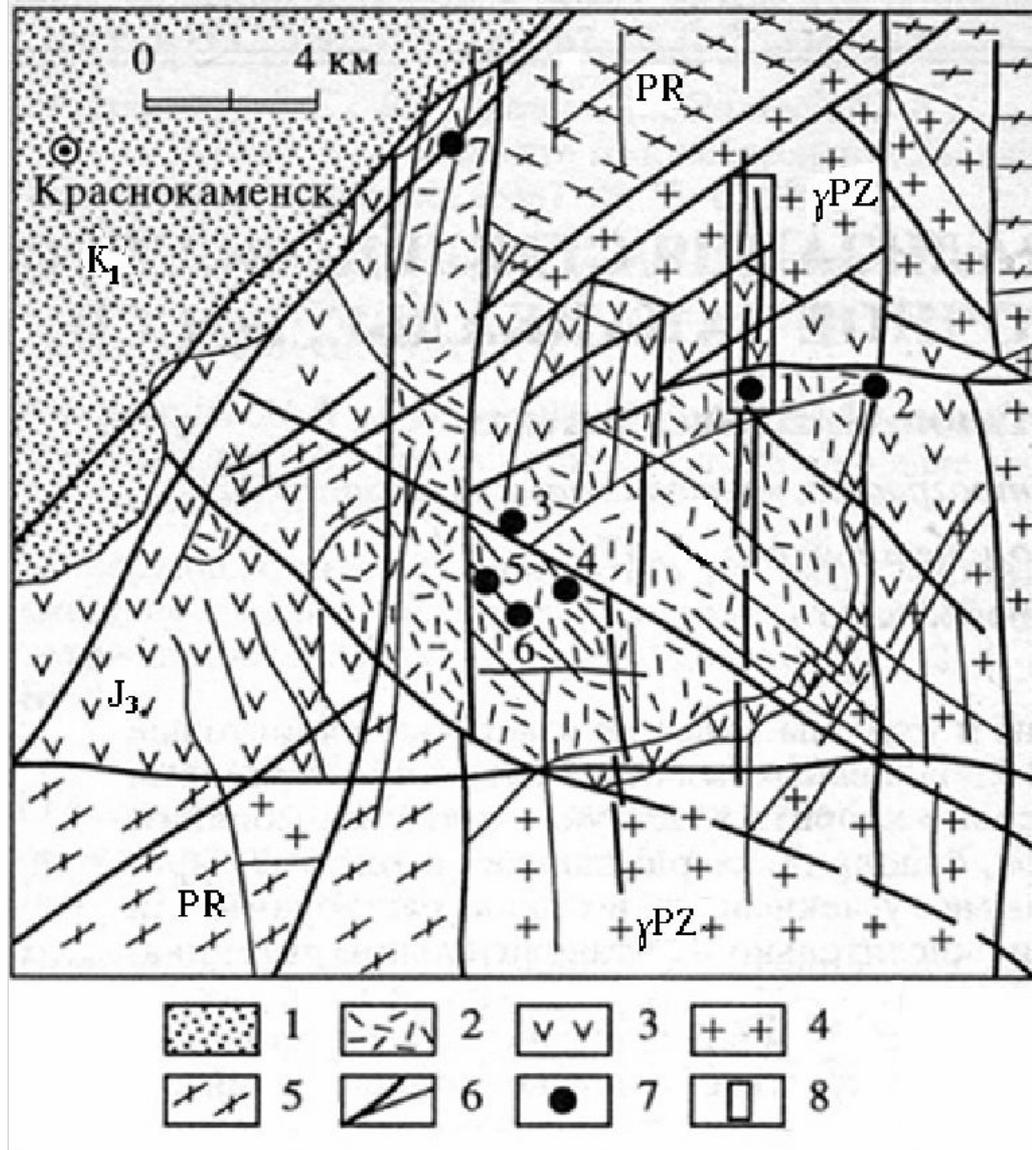
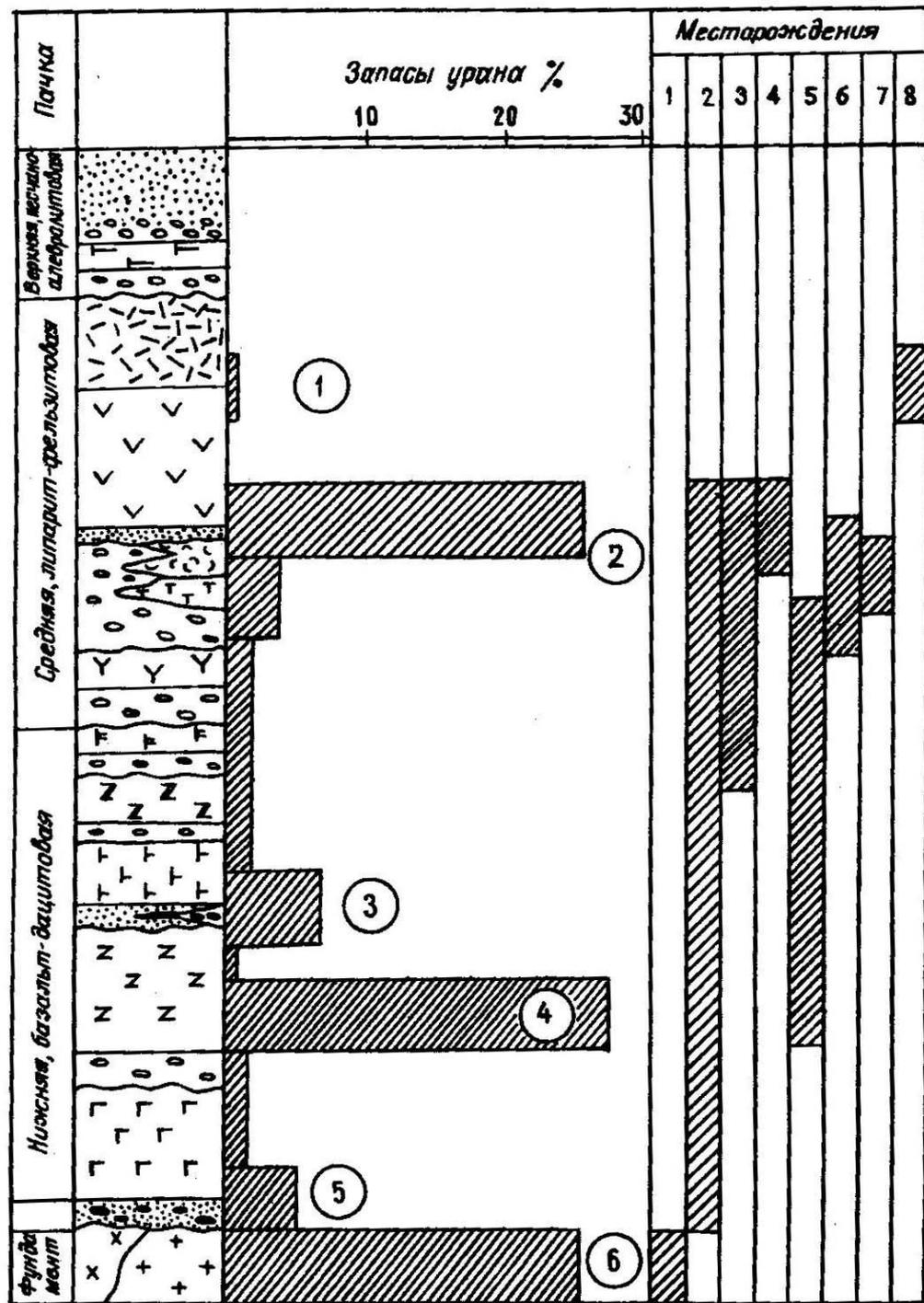


Схема  
геологического  
строения  
Стрельцовского  
урановорудного  
района /Лаверов  
и др., 1992/.

Локализация урановых месторождений в Стрельцовской кальдере /Лаверов и др., 1992/.

1 – платформенный комплекс ( $K_1$ ); 2–3 – орогенный комплекс ( $J_3$ ): 2 – верхний подкомплекс (дипариты, игнимбриты, туфы, песчаники), 3 – нижний подкомплекс (песчаники, дациты, туфы, андезиты, базальты, конгломераты); 4–5 – доорогенные комплексы: 4 – граниты (PZ), 5 – метаморфиты (PR); 6 – разломы; 7 – урановые месторождения: 1 – Стрельцовское, 2 – Широудкуевское, 3 – Тулукуевское, 4 – Юбилейное, 5 – Весеннее, 6 – Новогоднее, 7 – Дальнее; 8 – участок развития иттрий-редкоземельной минерализации.



## Рудоносные стратиграфические уровни Стрельцовского рудного поля.

[Ищукова и др., 2005].

Цифры в кружках - номера уровней.

Месторождения:

1 - Антей, Аргунское;

2 - Стрельцовское;

3 - Тулукуевское,

4 - Красный Камень;

5 - Октябрьское, Лучистое,

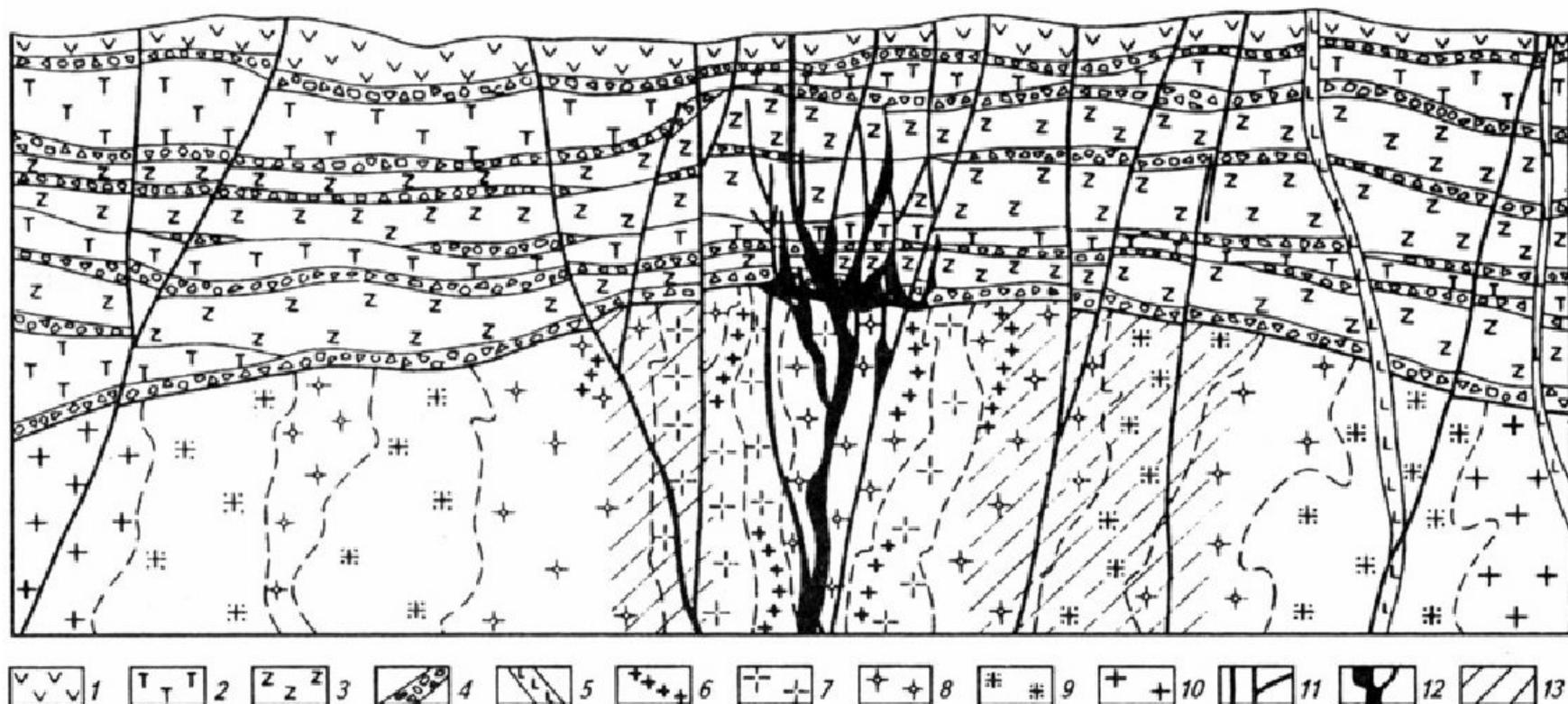
Широндукуйское,

6 - Новогоднее, Юбилейное;

7 - Дальнее;

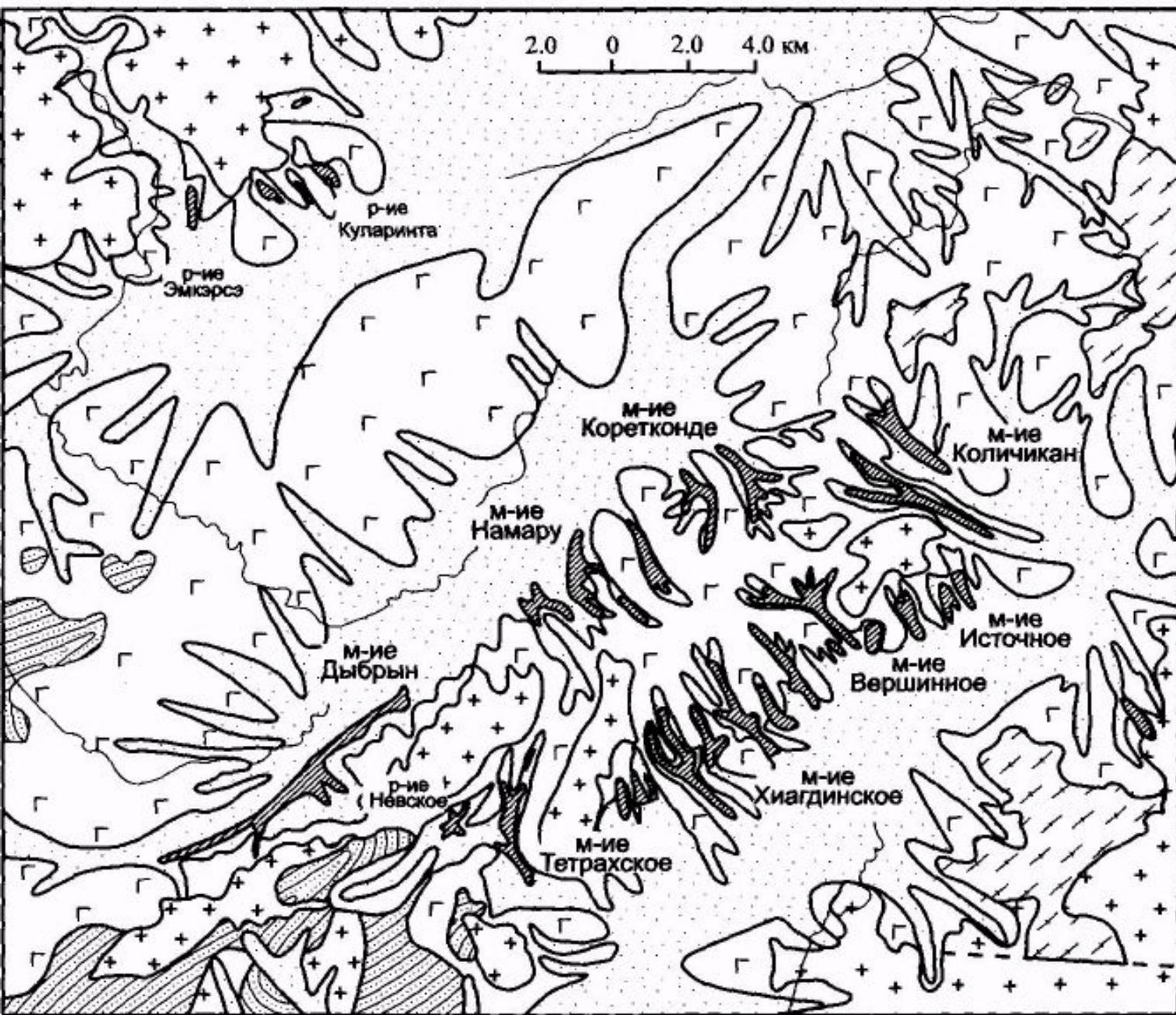
8 - Безречное.

## Геологический разрез Стрельцовской кальдеры /по Модникову/



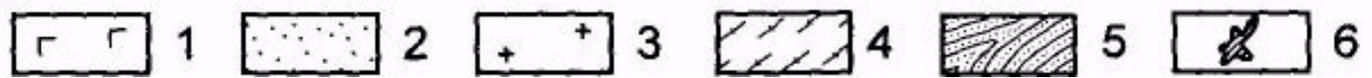
Геологический разрез Стрельцовской депрессии (по И.В.Модникову, /Бойцов и др.,1999/.

1 – фельзиты; 2 – андезито-базальты; 3 – трахидациты; 4 – конгломераты, гравелиты, песчаники; 5 – дайки основного состава; 6-10 – гранитоиды: 6 – аплитовидные, 7 – пегматоидные, 8 – лейкократовые, 9 – биотитовые, 10 – гранитогнейсы; 11 – разрывные нарушения; 12 – рудные тела; 13 – области пониженных содержаний урана.



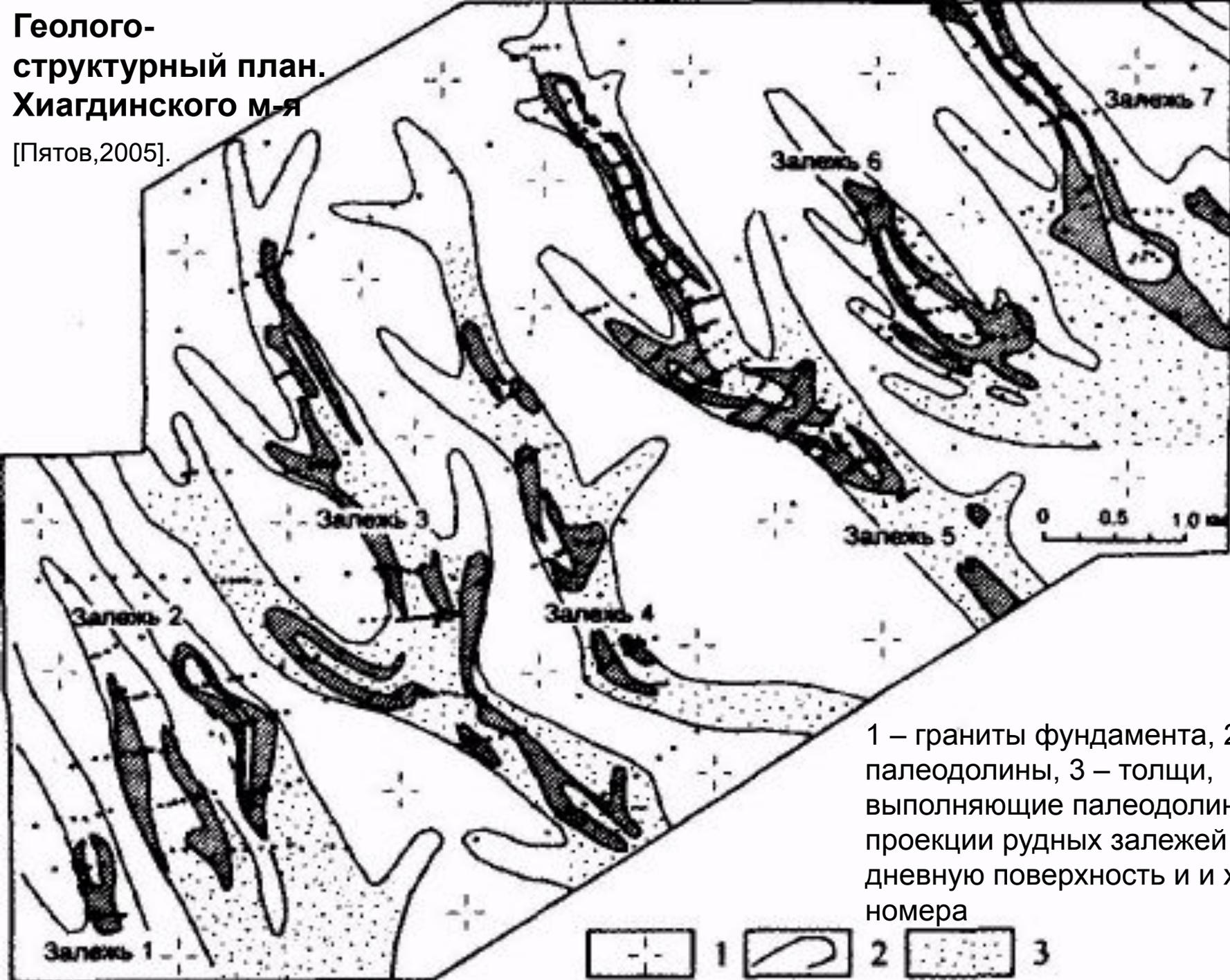
**Хиагдинское рудное поле. Геолого-структурный план. По данным Сосновского ПГО. [Пятов, 2005].**

1 - покровные четвертичные базальты;  
 2 - осадочные породы, выполняющие палеоврезы в палеозойском фундаменте;  
 3-5 - породы фундамента:  
 3 - граниты,  
 4 - гнейсы,  
 5 - песчаники, известняки;  
 6 – проекции на дневную поверхность урановорудных залежей.



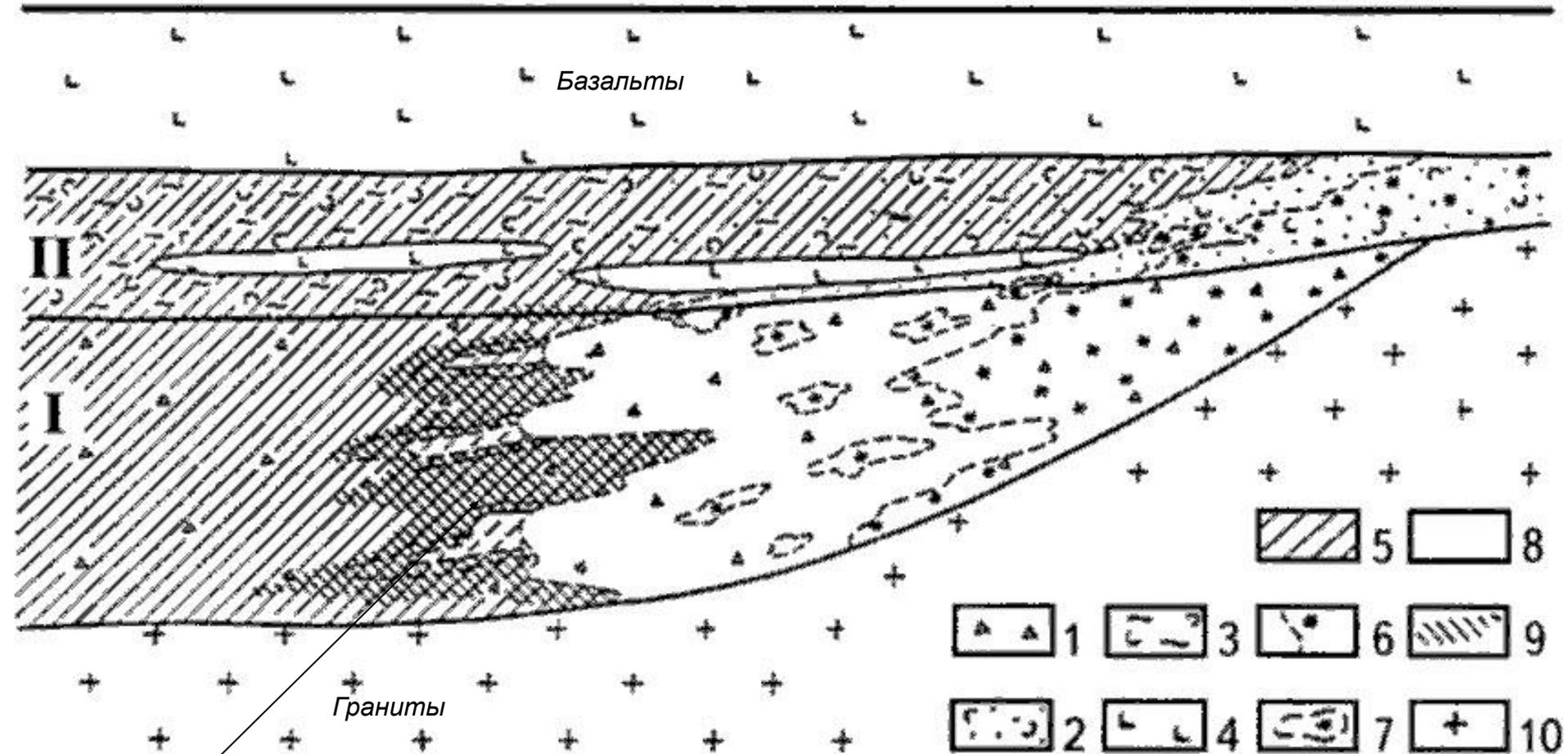
# Геолого-структурный план. Хиагдинского м-я

[Пятов, 2005].



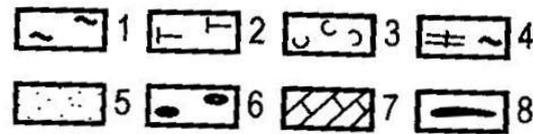
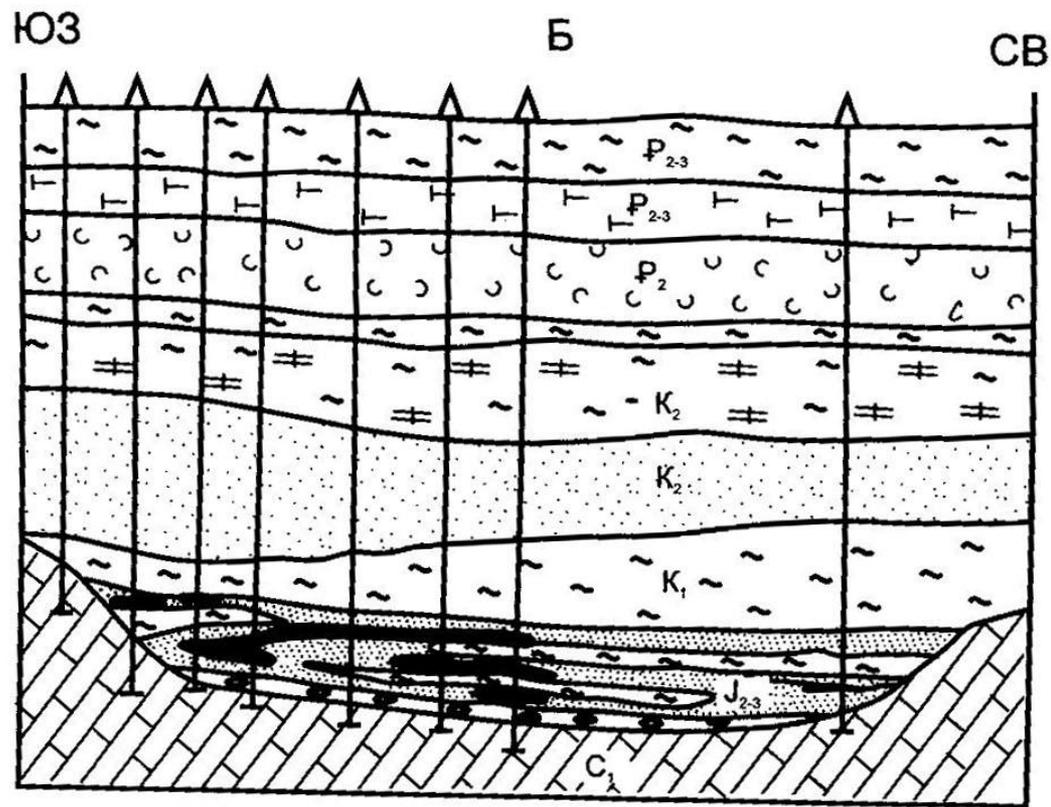
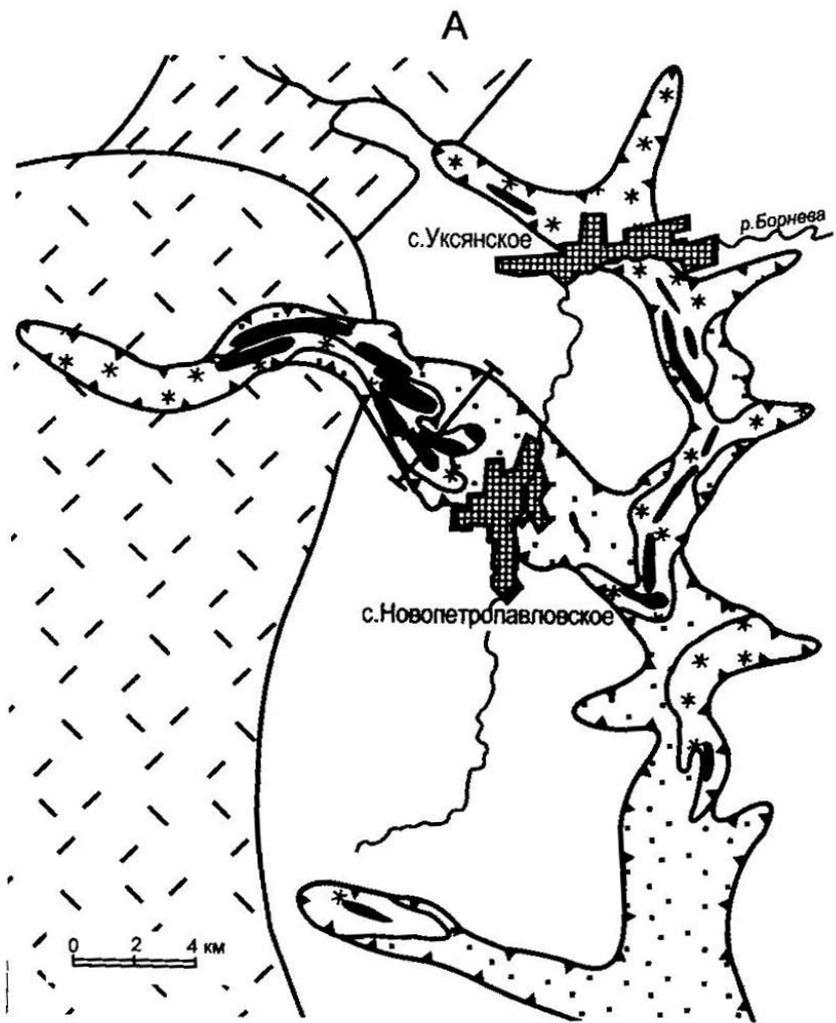
1 – граниты фундамента, 2 – палеодолины, 3 – толщи, выполняющие палеодолины, 4 – проекции рудных залежей на дневную поверхность и их номера

# Обобщенный продольный геолого-геохимический разрез ураноносной палеодолины восточного Забайкалья /Лучинин и др., 1993/



Урановые руды

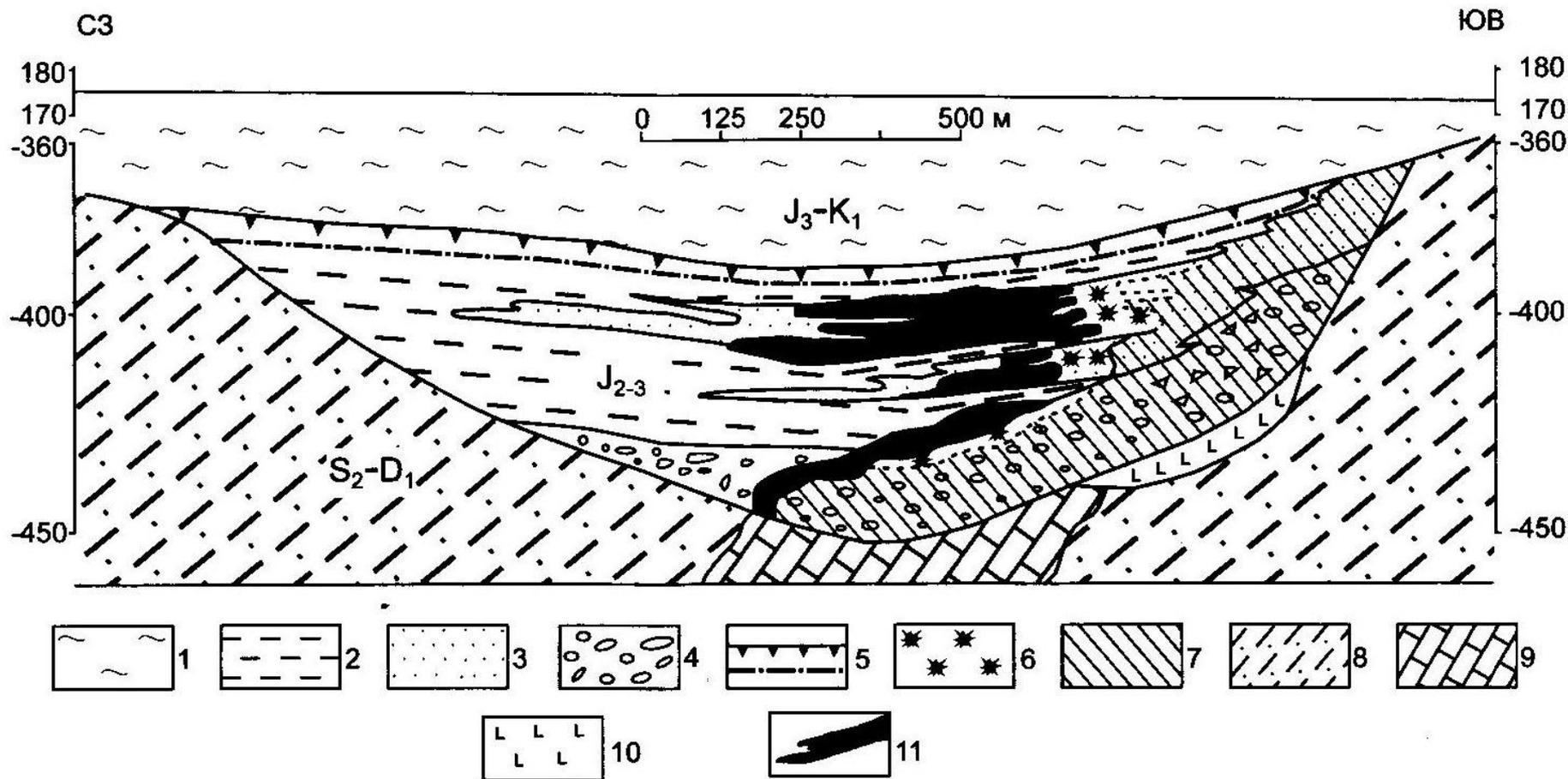
1 - песчаники и гравелиты основной продуктивной толщи; 2 - туффитовые песчаники; 3 - туффитовые алевролиты и аргиллиты; 4 - базальты; 5 - первично сероцветные породы; 6 - пестроцветно-окисленные породы; 7 - реликтовые участки пестроцветно-окисленных пород; 8 - обеленные породы; 9 - урановое оруденение; 10 – палеозойские граниты основания. I и II – эрозионно-аккумулятивные циклы.



**Месторождение Далматовское. А - Геологический структурный план, Б - геологический разрез по линии I-1. По данным Зеленогорского ПГО. Из [Пятов, 2005].**

А. 1-3 - породы фундамента: 1 - вулканогенно-осадочные, 2-3 - специализированные на уран комплексы: 2 - риолитовые порфириды и их туфы, 3 - углисто-кремнистые сланцы; 4 - границы палеовреза; 5-6 - аллювиальные отложения, выполняющие палеодолину - гравийники, пески, глины: 5 - первично сероцветные, 6 - эпигенетически окисленные (обелённые); 7 - рудные залежи.

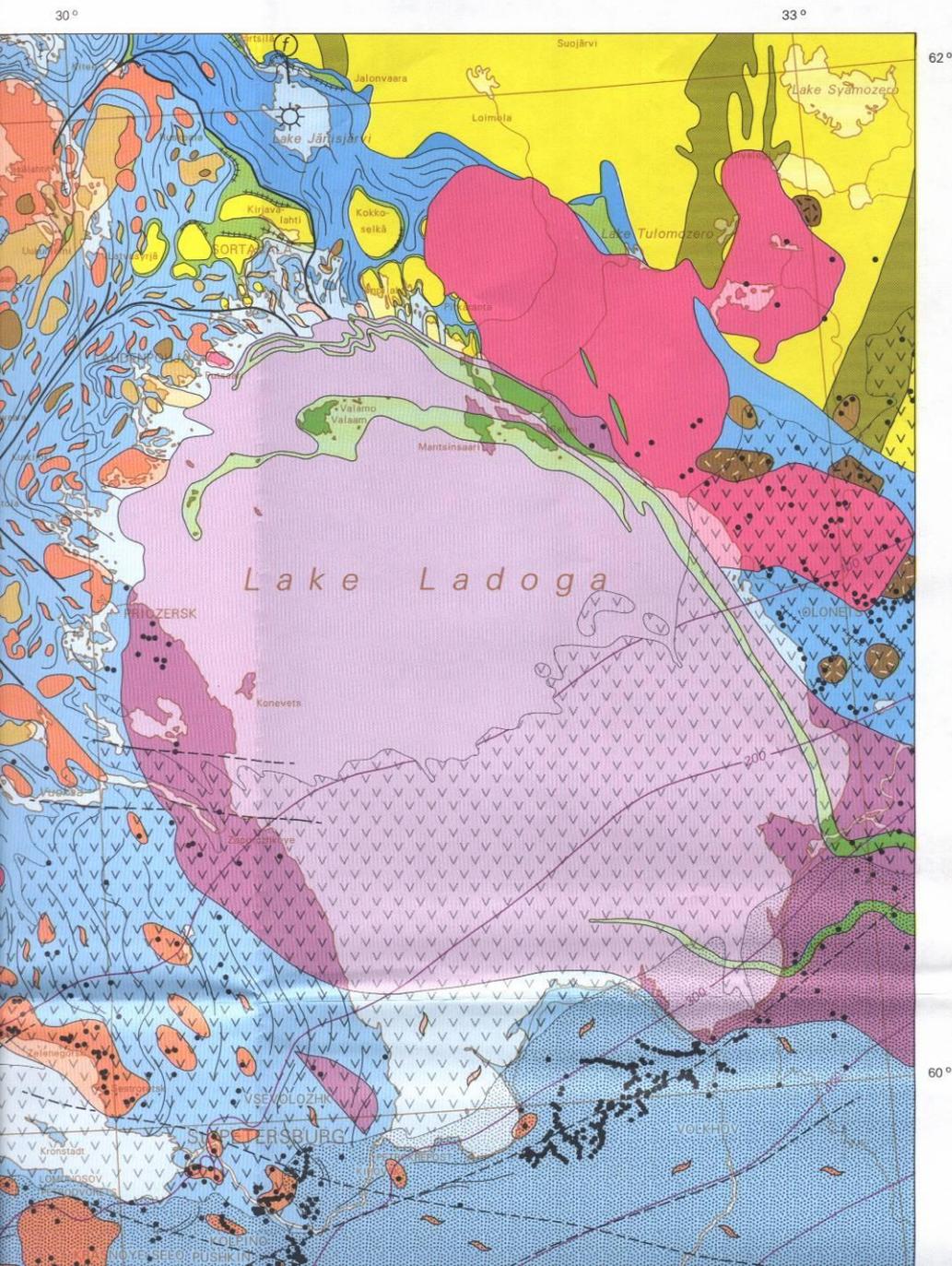
Б. 1 - глины, алевролиты; 2 - диатомиты; 3 - опоки; 4 - мергели, мергелистые глины; 5 - пески, песчаники; 6 - валунно-галечные отложения; 7 - известняки; 8 - рудные тела.



## Месторождение Хохловское. Схематический геологический разрез.

По данным Зеленогорского ПГО.

1 - озёрно-делювиальные первично-красноцветные отложения; 2-4 - аллювиальные первично сероцветные отложения: 2 - пойменные и озёрно-болотные глины, 3 - пески и алевропесчаники прирусловой отмели, 4 - стрежневые песчано-гравийно-галечные отложения; 5 - зона приповерхностного грунтового окисления; 6-7 - рудоконтролирующая зона пластово-грунтового окисления, вторично восстановленная: 6 - светло-серые породы (былая подзона частичного окисления), 7 - белесые породы (былая подзона полного окисления); 8-10 - породы фундамента: 8 - сланцы, песчаники, аргиллиты, 9 - известняки; 10 - базальты; 11 - урановорудные залежи с бортом 0,01% урана.



**Фрагмент геологической карты 1:1 млн докембрийского фундамента Финского залива /Койстинен, 2002/**

| L E G E N D                 |                   |               |  |   |
|-----------------------------|-------------------|---------------|--|---|
| Phanerozoic                 |                   |               | Sedimentary cover                                |   |
| Neo-proterozoic             | 570 Ma Vendian    |               | Sedimentary cover                                |   |
|                             | 650 Ma            |               | Depth of pre-Vendian peneplain below sea level   |   |
| 1000 Ma                     | Postjotnian       |               | Diabase and mafic volcanic rocks                 |   |
|                             | Jotnian           |               | Sandstone, siltstone and claystone               |   |
| Meso-proterozoic (Riphean)  | Subjotnian        |               | Felsic dykes and volcanic rocks                  |   |
|                             |                   |               | Rapakivi granite                                 |   |
|                             | Hoglandian        |               | Diabase  |   |
|                             |                   |               | Anorthosite and gabbro                           |   |
| 1700 Ma                     |                   |               | Postorogenic plutonic rocks                      |   |
|                             |                   |               | Granite  |   |
|                             |                   |               | Dominantly intermediate plutonic rocks           |   |
|                             |                   |               | - as neosome in migmatite                        |   |
|                             |                   |               | Feldspar phenocrysts                             |   |
|                             |                   |               | Mafic plutonic rocks                             |   |
|                             |                   |               | Mica schist and mica gneiss                      |   |
|                             | Paleo-proterozoic | Svecokarelian |  | - as paleosome or intercalations            |
|                             |                   |               |  | Graphitic schist                            |
|                             |                   | etc.          |  | Iron formation                              |
|                             |                   |               |  | Felsic metasediments and metavolcanic rocks |
|                             | 2500 Ma           | Archaean      |  | - as paleosome or intercalations            |
|                             |                   |               | Mafic and intermediate metavolcanic rocks        |   |
|                             |                   |               | - as paleosome or intercalations                 |   |
|                             |                   |               | Phyllites and schists                            |   |
|                             |                   |               | Quartzite and dolomite                           |   |
| Presveco-karelian           |                   |               | Granitoids and migmatites                        |   |
|                             |                   |               | Greenstone                                       |   |
| Phanerozoic                 |                   |               |  | Fault                                       |
|                             | Proterozoic       |               |  | Ductile shear or thrust zone                |
|                             |                   |               | Trace of dominant strike trends                  |   |
| Precambrian and Phanerozoic |                   |               | Impact crater                                    |   |
|                             |                   |               | Diamond drill hole penetrating into the basement |   |

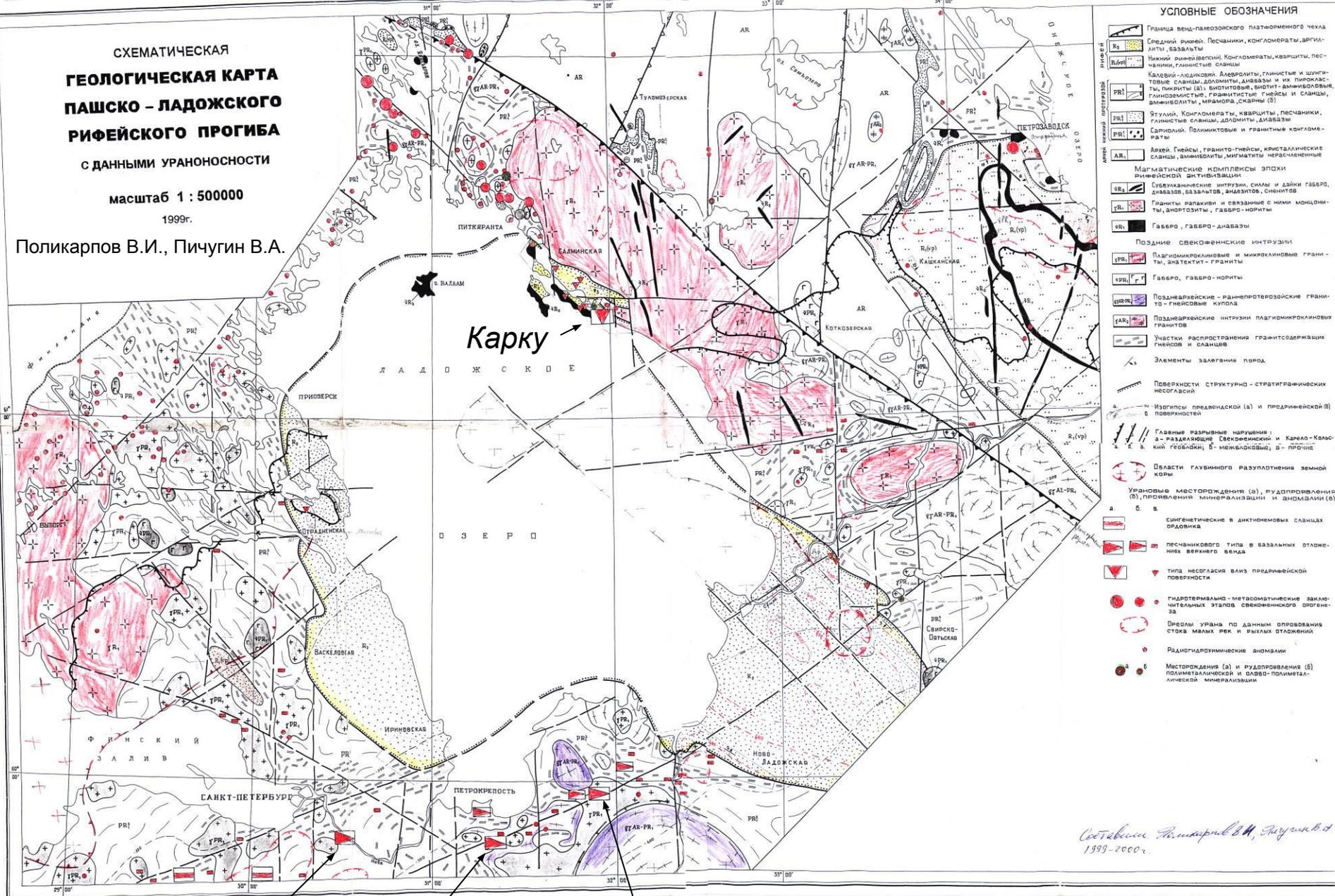
СХЕМАТИЧЕСКАЯ  
ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА  
ПАШКО - ЛАДОЖСКОГО  
РИФЕЙСКОГО ПРОГИБА

С ДАННЫМИ УРАНОНОСНОСТИ

масштаб 1 : 500000

1999г.

Поликарпов В.И., Пичугин В.А.



**УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ**

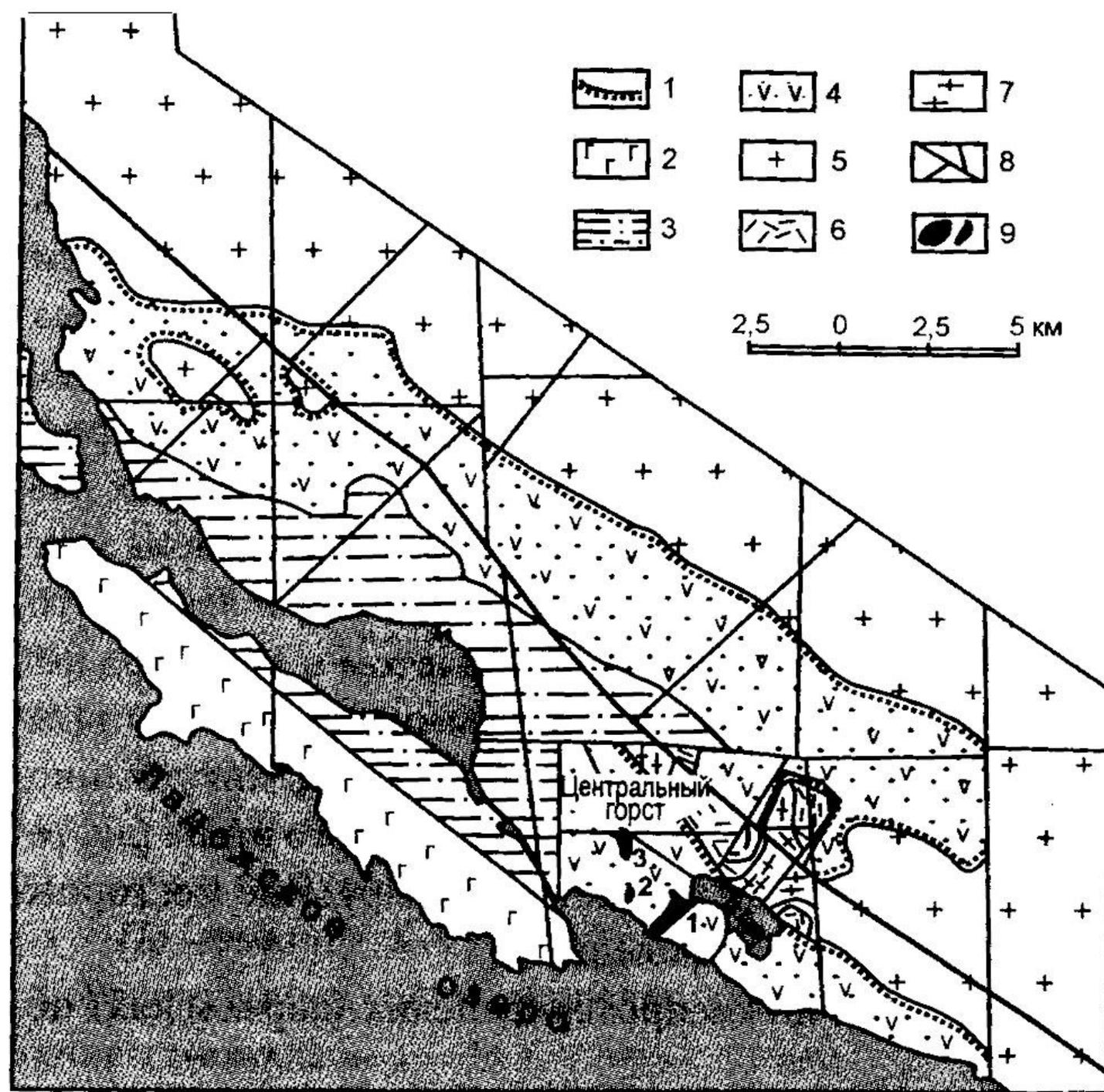
|   |   |
|---|---|
|   | Граница венд-петровского платформенного чехла   |
|   | Средний речной. Песчаники, конгломераты, аргиллиты, базальты  |
|   | Нижний речной/вечевой. Конгломераты, кварциты, песчаники, глинистые сланцы  |
|   | Клаевый-ландкиевый. Алевриты, глинистые и шугитовые сланцы, доломиты, диавазы и их литокластоглинистые, гранитистые гнейсы и сланцы, алевриты, мергели, скалы (S) |
|   | Фуниты. Конгломераты, кварциты, песчаники, глинистые сланцы, доломиты, диавазы  |
|   | Саридиты. Пеллитовые и гранитные конгломераты   |
|   | Архей. Гнейсы, гранито-гнейсы, кристаллические сланцы, амфиболиты, мигматиты нерасчлененные   |
| <b>МАГМАТИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ ЭПОХИ РИФЕЙСКОЙ АКТИВИЗАЦИИ</b>  |   |
|   | Свекофенские интрузии: сланцы и дайки габбро, диавазы, базальты, анатектиты, синитов  |
|   | Палеопротерозойские интрузии в контакте с ними: монцититы, анортозиты, габбро-нориты  |
|   | Габбро, габбро-диавазы  |
| <b>ПОЗДНИЕ СВЕКОФЕНСКИЕ ИНТРУЗИИ</b>  |   |
|   | Палеомикроклиновые и микроклиновые граниты, анатектит - граниты   |
|   | Габбро, габбро-нориты   |
|   | Позднеархейские - раннепротерозойские гранито-гнейсовые купола  |
|   | Позднеархейские интрузии палеомикроклиновых гранитов  |
|   | Участки распространения гранитосодержащих гнейсов и сланцев   |
|   | Элементы задеформации пород   |
|   | Поверхности структурно-стратиграфических несогласий   |
|   | Изгибы предрифейской (a) и предрифейской (b) поверхности  |
|   | Главные разрывные нарушения: а - разделяющие Свекофенский и Карело-Кавказский геоблоки, б - межблоковые, в - прочие   |
|   | Области главного разуплотнения земной коры  |
| <b>УРАНОВЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ (a) И РУДОПРОСЛАВЛЕНИЯ (b), ПРОЯВЛЕНИЯ МИНЕРАЛИЗАЦИИ И АНОМАЛИИ (в)</b> |   |
|   | а, б, в   |
|   | Сингенетические в дилuviальных сланцах ордовика   |
|   | песчаникового типа в базальных отложениях верхнего венда  |
|   | тип несогласия близ предрифейской поверхности   |
|   | гидротермально-метасоматические заключительных этапов свекофенского этапа   |
|   | Внеслы урана по данным опробования стока малых рек и рыжых отложений  |
|   | Радиогидрохимические аномалии   |
|   | Месторождения (a) и рудопроявления (b) подмагматической и аллювио-подметаллической минерализации  |

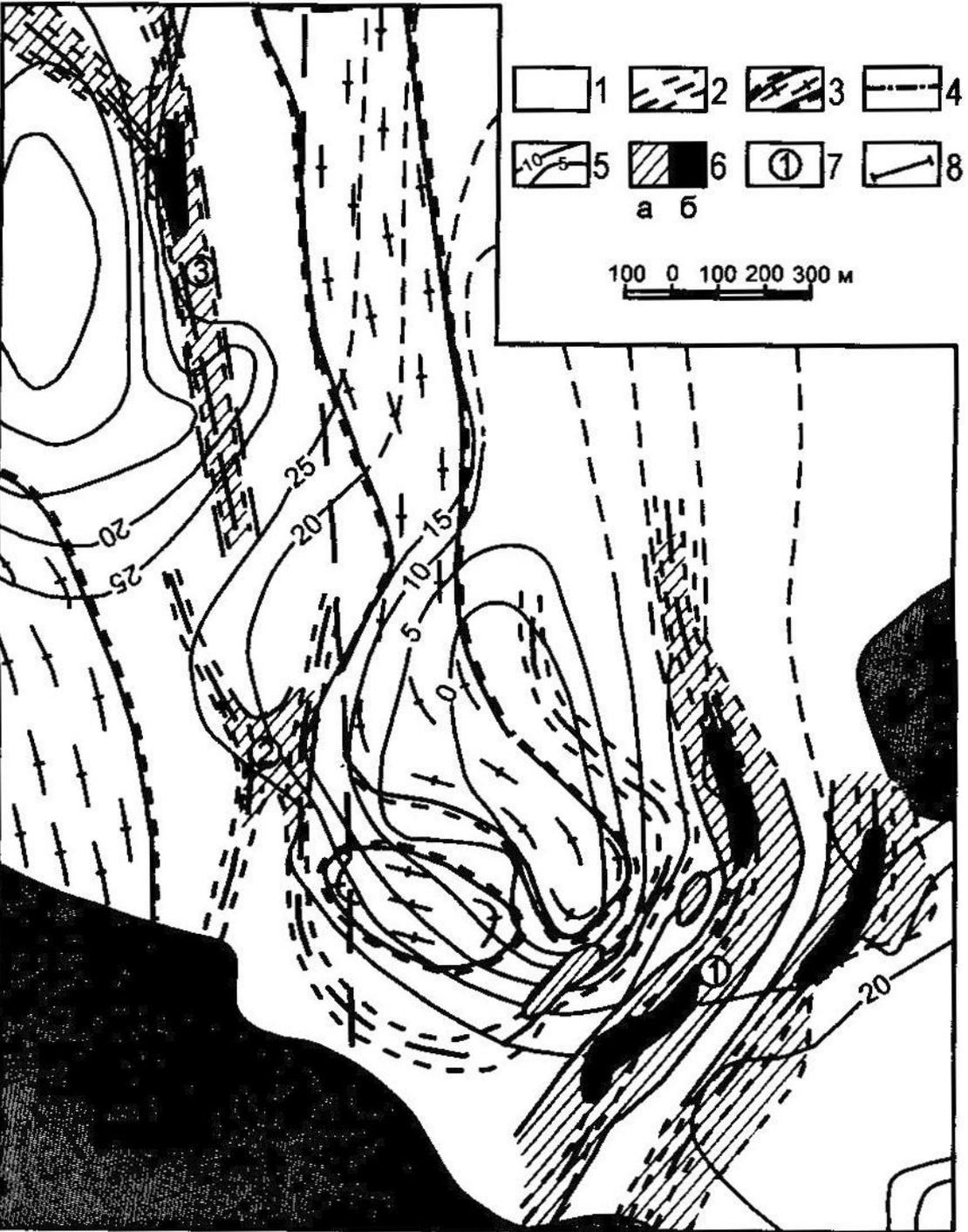
Составили: Поликарпов В.И., Пичугин В.А.  
1999-2000г.

Славянка Рябиновское Ратницкое

# Салминская мульда. Геологическая структурная схема. По материалам ПГО «Невскгеология».

1 - зона предрифейского структурно-стратиграфического несогласия; 2-4 - рифейский вулканогенно-осадочный комплекс: 2 - габбро-диориты валаамского комплекса, 3 - пашская свита: песчаники, алевролиты; аргиллиты, 4 - приозёрская и салминская свиты нерасчленённые: конгломераты, гравелиты, песчаники, порфириды, туфолавы; 5 - граниты рапакиви; 6 - импилахтинская и питкяррантская свиты нижнего протерозоя: графитсодержащие гнейсы и сланцы, мигматиты, амфиболиты; 7 - архейские гнейсо-граниты, мигматиты, амфиболиты; 8 - разломы; 9 - рудные зоны месторождения Карку и их номера.





**Месторождение Карку.**  
**Схематическая**  
**геологическая карта.** По  
 материалам Невского ПГО

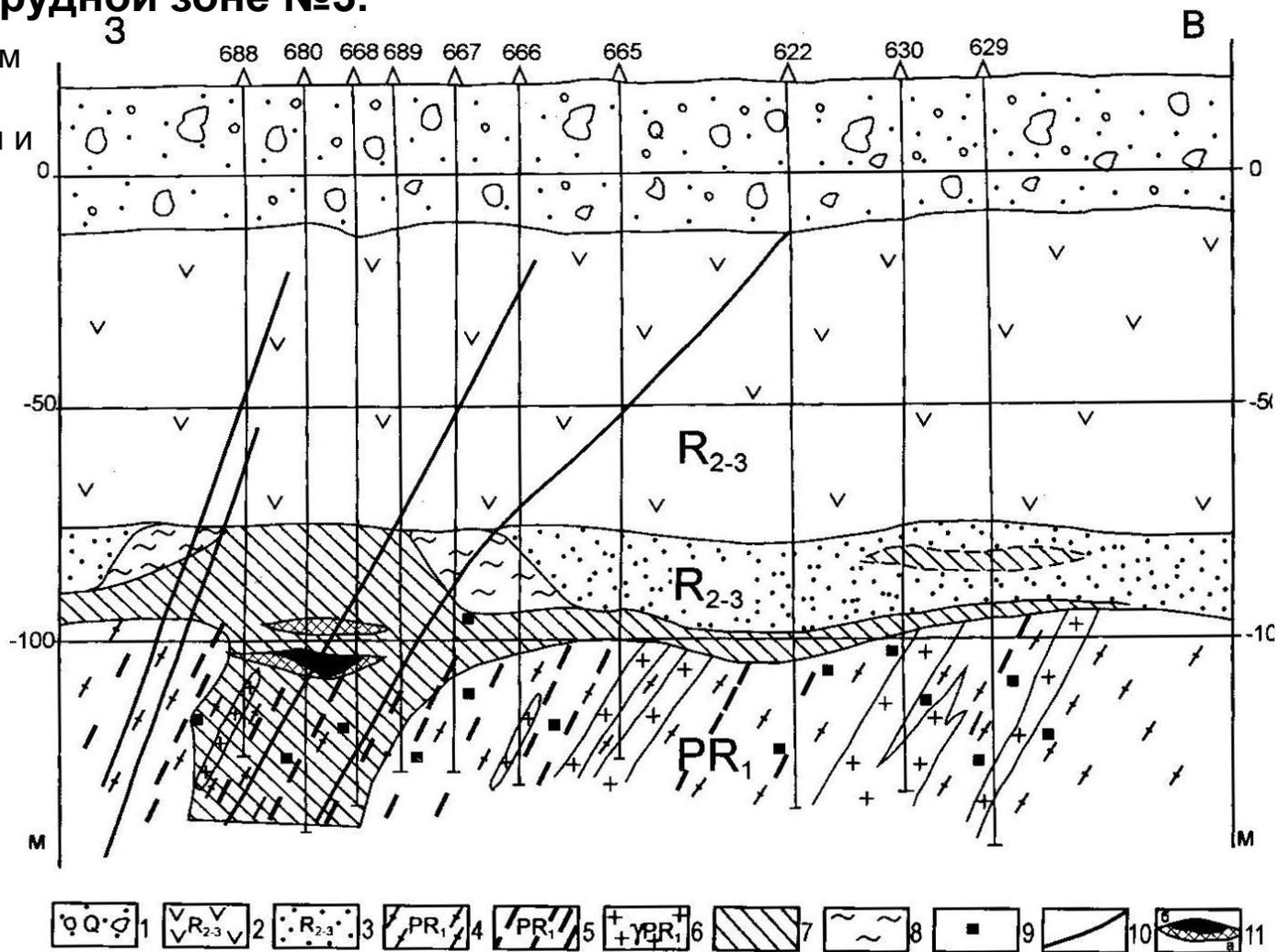
1-3 - породы дорифейского фундамента: 1 - гнейсы, сланцы, амфиболиты импилахтинской и питкьярантской свит (PR.), 2 - графитсодержащие гнейсы и сланцы (PR.), 3 - гранито-гнейсовые купола (AR); 4 - разрывное нарушение; 5 - изопакхиты терригенных отложений нижней подсвиты приозёрской свиты (R); 6 - рудные залежи с содержанием урана более 0,03% (а) и более 0,3% (б); 7 - номера рудных зон; 8 - линия геологического разреза.

# Месторождение Карку.

## Разрез по рудной зоне №3.

0 20 40 60 м

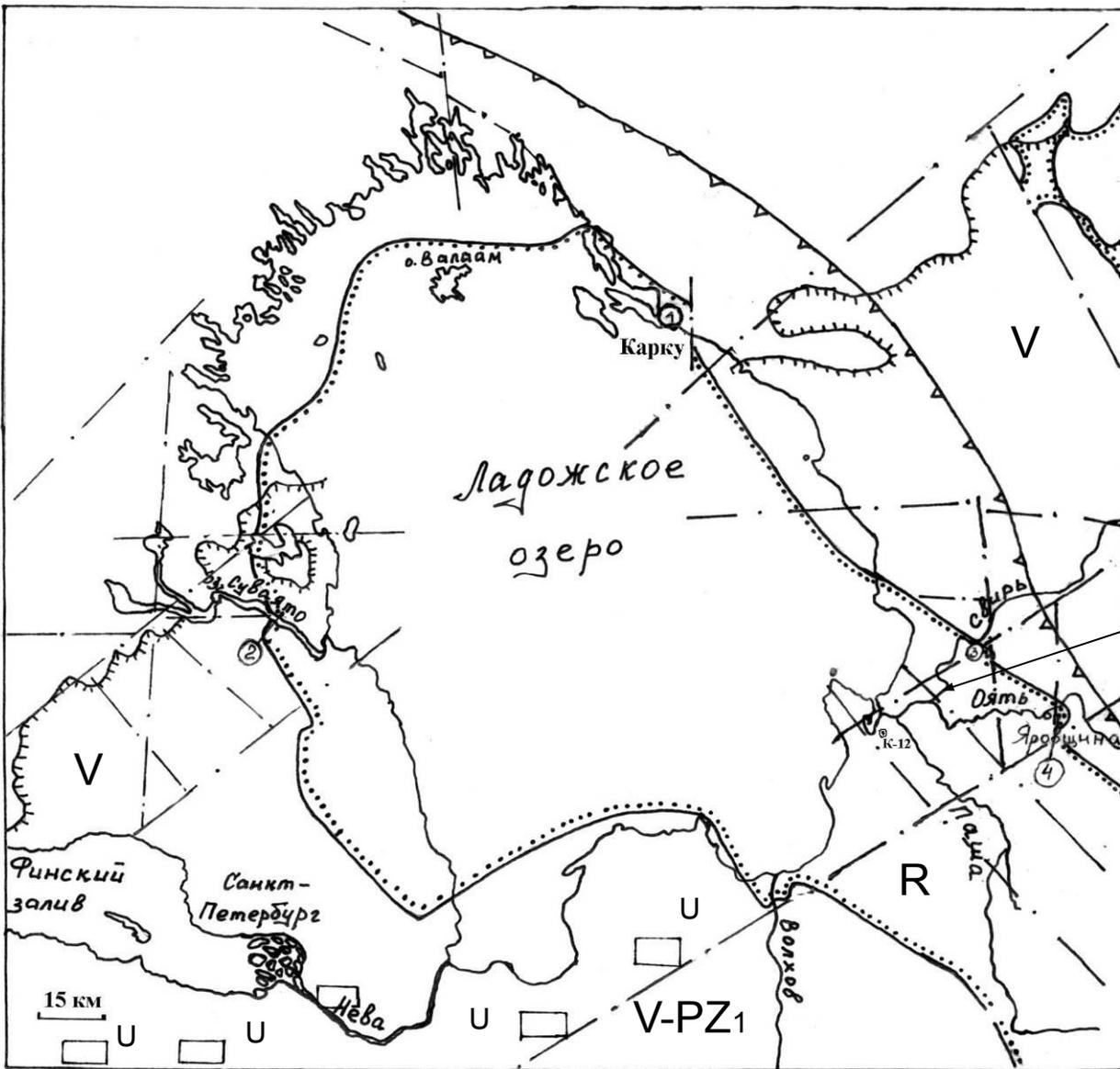
По материалам  
ПГО  
Невскгеология и  
ВИМС.



По материалам ПГО «Невскгеология» и ВИМС. 1 - четвертичные отложения - валунная морена; 2-3 - приозёрская свита (R): 2 - базальты, туфолавы, 3 - песчаники, гравелиты, конгломераты; 4-6 - нижнепротерозойские образования: 4 - гнейсы и сланцы, 5 - графитсодержащие сланцы, 6 - пегматоидные граниты; 7-9 - метасоматиты: 7 - сульфидно-хлорит-карбонатные, 8 - глинисто-гидрослюдистые с коффинитом, 9 - прожилково-вкрапленная сульфидная минерализация в породах фундамента; 10 - разломы; 11 - контуры настурановых руд: а - бедных и рядовых (0,03-0,3%) и б - богатых (более 0,3%).

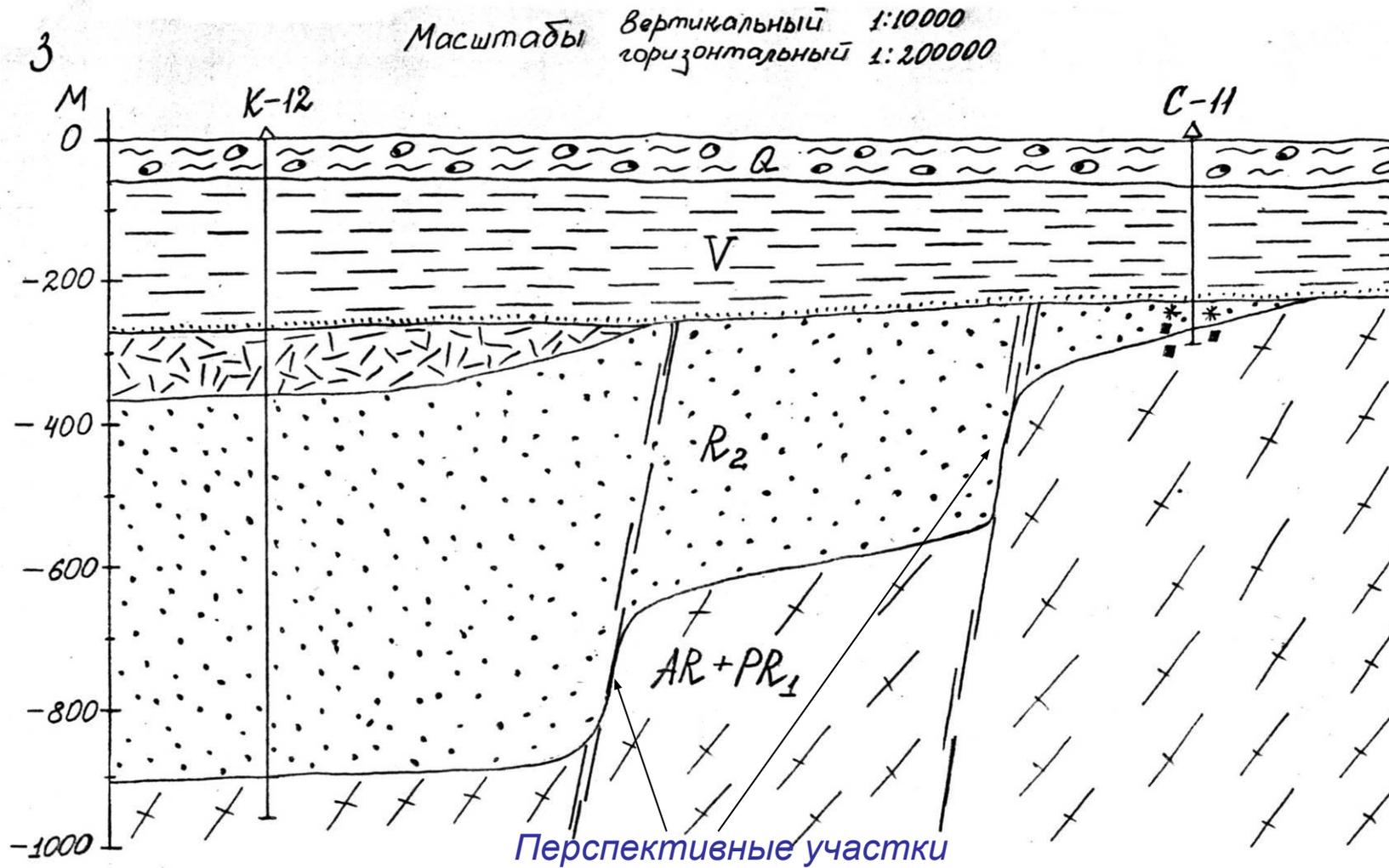
**Геолого-  
структурная схема  
Ладожского района  
(По Пичугину,  
Поликарпову)**

*Центр  
перспективной  
площади*

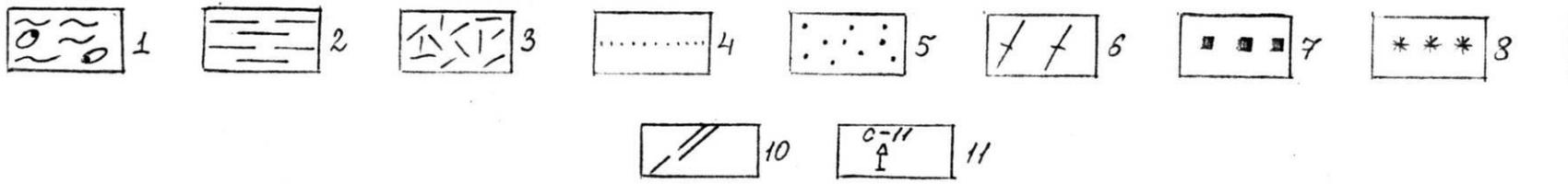


*Условные обозначения*

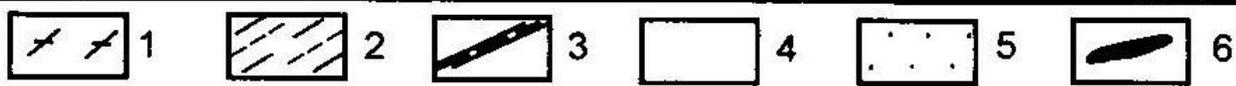
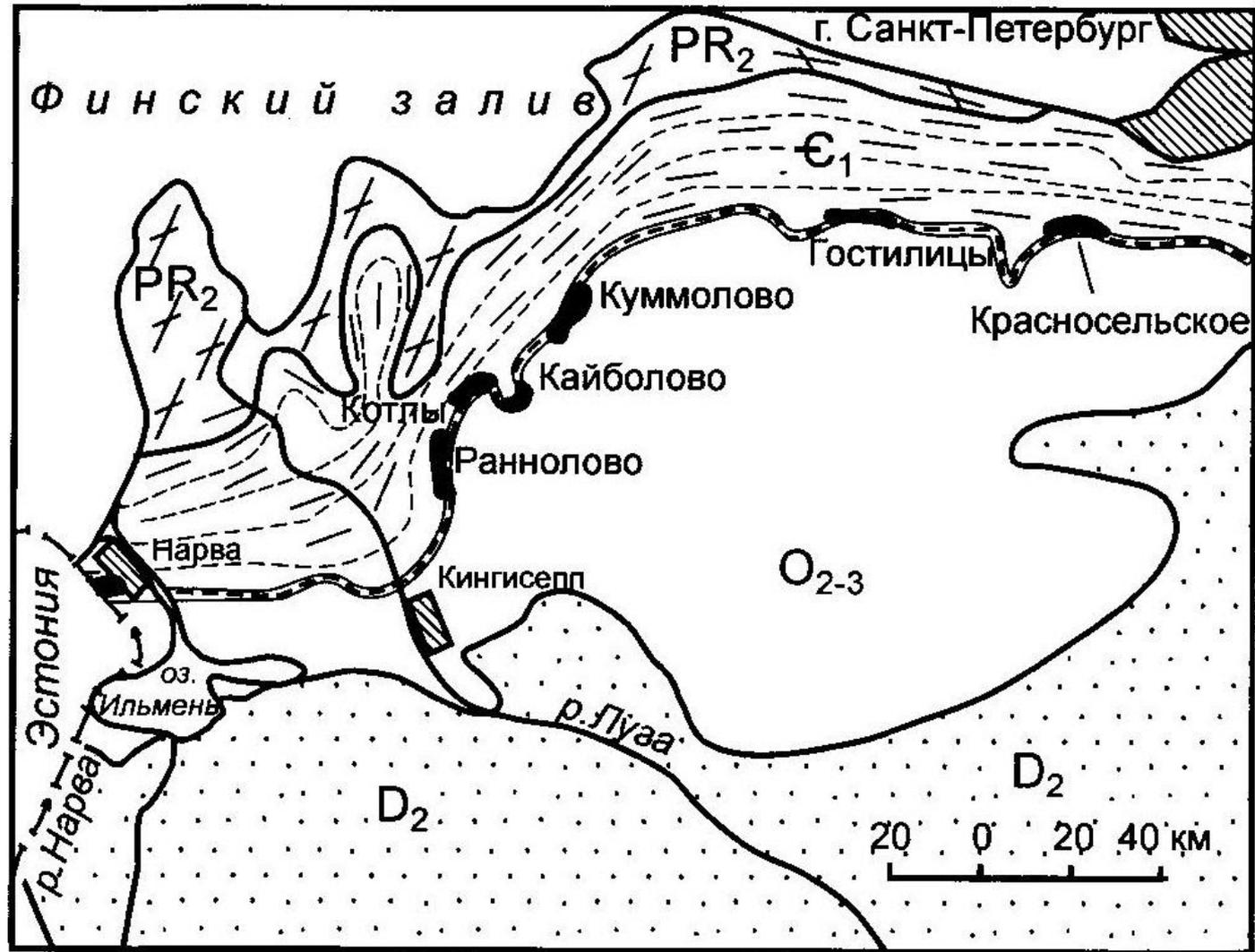
- |  |   |   |   |
|--|---|---|---|
|  | <i>граница рифа<br/>Пошско-Ладожского прогиба</i> |   | <i>Янисярвенский глубинный<br/>разлом</i> |
|  | <i>граница венда</i>                              |   | <i>Участки бурения:</i>                   |
|  | <i>крупные разломы</i>                            | 1 | <i>1 - месторождения Карпу</i>            |
|  |   | 2 | <i>2 - Приозерский</i>                    |
|  |   | 3 | <i>3 - Свирско-Оятьский</i>               |
|  |   | 4 | <i>4 - Яровицина</i>                      |



Геологический разрез Свирица-Пашской вулcano-тектонической депрессии



Геологическая карта Прибалтийского ураноносного района. По данным ВИМСа, из [Пятое, 2005]

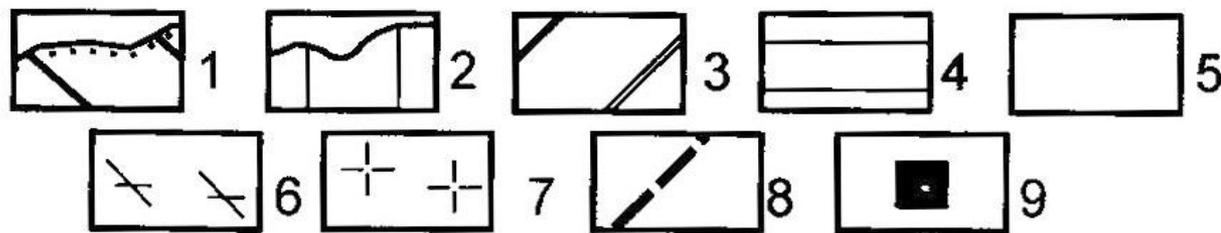
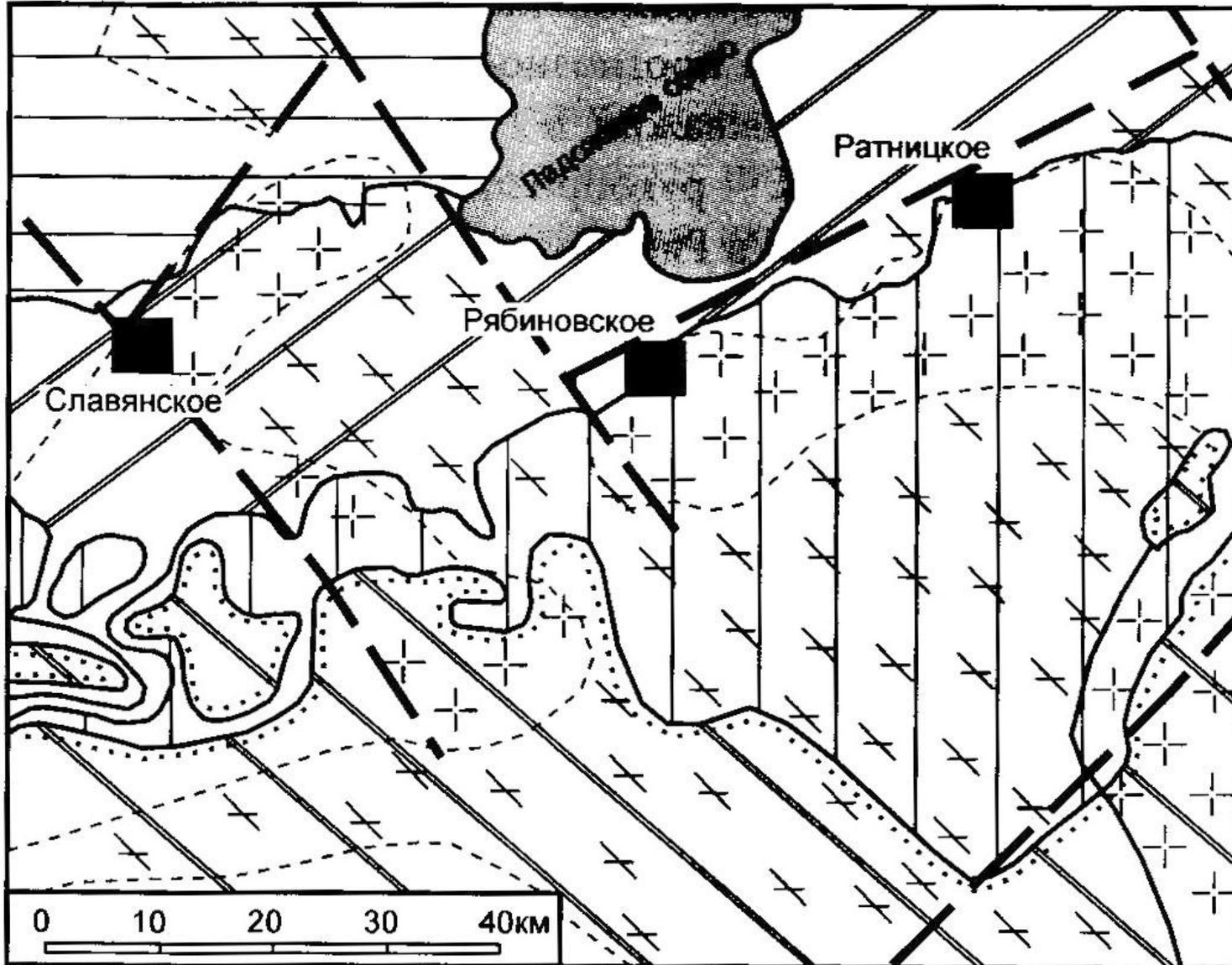


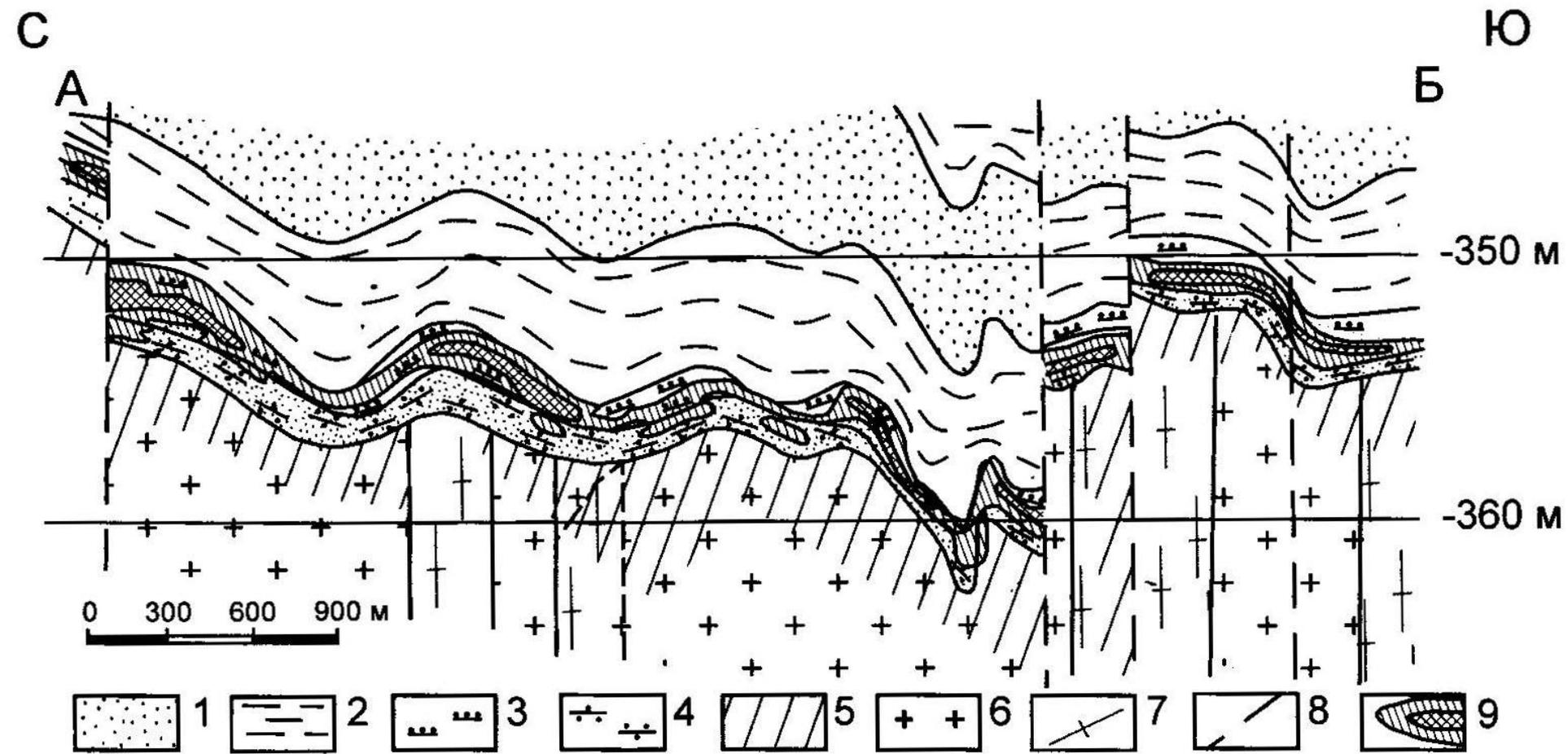
1 - алевролиты, песчаники, конгломераты (PR<sub>2</sub>); 2 - глины, алевролиты, песчаники (€<sub>1</sub>); 3 - диктионемовые сланцы (O<sub>2</sub>); 4 - известняки, доломиты, мергели (O<sub>2-3</sub>); 5 - песчаники, глины, доломиты (D<sub>2</sub>)

# Геологическая карта Невско-Волховского рудоносного района.

По материалам ПГО «Невскгеология».

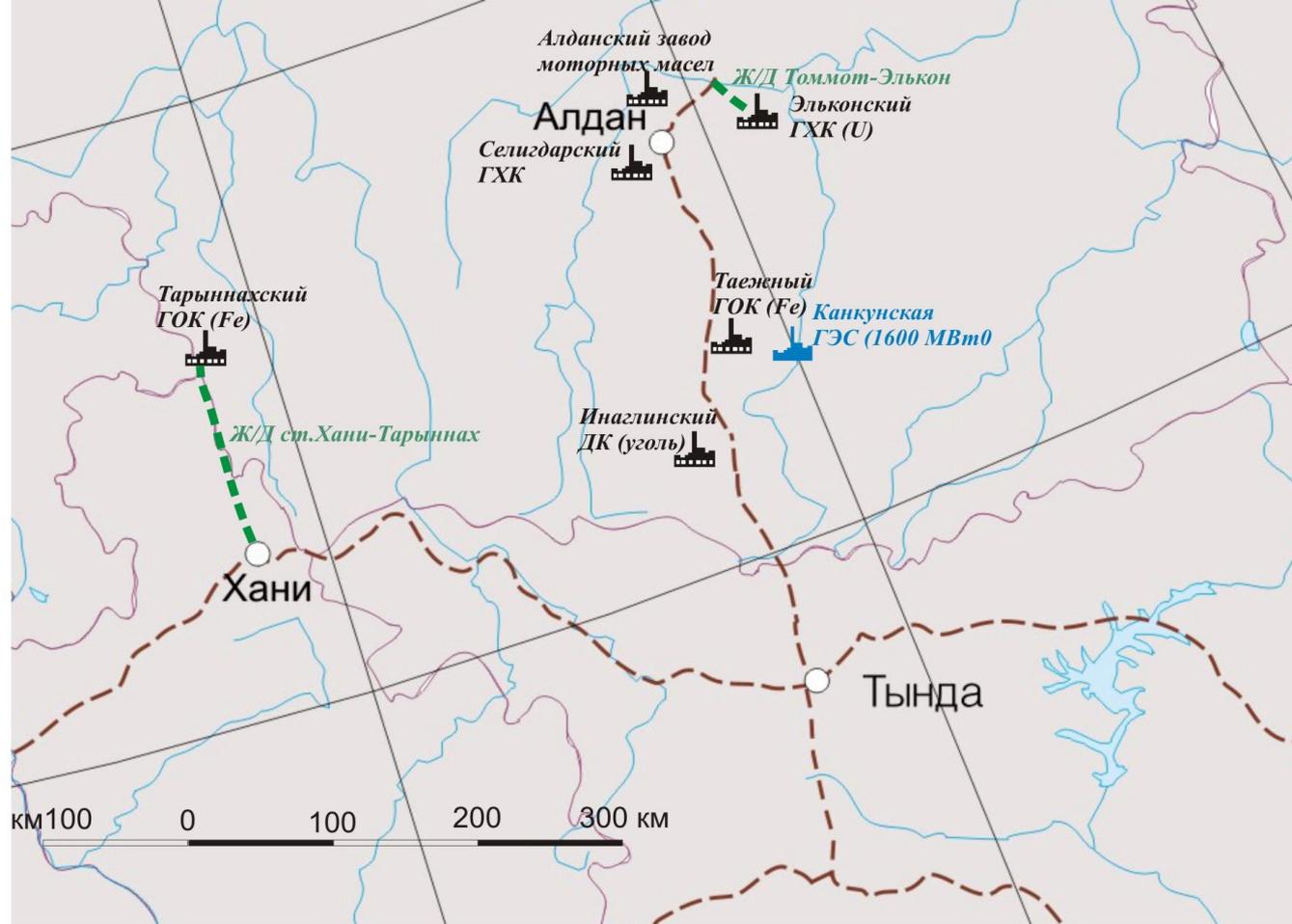
1-4 - осадочные образования венд-фанерозойского платформенного чехла: 1 - девонские, 2 - ордовикские, 3 - кембрийские, 4 - вендские; 5-8 - комплексы довендского фундамента: 5 - метаосадочные породы, 6 - гранито-гнейсы, 7 - граниты; 8 - разломы; 9 - месторождения урана.





**Геологический разрез месторождения Рябиновское.** По материалам ПГО «Невскгеология».

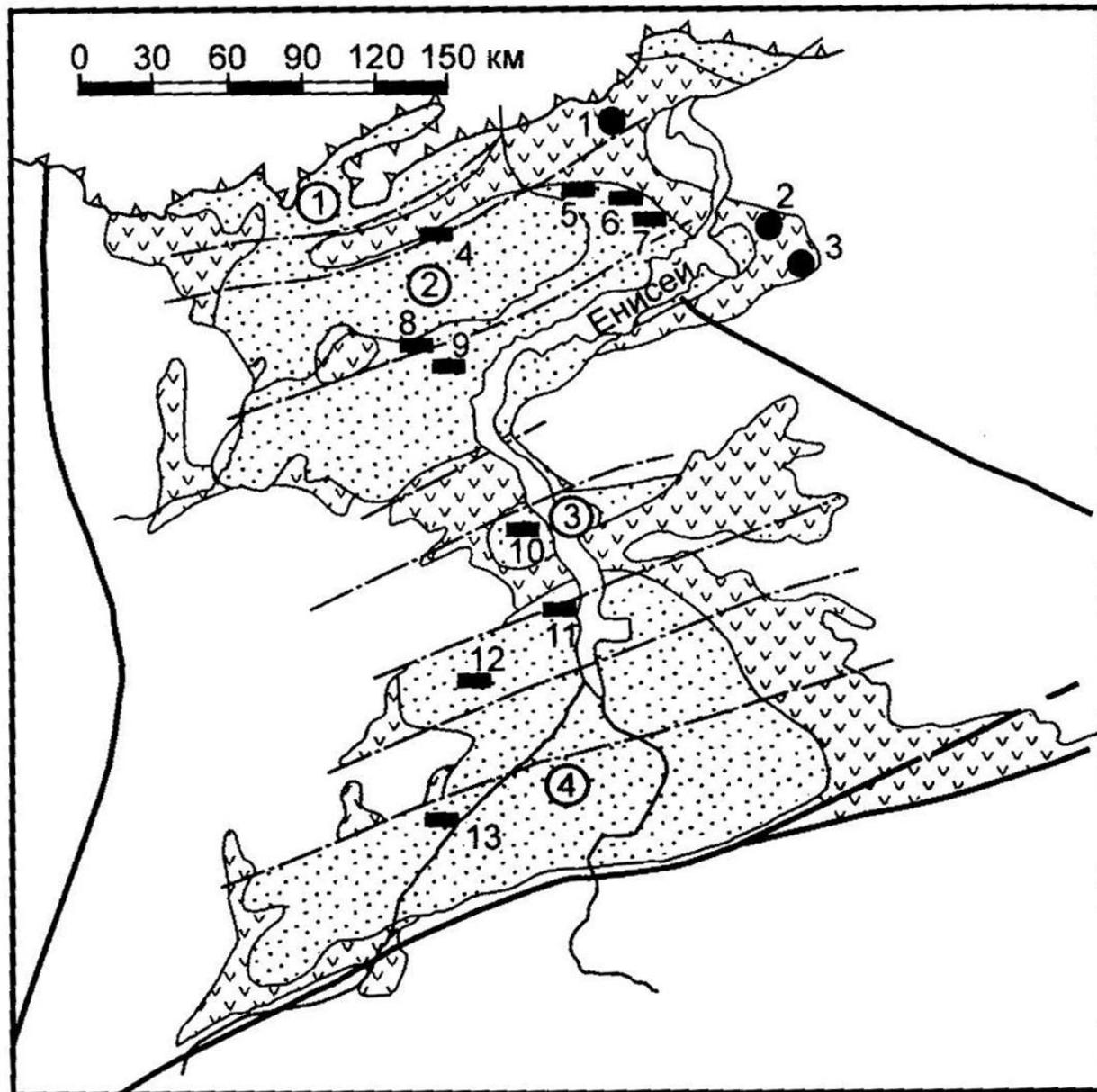
1-4 - осадочные отложения венда: 1 - песчаники, 2 - глины, 3 - пачка переслаивания песчаников и глин, 4 - песчаники с линзами глин; 5-7 - породы фундамента: 5 - коры выветривания пород фундамента, 6 - граниты, 7 - мигматизированные графитсодержащие биотитовые гнейсы и сланцы; 8 - разломы; 9 - рудные зоны с содержаниями урана 0,01-0,03% и более 0,03%.



|                          | Ресурсный потенциал | Срок эксплуатации | Ежегодный уровень добычи |
|--------------------------|---------------------|-------------------|--------------------------|
| <b>Железные руды</b>     | <b>6 млрд. т</b>    | <b>100 лет</b>    | <b>7 млн. т</b>          |
| <b>Коксующийся уголь</b> | <b>1,5 млрд. т</b>  | <b>100 лет</b>    | <b>3 млн. т</b>          |
| <b>Уран</b>              | <b>370 тыс. т</b>   | <b>40 лет</b>     | <b>5 тыс. т</b>          |

рис. 21 Ресурсный потенциал и основные промышленные объекты проекта “Комплексное развитие Южной Якутии”

0 30 60 90 120 150 км



## Тектоническая схема Минусинских впадин.

По В.Е.Кудрявцеву [1979].

1 - среднепалеозойские впадины: Назаровская (1), Северо-Минусинская (2), Сыдо-Ербинская (3), Южно-Минусинская (4); 2 - вулканогенные формации Минусинского вулканического пояса; 3 - додевонский складчатый пояс; 4 - межблоковые глубинные разломы; 5 - тектонические ограничения поперечных блоков; 6 - южная граница Западно-Сибирской плиты; 7-8 - месторождения урана: 7 - гидротермальные (1 - Кемчуг, 2 - Рассохинское, 3 - Солонечное), 8 - стратиформные (4 - Кызынджульское, 5 - Сырское, 6 - Тумнинское, 7 - Юрганское, 8 - Большой Сабигур, 9 - Монастыревское, 10 - Приморское, 11 - Оглахтинское, 12 - Чалгыз-Хыр, 13 - Тигир-Тайшенское.

