

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ имени К.И. САТПАЕВА

Кафедра Геологической съемки, поисков и разведки МПИ

Дисциплина
«Геолого-промышленные типы МПИ»

Лекция № 11

**ПРОМЫШЛЕННО - ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ТИПЫ
МЕСТОРОЖДЕНИЙ УРАНА**

- 1. Общие сведения**
- 2. Промышленные типы месторождений**
- 3. Минерально-сырьевая база урана Казахстана**

1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Уран.

Металл светло-серого цвета, легко поддается обработке, сравнительно мягкий, на воздухе темнеет, покрываясь пленкой оксида.

Кларк урана – $2,5 \cdot 10^{-4}$ %, т.е. выше кларков многих редких металлов (Mo, W, Hg).

Температура плавления 1135 С°.
Радиоактивен, в растворах токсичен.

Уран химически весьма **активный** элемент.
Он быстро окисляется на воздухе,
разлагает воду при 102 С°,
легко реагирует со всеми неметаллами.

Применение. Уран является основным сырьем для производства атомной энергии, используется также в аналитической химии, фотографии, стекольной промышленности.

Минералогия. В природе известно более 100 урановых и урансодержащих минералов. Главные из них – **окислы урана** и смешанные **соли** ванадиевой, фосфорной, кремневой, мышьяковой, титановой и ниобиевой кислот.

Основное промышленное значение имеют

- уранинит, настуран или урановая смолка
обобщенная формула UO_2 (92%)
- и его аморфная разновидность –
урановая чернь (до 60% UO_2).

Название минерала	Химический состав	Содержание урана, %
Уранинит	UO_2	45—85
Урановая смолка . .	$\text{UO}_{2,2} - \text{UO}_{2,67}(\text{U}_3\text{O}_8)$	Переменное
Карнотит	$\text{K}_2(\text{UO}_2)_2(\text{VO}_4)_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$	55
Отенит	$\text{Ca}(\text{UO}_2)_2(\text{PO}_4)_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$	45—55
Тюямунит	$\text{Ca}(\text{UO}_2)_2(\text{VO}_4)_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$	50
Самарскит	$(\text{U}, \text{Y}, \text{Ca}, \text{Th}, \text{Fe}) (\text{Nb}, \text{Ta})_2\text{O}_6$	8—16
Браннерит	$(\text{U}, \text{Y}, \text{Ca}, \text{Th})_3\text{Ti}_5\text{O}_6$	~40
Давидит	$(\text{U}, \text{Fe}, \text{Ce}) (\text{Ti}, \text{Fe}, \text{V}, \text{Cr})_3(\text{O}, \text{OH})_7$	—
Казолит	$\text{Pb}(\text{UO}_2)_2\text{SiO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	7—40
Уранофан	$\text{Ca}(\text{UO}_2)\text{Si}_2\text{O}_7 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	57
Тербернит	$\text{Cu}(\text{UO}_2)_2(\text{PO}_4)_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$	50
Коффинит	$\text{U}(\text{SiO}_4)_x(\text{OH})_{4x}$	—
Цейнерит	$\text{Cu}(\text{UO}_2)_2(\text{AsO}_4)_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$	50—53
Тухолит	Окись урана и углеводороды	Переменное

- Минералы уранила (U^{6-}) встречаются в **окислительных условиях**; они окрашены в яркие желтые, красные, оранжевые или зеленые тона и слагают окисленные части урановорудных залежей.

Наиболее обычные **минералы уранила (U^{6-}) — отенит, туямуни́т, торбернит и уранофа́н.**

- Минералы четырехвалентного урана встречаются в **восстановительных условиях**; они имеют черную или коричневую окраску.

Важнейшие минералы U^{4-} — **уранинит, урановая смолка или настуран** (раскристаллизованная, разновидность уранинита) и **коффинит**.

Наиболее легко уран извлекается из собственных минералов — карбонатов и сульфатов, фосфатов, арсенатов, ванадатов и молибдатов.

Это, как правило, вторичные минералы зоны гипергенеза, в которых уран присутствует в шестивалентной форме и легко переходит в раствор при обработке, слабыми растворами кислот и соды.

Хорошо извлекается уран из руд, представленных основными урановыми минералами — настураном и урановыми чернями.

Более устойчивыми к процессам выщелачивания являются коффинит и особенно браннерит.

Природный уран состоит из смеси трех изотопов: ^{238}U (99,2739 %), ^{235}U (0,7024 %) и ^{234}U (0,0057 %)

ГЕОХИМИЯ.

Он относится к элементам переменной валентности и в природных условиях обычно встречается в U^{6+} и U^{4+} валентных состояниях.

- Четырехвалентные соединения слаборастворимы,
- а шестивалентный уран образует устойчивый **комплексный катион** уранильной группы $(UO_2)^{2-}$, что обеспечивает возможность его миграции.

В эндогенных и экзогенных процессах уран ведет

себя по-разному.

Наибольшие концентрации отмечаются в

1. щелочных и ультращелочных породах

типа

сиенитов и попаритовых пяявритов $(10-80) \cdot 10^{-4}\%$

Уран изоморфно входит в состав сложных силикатов и титанатов таких, как эвдиалит, лопарит, ферсманит и др.

2. В породах кислого состава содержание урана составляет в среднем $(3\text{-}4)\cdot10^{-4}\%$.

Он накапливается

- как в виде примесей в акцессорных минералах (циркон, ортит, монацит, сфен, апатит и др.),
- так и в форме «подвижного» урана в микротвёрдениях и межзерновых швах.

В окислительной обстановке

четырехвалентные соединения урана становятся неустойчивыми, и уран как элемент переменной валентности относительно легко переходит в легко-растворимый ион уранила $(UO_2)^{2+}$ (шестивалентный) и может **мигрировать в поверхностных водах на значительные расстояния**.

Обогащенные кислородом поверхностные воды весьма благоприятны для этого.

Интенсивность процессов миграции определяется климатом и физико-химическими параметрами приповерхностных вод:

- кислотно-щелочными свойствами (рН) и
- окислительно-восстановительным потенциалом (Eh).

В виде легкорастворимых комплексных соединений уран выщелачивается из коренных месторождений и горных пород и поступает в поверхностные водные растворы.

Осаждение урана в зоне гипергенеза происходит **на геохимических барьерах** в зонах перехода от окислительной к восстановительной обстановке при изменении кислотно-щелочной среды.

Уран сорбируется органическим веществом (торфяники, гумус, разлагающиеся животные и органические остатки), углеводородами, фосфатами, глауконитом, глинами, гидроксидами железа

и другими поверхностными продуктами, создавая основу для седиментного рудообразования.

В процессе пластовой фильтрации урансодержащих вод **на восстановительных барьерах** формируются крупные урановорудные залежи, приуроченные **к зонам пластового окисления (ЗПО)** с четко выраженной окислительно-восстановительной зональностью.

Запасы и добыча. Общие запасы превышают 5 млн т. Основные ресурсы сосредоточены в месторождениях США, Австралии, Канады, ЮАР, Намибии, Нигера, Франции, Испании, Португалии.

- К крупным относятся месторождения с запасами U_3O_8 свыше 10 тыс. т,
- к средним - от 1 до 10,
- к мелким - менее 1 тыс.т.

В зарубежных странах производится около 42 тыс.т U_3O_8 при потребности 85-100 тыс. т. Около 200 тыс. т U_3O_8 накоплено на складах стран-производителей: США, Канада, ЮАР и др.

Типы руд и кондиции.

- Основное промышленное значение имеют **оксидные руды**,
- меньшее - руды, состоящие из
 - ванадатов (карнотит, тулюмунит),
 - фосфатов (торбернит, отенит) и
 - арсенатов (цейнерит) урана.

Основной показатель качества руд — содержание в них урана. По его содержанию (%) выделяются пять сортов руд:

очень богатые (> 1); богатые (1-0,5);
средние (0,5-0,25); рядовые (0,25-0,1);
бедные ($< 0,1$).

II. ТИПЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Отличительной особенностью урановых месторождений является разнообразие условий их формирования. Выделяются месторождения

эндогенной серии (позднемагматические, карбонатитовые, гидротермальные),

экзогенной серии (седиментационно-диагенетические, инфильтрационные),

метаморфогенной серии и полигенные.

Главную роль играют:

- гидротермальные (**плутоногенные, вулканогенные**),
- инфильтрационные,
- выветривания, осадочные месторождения
- метаморфизованные

А. ЭНДОГЕННАЯ СЕРИЯ

1. Позднемагматические месторождения

относительно редки и связаны с пегматоидными образованиями кислых и щелочных магм, представленных аляскитовыми гранитами и карбонатитами.

Свообразным месторождением **в карбонатитах** является Палабора (ЮАР, район Трансвааля). Это крупнейшее **медное** месторождение, где уран, несмотря на низкие содержания (0,001 — 0,01%), в течение ряда лет является объектом попутной добычи.

Месторождение приурочено к многофазному кольцевому интрузиву ультраосновных и щелочных пород.

Гидротермальные месторождения

объединяют большую группу промышленно важных месторождений с разным составом руд, оклорудных метасоматитов, вмещающих пород.

Они существенно различаются и по структурам рудных полей и месторождений.

Это — продукты химического и энергетического взаимодействия восходящих горячих водных растворов с боковыми породами.

Среди гидротермальных месторождений выделяют следующие рудные формации:

- месторождения **урановой и железо-урановой формации** в альбититах.
- месторождения **урановой** формации в углеродисто-кремнистых («черных») сланцах
- **уранинит-сульфидные** месторождения
- **уранинит-арсенидные** месторождения
- месторождения **фосфор-урановой и молибден-урановой** формации.
- месторождения **флюорит-урановой** формации в аргиллизитах

плутоногенные

вулканогенные

2. Гидротермальные плутоногенные

- а) *Месторождения урановой и железо-урановой формации в альбититах.*

Месторождения располагаются в районах древних платформ, претерпевших тектоно-магматическую активацию в конце протерозоя и представлены метасоматическими гидротермальными плутоногенными месторождениями, связанными с натровым и карбонатным метасоматозом.

Вмещающие породы - метаморфизованные раннепротерозойские отложения древних платформ.

Процессы метаморфизма сопровождались

- мощной гранитизацией и переработкой вмещающих пород в конце раннего протерозоя,
- щелочным метасоматизмом** и
- проявлением наиболее ранних эндогенных месторождений урана.

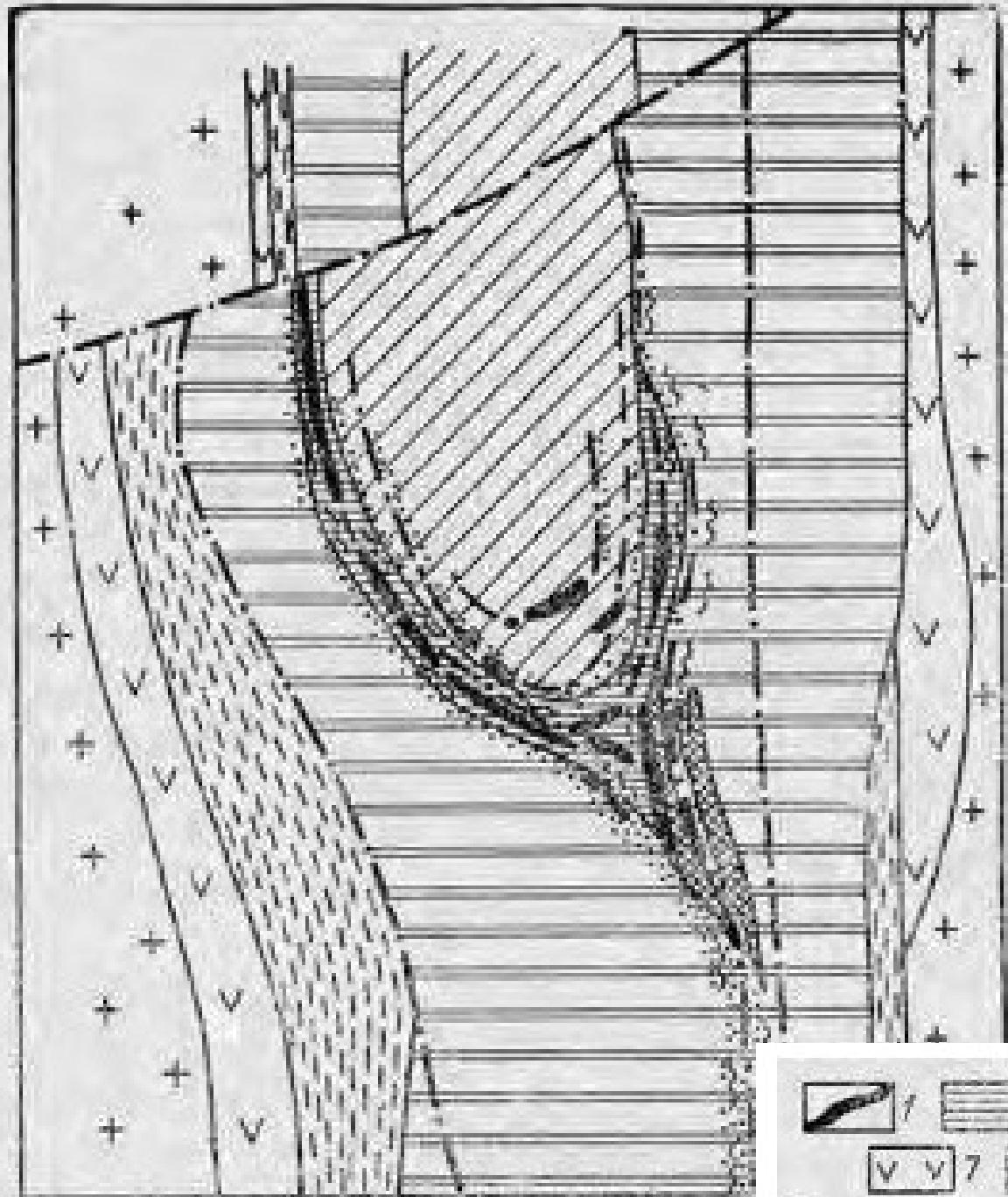
Морфология рудных тел, как правило, уплощенные линзовидные и трубообразные залежи. Сложены они альбитом, кварцем, цирконом, апатитом, карбонатами; встречаются ильменит, магнетит, сульфиды.

Урановые минералы представлены уранинитом, титанатами и гидроксидами урана.

К ним приурочены ураноносные альбититы в фундаменте древних платформ Австралии Канадского (Биверлодж), Индийского (Джадугуда, Керуйандуни), ЮАР (район Кегас — Вестерберг). Бразильского (Итатая) щитов, Украинского кристаллического массива в связи с щелочными натровыми метасоматитами.

Схема геологического строения железо-уранового м-ния (Украинский кристаллический щит)

- 1 – урановые руды
- 2 – альбититы
- 3 – железные руды
- 4 – верхняя свита: роговики, доломиты и графитовые сланцы
- 5 - кварц-биотитовые, магнетит-биотитовые сланцы и железистые кварциты средней продуктивной свиты
- 6 – нижняя свита
- 7 – амфиболиты
- 8 – граниты и мигматиты
- 9 – зоны смятия
- 10 – зоны дробления
- 11 - сланцы



Месторождение приурочено к участку центриклинального замыкания крутой изоклинальной синклинальной складки (рис.).

- Ядро складки сложено переслаивающимися роговиками, доломитами и графитовыми сланцами верхней свиты,
- а крылья — мелкозернистыми кварц-биотитовыми сланцами и часто чередующимися тонкополосчатыми магнетит-куммингтонитовыми, магнетит-биотит-куммингтонитовыми сланцами и железистыми кварцитами средней продуктивной свиты, содержащими вблизи замковой части складки пластообразные залежи богатых железных руд.

Урановое оруденение тесно связано с проявлением метасоматических процессов. Метасоматиты сосредоточены в основном на крыльях и в замковой части синклинальной складки, где интенсивно проявлены более ранние гранитизация и мигматизация кварц-биотитовых сланцев.²²

Они круто, почти вертикально, склоняются согласно с падением шарнира и крыльев складки и про сложены до глубины более 1,5 км;

Формы рудных залежей столбообразные, линзообразные и пластообразные а также седловидные и гнездообразные

Выделяет четыре стадии гидротермального минералообразования:

- 1)ранный натровый метасоматоз (урановая I);
- 2)карбонатно-уранинитовая (урановая II);
- 3)поздний натровый метасоматоз (безурановая);
- 4)сульфидно-настуреновая (урановая III).

- **б) Месторождения урановой формации в углеродисто-кремнистых («черных») сланцах**

В углеродисто-кремнистых сланцах сосредоточены огромные запасы урана, но промышленные месторождения собственно урановых руд довольно редки и возникают при благоприятном сочетании стратиграфических, литологических, структурных, магматогенных и гидрологических факторов.

- **в) уранинит-сульфидные** месторождения представлены жилами значительной протяженности и мощностью 1,5-2 м, залегающими в **эффузивно-осадочных** породах и связанными с интрузиями гранитоидного состава.

Примерами месторождений этого типа являются Мэрисвейл (США) и Лимузен (Франция).

- г) **Уранинит-арсенидные месторождения**, принадлежат также к классу гидротермально-плутоногенных, но отличаются сложным составом руд, наличием арсенидов никеля и кобальта, минералов серебра.

Рудные тела – жилы и жильные зоны – развиты на значительной площади и на большую глубину среди эффузивных, осадочных и интрузивных пород.

К данному типу принадлежат **месторождения Рудных гор в Чехии и Германии и Порт Радий в Канаде**.

3. Гидротермальные вулканогенные месторождения

связаны с комплексами вулканических пород. Рудные тела имеют форму жил, гнезд, линз, линейных штокверков, иногда послойных залежей, размещение которых контролируется зонами разрывных нарушений.

По составу руд выделяются месторождения: уран-титановые, уранинит-галенитовые, уранинит-молибденитовые, уранинит-флюоритовые.

Крупные месторождения известны в Австралии, Канаде, Казахстане.

- **а) Месторождения фосфор-урановой и молибден-урановой формации.**

Месторождения этих близких по геологическому строению месторождений широко проявлены в пределах Кокшетауского срединного массива на территории Северного Казахстана и Южном Казахстане.

Особенностью этих месторождений является тесная пространственная и временная связь с вулкано-тектоническими сооружениями, образованными чередующимися горизонтами андезит-риолитовых лав, разделенных прослойями пирокластических и обломочных пород и прорванных экструзивными телами того же состава.

Урановое оруденение приурочено к породам вулканических построек, контролируется крутопадающими и пологими нарушениями, контактовыми зонами стратифицированных и жерловых вулканических образований, горизонтами пирокластов и осадочных пород.

Рудные залежи разнообразны по форме, образуют сложные системы сочленяющихся жил, штокверков и стратiformных тел.

Руды вкрапленные, прожилковые, иногда массивные.

Наиболее крупные **уран-фосфорные** месторождения расположены в Северном Казахстане (**Косачиное, Грачевское, Маныбай, Заозерное и др.**).

На многих месторождениях присутствует молибден. Залегают они в различных по возрасту и составу породах:

- терригенных образованиях венда,
- осадочно-вулканогенных и карбонатных породах ордовика,
- гранитоидах девона и др.

Месторождения **молибдено-урановой** формации в Шу-Или-Бетпақдалинской рудной зоне приурочены к девонскому вулканическому поясу (Бота-Бурум, Кызылсай, Джидели и др.).

Месторождения жильно-штокверкового типа пространственно и по времени образования связаны с вулканическими комплексами риолитового состава.

- **б) Месторождения флюорит-урановой формации в аргиллизатах**

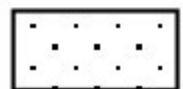
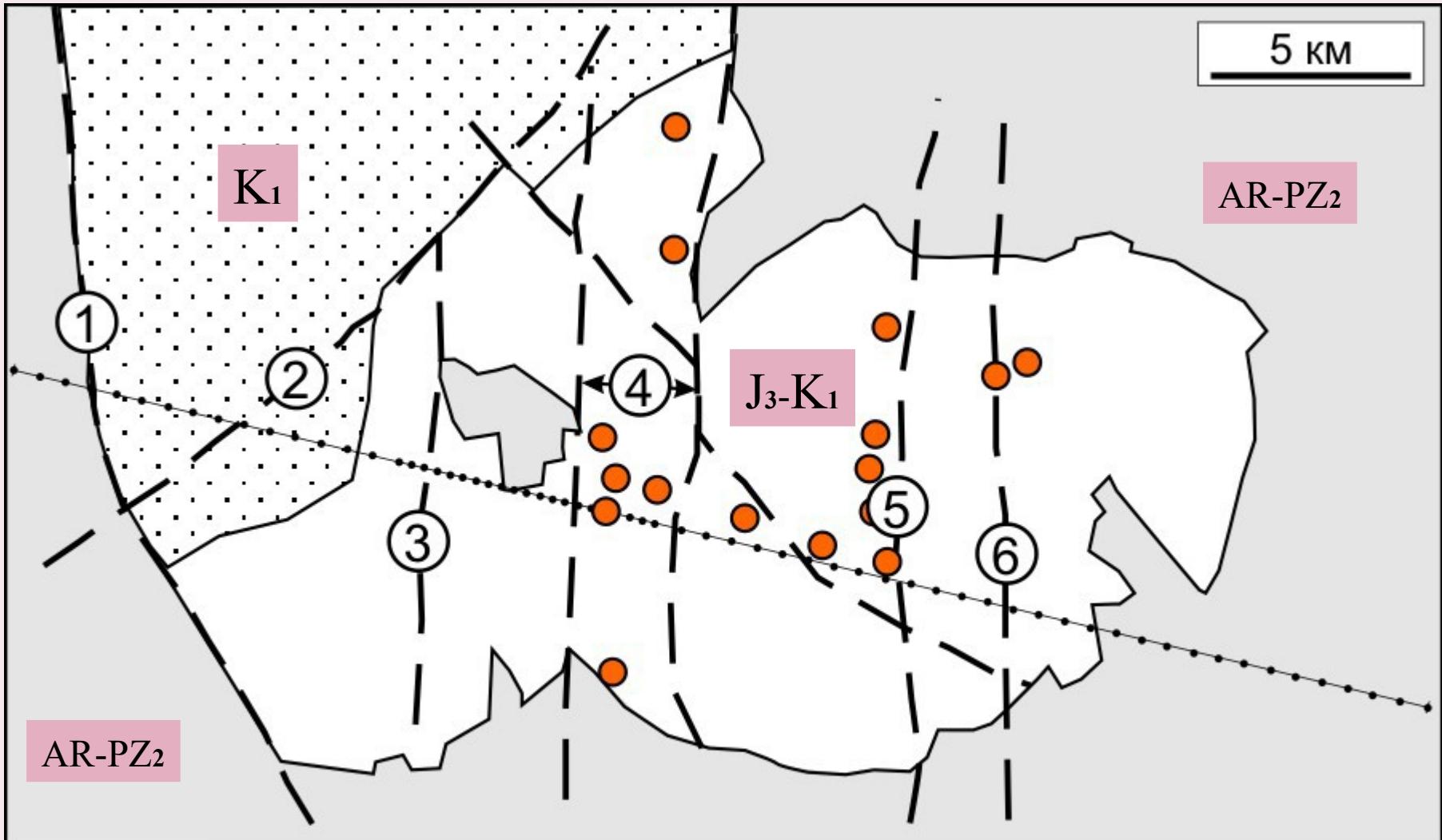
Наиболее хорошо разведаны и изучены в пределах Стрельцовского урановорудного района (Россия, Забайкалье).

Урановые месторождения сформировались в результате интенсивных процессов позднемезозойской тектоно-магматической активизации и приурочены к вулкано-тектонической депрессии кальдерного типа (депрессии проседания).

Рудное поле имеет мелкоблоковое строение и характеризуется многочисленными разломами и зонами мелкой трещиноватости.

По условиям залегания, морфологии и внутреннему строению рудные тела объединены в три основных структурно-морфологических типа:

- 1) крутопадающие жилы и линзовидные тела;
- 2) линейные и уплощенные штокверки, имеющие в плане лентообразную форму;
- 3) пластообразные залежи



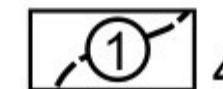
1



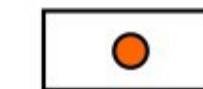
2



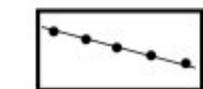
3



4



5

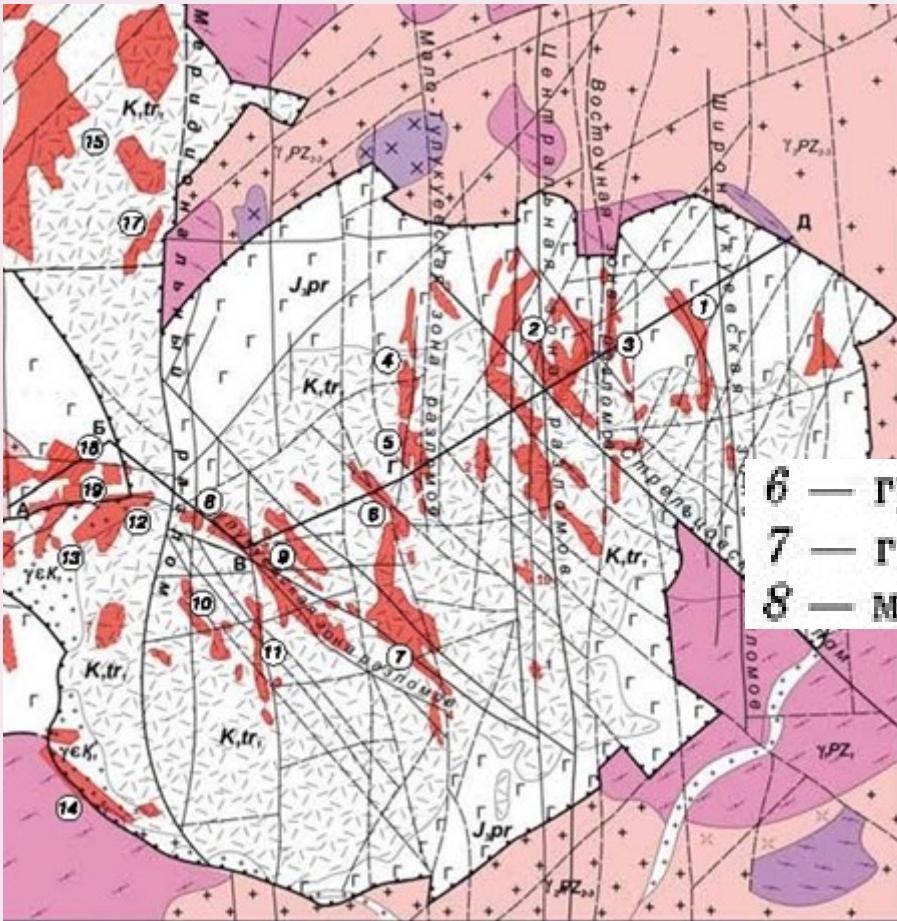


6

Рис. 1. Схематическая геологическая карта Стрельцовского рудного поля

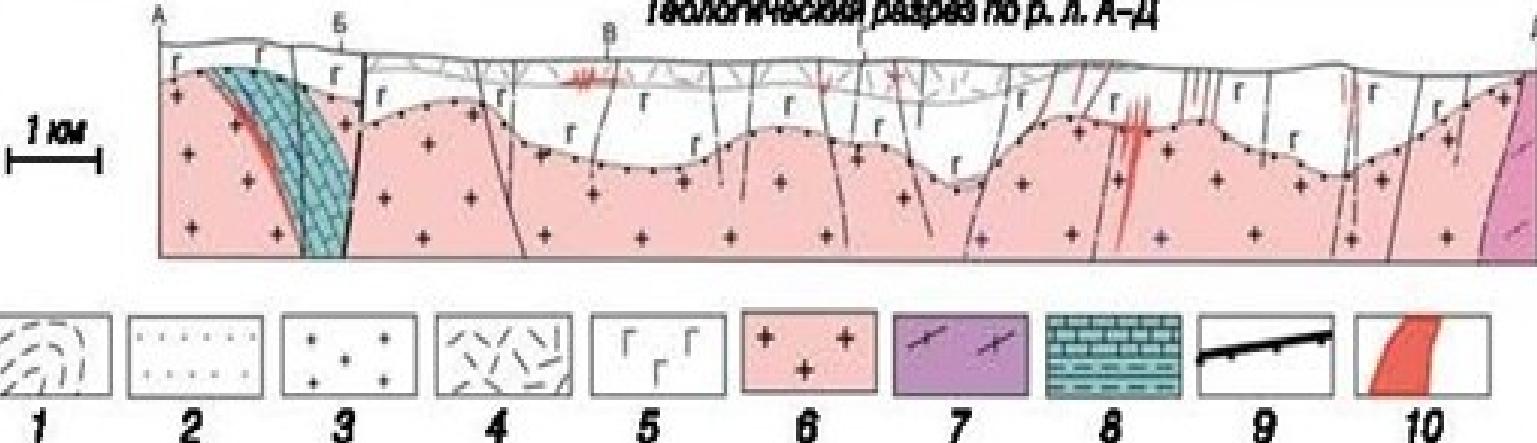
- 1 – вулканогенно-осадочное выполнение Восточно-Урулюнгувской впадины (K_1);
- 2 – осадочно-вулканогенный чехол Стрельцовской кальдеры (J_3-K_1);
- 3 – метаморфогенные и гранитоидные породы фундамента Стрельцовской кальдеры ($AR-PZ_2$);
- 4 – основные разломы и их зоны;
- 5 – месторождения рудного поля;

Геологическая карта Стрельцовского рудного поля



- 1 — кутинская свита;
- 2 — тургинская свита (верхняя толща);
- 3 — породы субвулканической фации;
- 4 — тургинская свита (нижняя толща);
- 5 — приаргунская свита;
- 6 — граниты варийского интрузивного цикла;
- 7 — граниты каледонского интрузивного цикла;
- 8 — мрамор и кристаллические сланцы;
- 9 — контур Стрельцовской кальдеры;
- 10 — месторождения

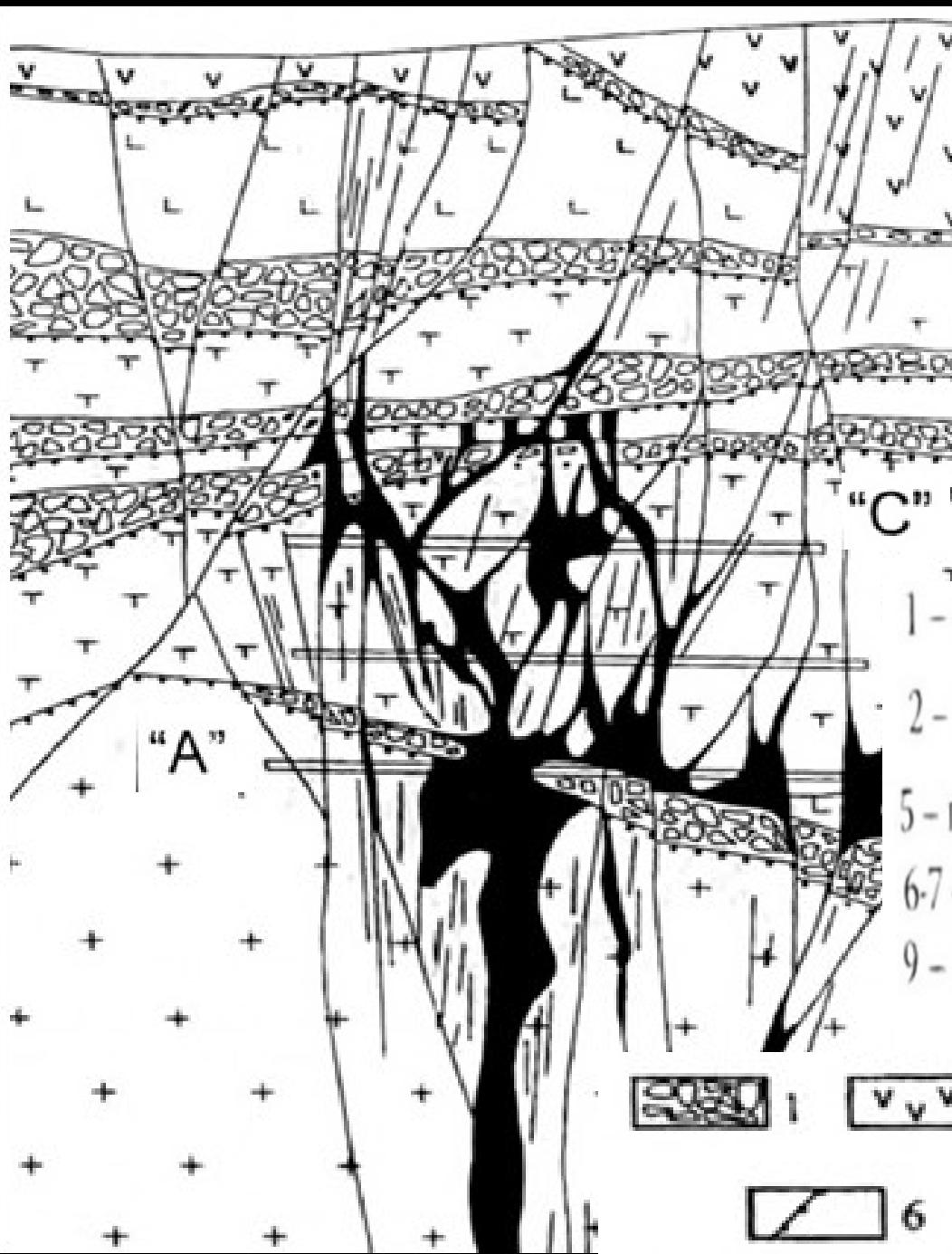
Геологический разрез по р. л. А-Д



Геологическая карта Стрельцовского рудного поля:

1 — кутинская свита; 2 — тургинская свита (верхняя толща); 3 — породы субвулканической фации; 4 — тургинская свита (нижняя толща); 5 — приаргунская свита; 6 — граниты варийского интрузивного цикла; 7 — граниты каледонского интрузивного цикла; 8 — мрамор и кристаллические сланцы; 9 — контур Стрельцовской кальдеры; 10 — месторождения (по номерам в кружках): 1 — Широндукуйское; 2 — Стрельцовское; 3 — Антей; 4 — Октябрьское; 5 — Лучистое; 6 — Мартовское; 7 — Мало-Тулукевское; 8 — Тулукевское; 9 — Юбилейное; 10 — Весеннее; 11 — Новогоднее; 12 — Пятилетнее; 13 — Красный Камень; 14 — Юго-Западное; 15 — Дальнее; 16 — Полевое; 17 — Безречное; 18 — Аргунское; 19 — Жерловое

Обобщенный геологический разрез м-ний Стрельцовское (С) и Антей (А)



Стрельцовское месторождение локализовано в осадочно-вулканогенной толще, слагающей верхний структурный этаж.

В породах нижнего структурного этажа, являющихся фундаментом Стрельцовской кальдеры, непосредственно под Стрельцовским месторождением образовалось месторождение Антей (.....).

Особенностью Стрельцовского месторождения является многоярусное распределение и значительный размах оруденения по вертикали, достигающий 700 м.

Руды локализуются в различных породах по всему разрезу,. На месторождении выделяется три основных морфологических типа рудных залежей, пространственно связанных между собой:

- крупные жилообразные залежи и мелкие жилы,
- уплощенные полигонаклонные штокверкоподобные залежи,
- пластообразные пологозалегающие залежи.

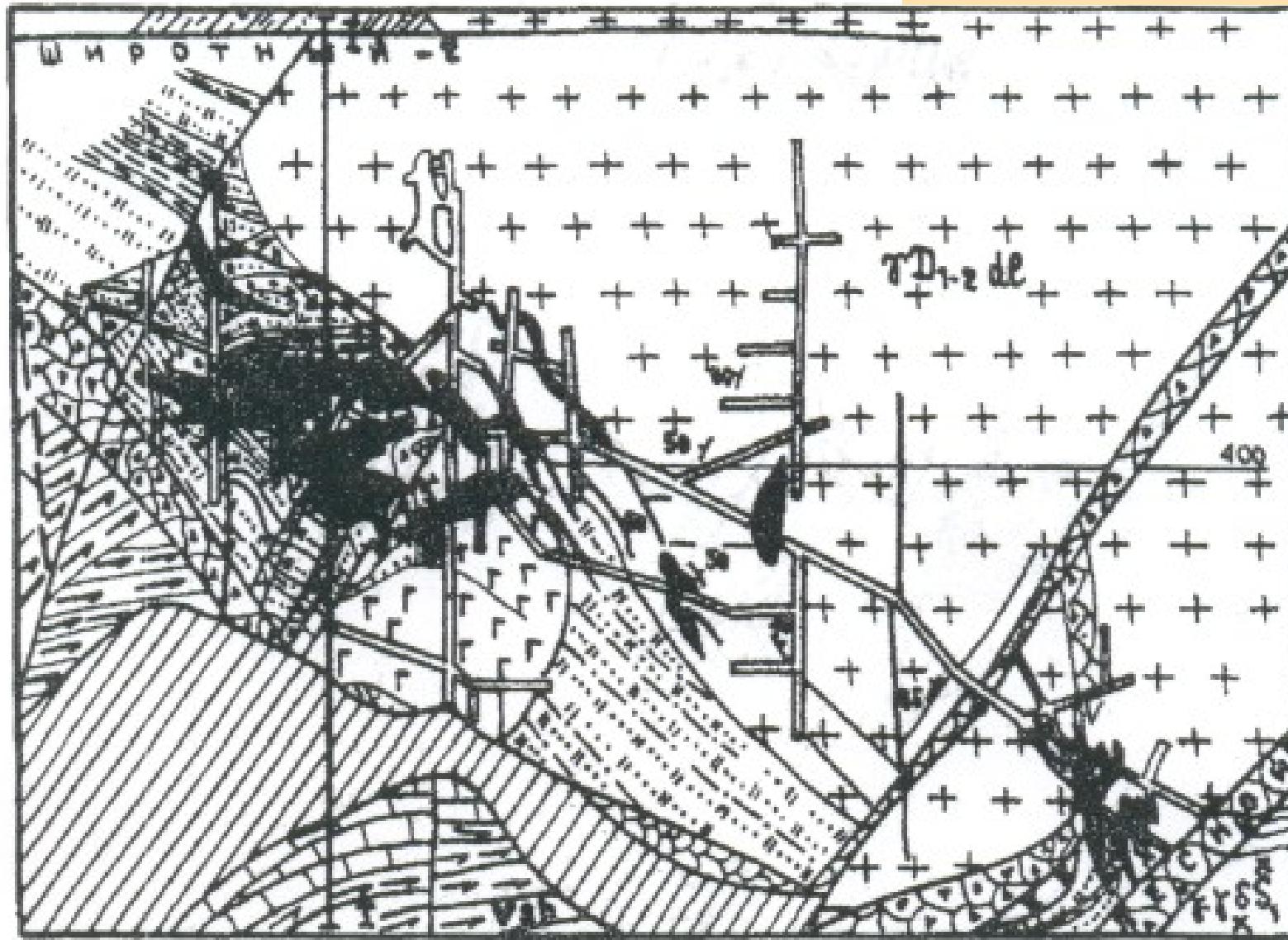
Главным фактором рудоконтроля является структурный.

А

50 0 50 100 150 200м

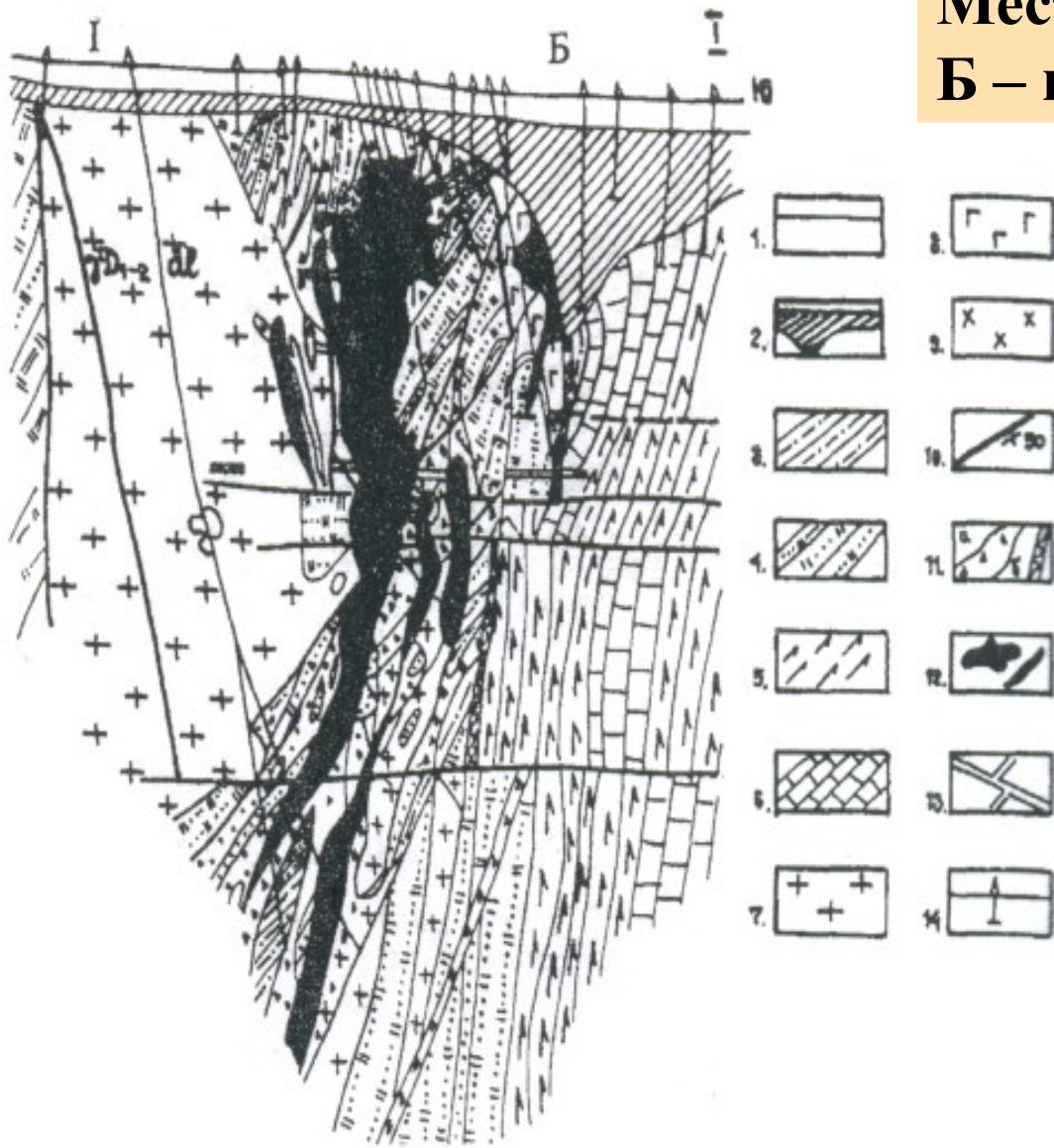
Месторождение Грачевское.

А - план горизонта +176,



Месторождение Грачевское.

Б – геол. разрез по линии 1-1.



- 8-габбро-диориты; 9-гранодиориты Зерендинского комплекса;
 10 - разрывные нарушения, их ориентировка; 11 - зоны брекчирования;
12 - урановорудные тела; 13 — подземные выработки; 14 - буровые скважины.

1 - четвертичные отложения (на разрезе);
 2 - кора выветривания;

3-4 - отложения андреевской свиты (Van):

3 - кремнистые алевролиты с прослойями углисто-глинистых сланцев,

4 - кварцитовые песчаники;

5-6 - образования шарыкской свиты (Vsh):

5 - углеродисто-глинистые, углеродисто-кремнистые и глинистые сланцы,

6 - известняки;

7- биотитовые лейкократовые граниты Дальненского комплекса;

4. Метаморфизованные урановые месторождения приурочены к комплексам метаморфических пород докембрия.

Руды прожилково-вкрапленные, нередко залегают согласно первичной стратификации пород и контролируются разломами и зонами трещиноватости.

К метаморфизованным принадлежат **месторождения Мэри Кэтлин, Алли-гейтор-Риверс (Австралия), Витватерсранд (ЮАР), Эллиот-Лейк, Блайнд-Ривер (Канада), Жакобина (Бразилия)**.

Б) ЭКЗОГЕННАЯ СЕРИЯ

Месторождения этой серии дают около половины мировых запасов, и ежегодно добыча руд из них возрастает.

Здесь выделяют:

- ***Осадочные месторождения***
морские
континентальные
- ***Инфильтрационные***

Крупные запасы урана разведаны на территории Казахстана и Узбекистана —

- Чу-Сарысуйская,
- Сыр-Дарыинская,
- Кызыл-Кумская и другие рудные провинции

5. Осадочные урановые месторождения

разделяются на:

- **морские**, залегающие в карбонатных породах, углисто-кремнистых сланцах, фосфоритах и **континентальные**, локализующиеся в торфяниках, лигнитах, бурых углях, конгломератах и песчаниках.

Этим месторождениям присущи крупные запасы сравнительно бедных руд. Осадочные урановые месторождения находятся в

Канаде (Ките, Гэз-Хилс), США (Амброзия-Лейк), Испания (Фе), Алжире, Тунисе, Марокко, Заире, Замбии, Аргентине, Австралии (Олимпик-Дам).

6. Инфильтрационные урановые месторождения размещены обычно **в песках, заключенных между водоупорными глинистыми породами.**

Для рудных тел характерны неправильная форма, значительные размеры по вертикали и площади.

В состав руд входят урановая чернь, сульфиды железа, меди, никеля, кобальта, минералы ванадия и селена.

Инфильтрационные месторождения имеют важное промышленное значение и широко распространены.

Они известны
в Канаде (Раббит-Лейк),
США (плато Колорадо),
Австралии (Рейнджер),
а также в Германии, Франции,
Великобритании, Италии,
Австрии, Югославии,
Венгрии, Румынии,
Турции, Пакистане,
Индии, Японии,
Казахстане.

На большинстве рассматриваемых месторождений рудные тела имеют простую пласто- и линзообразную форму и обычно залегают согласно с вмещающими породами.

Месторождения урана чехла древних и молодых платформ в литературе объединяются под названием **«месторождения песчаникового типа»**.

1. Инфильтрационные месторождения

объединяют в группы с различными названиями —
эпигенетические, экзогенно-эпигенетические,
стратиформные, гидрогенные, песчаникового типа,
инфилтрационные, ролловые,
связанные с зонами пластового окисления и пр.

Для локализации инфильтрационного оруденения считается благоприятным наличие **локальных антиклинальных структур**, осложняющих артезианские бассейны.
На большинстве месторождений формируются

в плане сложные лентообразные залежи,
а в разрезе — роллы.

По характеру взаимоотношения с первичным напластованием пород различают три типа залежей в песчаниках: почти **согласные**, **роллового типа** и **контролируемые разрывами («стэковые»)**

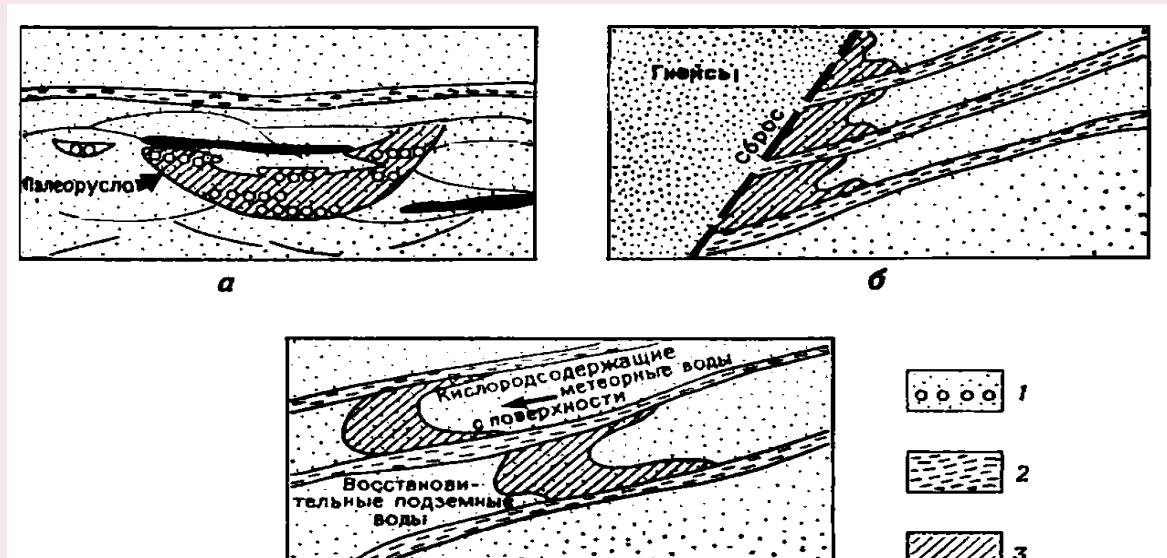
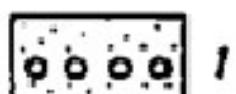
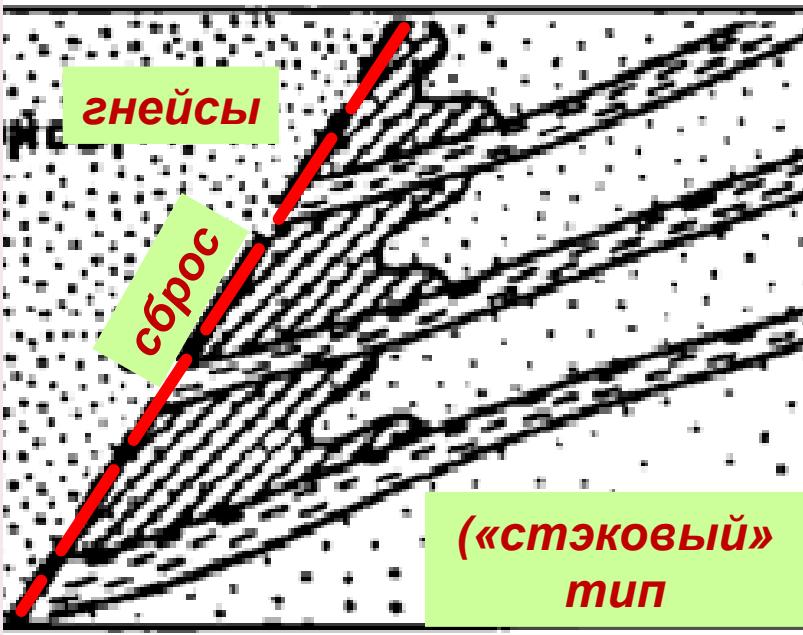
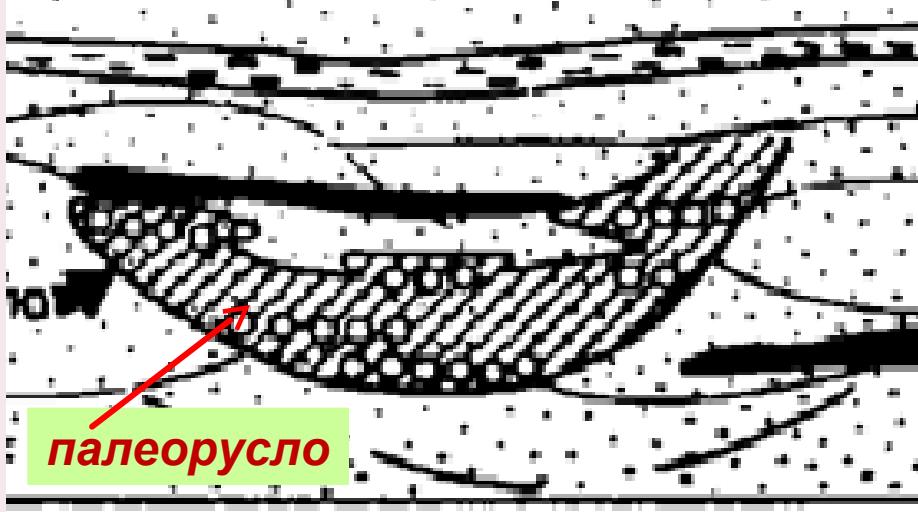


Рис. 9.6. Примеры различных урановых месторождений «песчаникового» типа:
а — плитообразный подтип; б — стэковый подтип; в — ролловый подтип
(по Хатчинсону и Блэкуэллу, 1988):

1 — песчаники и конгломераты; 2 — глинистые сланцы; 3 — руды

**См.
следующий
слайд**

Согласные (пластообразные)



III. Минерально - сырьевая база урана Казахстана

составляет около 25% мировых запасов урана.

Основа современной урановой базы –
экзогенные месторождения, а среди них
пластово-инфилтратационные гидрогенные

1. Крупнейшими являются

- Шу-Сарысуская** и
- Сырдарьинская** ураноносные провинции в Южном Казахстане, особенно первая.

Здесь сосредоточено более 20 урановых месторождений.

- Общие ресурсы урана в Казахстане оцениваются в 1,5 млн. т.
- Из них разведанные запасы составляют 470 тыс.т, что выводит республику на одно из первых мест в мире по этому показателю (Даукеев, 2000).

В настоящее время пластово-инфилтратационные гидрогенные месторождения являются основным источником добычи урана в Казахстане.

Совместно с ураном из этих месторождений могут извлекаться способом

подземного выщелачивания

рений, ванадий, селен, редкие земли

и другие элементы.

Урановые месторождения в Казахстане сосредоточены, в основном, в шести урановых провинциях:

**Северо-Казахстанской (Кокшетауской);
Кендықтас-Чуили-Бетпакдалинской
(Прибалхашской);**

Мангышлакской (Прикаспийской);

Илийской;

Чу-Сарысуйской;

Сырдарьинской ;

е;
эндогенные
экзогенные

В последние годы доля когда-то наиболее важных **эндогенных месторождений** Казахстана существенно снизилась в пользу пластово-инфилтратационных (до 75 % достоверных запасов и ресурсов категории Р₁), пригодных для отработки наиболее прогрессивным и рентабельным способом **подземного выщелачивания**.

Эндогенные месторождения находятся в основном в **Северо-Казахстанской** ураново-рудной провинции: **уникальное Косачиное**, **крупные Грачевское, Заозерное, Маныбай** и др., в **Шу-Или-Бетпак-Далинской** - **Ботаборум, Кызылсай, Жидели** и др. (почти отработаны).

А. ЭНДОГЕННЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ

подразделяются на два достаточно обособленных геолого-промышленных подтипа:

- жильно-штокверковый в складчатых **осадочных комплексах** силурийско-девонского возраста и
- жильно-штокверковый в континентальных **вулканических комплексах** верхнего девона.

а) Жильно-штокверковый подтип урановых месторождений в складчатых комплексах силурийско-девонского возраста

получил преобладающее распространение в Северо-казахстанской урановорудной провинции.

Месторождения этого типа (Грачевское, Маныбайское, Восток, Заозерное, Балкашинское и др.) сходны с месторождениями срединных массивов герцинид Европы (Чешского, Центрально-Французского)

Отличительными характеристиками являются их

- более древний абсолютный возраст (410-360 млн. лет против 260-280 млн. лет),
- отсутствие отдельных богатых жил, известных в Рудных горах, и
- отсутствие тесной пространственной связи с определенными гранитными интрузивами.

Месторождения этого подтипа локализованы в различных породах: сланцах, аркозовых песчаниках, яшмоидах, известняках, гранитоидах силурийского и девонского возраста.

Ведущим фактором, определяющим размещение месторождений, являются узлы пересечения и сочленения долгоживущих разломов.

Рудные залежи представляют собой уплощенные линейные, линзообразные или трубообразные штокверки, развивающиеся по тектоническим зонам дробления.

Окорудные изменения: альбитизация, серицитизация, окварцевание.

Основным урановым минералом является настурян, часто в ассоциации с коффинитом, реже урансодержащий апатит. Характерным спутником является молибденит.

Жильно-штокверковые месторождения этого подтипа занимают существенное место в урановорудной базе Казахстана, в них сосредоточено 16,5% запасов и ресурсов урана, и по удельному весу они занимают второе место в структуре сырьевой базы урановой промышленности. Средние содержания урана в этих месторождениях изменяются в пределах 0,068-0,270%.

б) Жильно-штокверковые месторождения в континентальных вулканических комплексах развиты преимущественно в пределах Кендыктас-Чуили-Бетпакдалинской урановорудной провинции. Важнейшей их особенностью является приуроченность к мощному девонскому поясу, представленному широко распространенными кислыми эффузивами и пирокластами с многочисленными жерловыми и субвулканическими телами.

Основные месторождения этого подтипа (Ботабурум, Кызылсай, Кордай, Жидели и др.) тесно связаны с вулканическими комплексами липаритового состава.

Положение рудных тел определяется сочетанием тектонических трещин и контактов вулканических литофаций.

По составу руды уран-молибденовые, содержание урана составляет в среднем 0,1-0,3%.

На месторождении Жидели в отдельных блоках отмечались уникально богатые руды (более 10%).

Месторождения этого подтипа в свое время сыграли важнейшую роль одного из первых источников уранового сырья для атомной промышленности.

К настоящему времени известные месторождения этого подтипа в значительной степени отработаны и в них сосредоточено только 0,4% запасов урана.

Б) ЭКЗОГЕННАЯ ГРУППА

месторождений представлена тремя геолого-промышленными типами:

- эпигенетическим **региональных зон** пластового окисления,
- эпигенетическим **зон грунтового** и грунтово-пластового окисления и
- эпигенетическим **органогенно-фосфатным.**

а) Эпигенетический тип региональных зон пластового окисления представлен большой группой месторождений, распространенных в пределах Чу-Сарысуйской и Сырдарыинской урановорудных провинций.

Образование месторождений связывается с деятельностью кислородсодержащих инфильтрационных вод, циркулировавших в артезианских бассейнах, сформированных на этапе активизации молодых платформ.

Эти воды выщелачивали уран из кристаллических пород областей питания и отлагали его на окислительно-восстановительных барьерах на пути к областям разгрузки.

Зоны пластового окисления (ЗПО) являются важнейшим рудоконтролирующим фактором месторождений этого типа.

В пределах Чу-Сарысуйской и Сырдарьинской депрессий урановые месторождения **контролируются региональными фронтами зон пластового окисления**, прослеживающимися на многие сотни километров.

При этом оруденение связано с зонами пластового окисления не только пространственно, но и генетически.

. Все месторождения этого типа представляют собой крупные промышленные объекты с запасами урана от десятков до сотен тысяч тонн в каждом.

При содержании урана 0,03-0,108% суммарные ресурсы и запасы урана, сосредоточенные в известных месторождениях региональных зон, составляют 75,3% от суммарных запасов и ресурсов Казахстана.

Ведущая роль, как по удельному весу ресурсов и запасов, так и по степени промышленной освоенности, принадлежит **Чу-Сарысуйской урановорудной провинции**, в которой находятся месторождения **Мынкудук, Жалпак, Уванас, Канжуган, Моинкум, Инкай, Буденновское**, в которых сосредоточены 72,8% ресурсов и запасов этого геолого-промышленного типа.

Запасы и ресурсы урана **Сырдарьинской ураново-рудной** депрессии сосредоточены в месторождениях

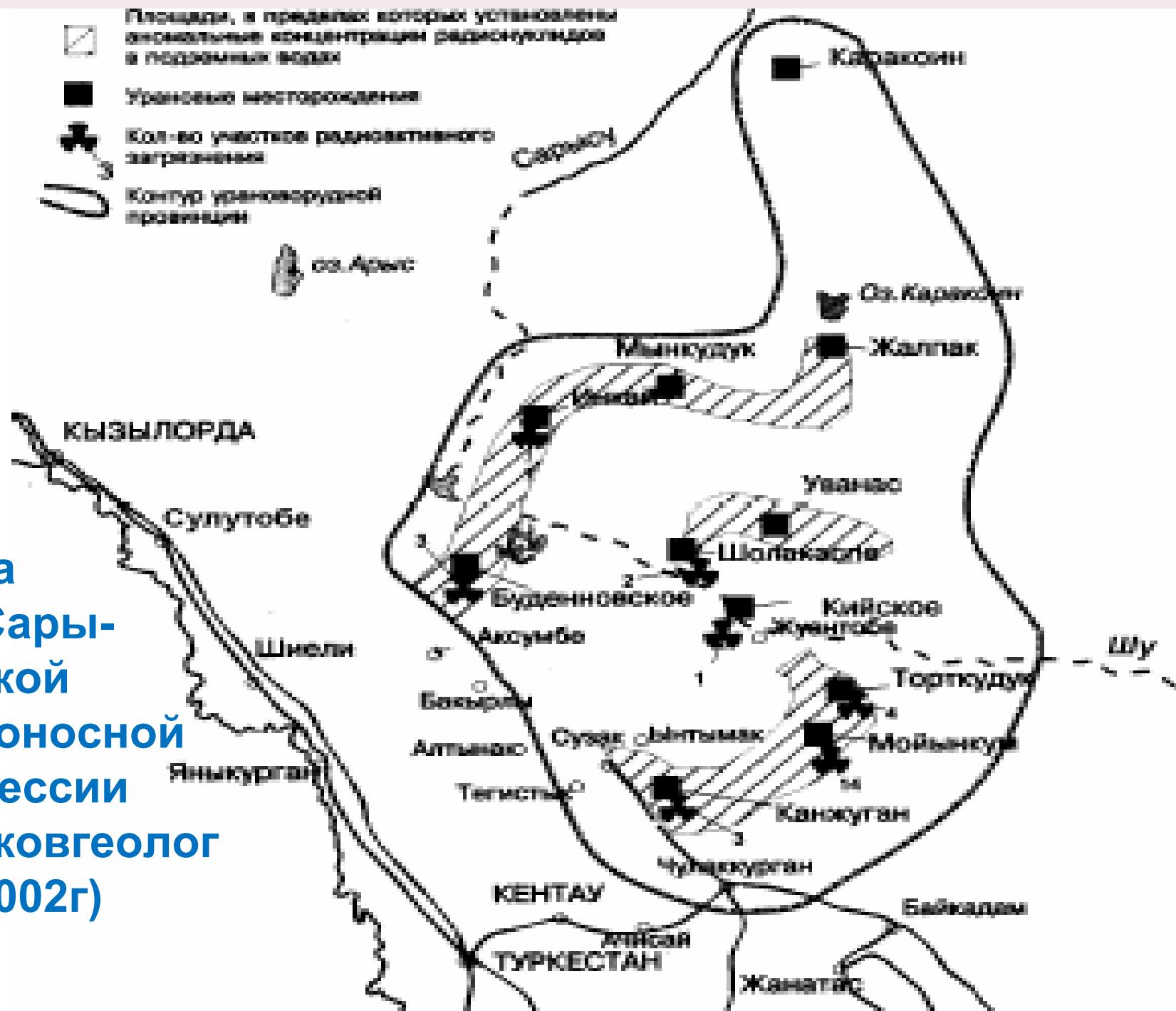
**Северный и Южный Карамурун,
Ир科尔, Харасан, Заречное**

и составляют 14,9% от общих запасов этого геолого-промышленного типа.

В Илийской депрессии известно только одно месторождение этого типа –

Сулучекинское (2,4% от общих запасов).

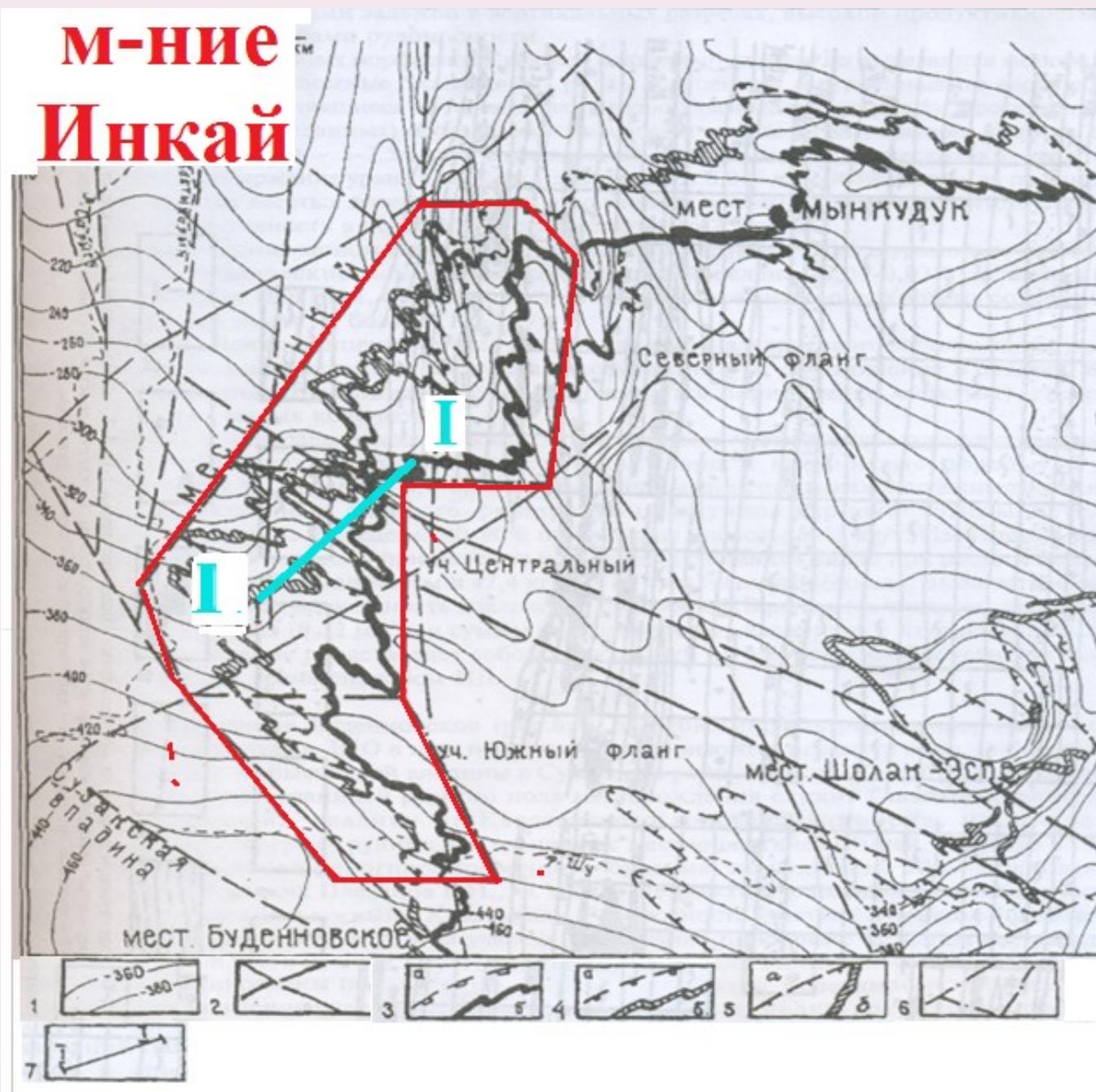
Карта Шу-Сары- суйской уреноносной депрессии (Волковгеолог ия, 2002г)



Месторождение Инкай

- Месторождение расположено в Шу-Сарысуйской впадине на границе Южно-Казахстанской и Кызылординской областей.
- Пластово-инфилтратационное месторождение Инкай контролируется передовой частью дугообразного фронта зоны пластового окисления (ЗПО) в отложениях верхнего мела.
- Рудоносные зоны прослеживаются с северо-востока на юг на расстояние около 55 км при общей ширине от 7 до 17 км.
- На месторождении выделяются Центральный участок, Северный и Южный фланги.

М-ние Инкай



Интай.

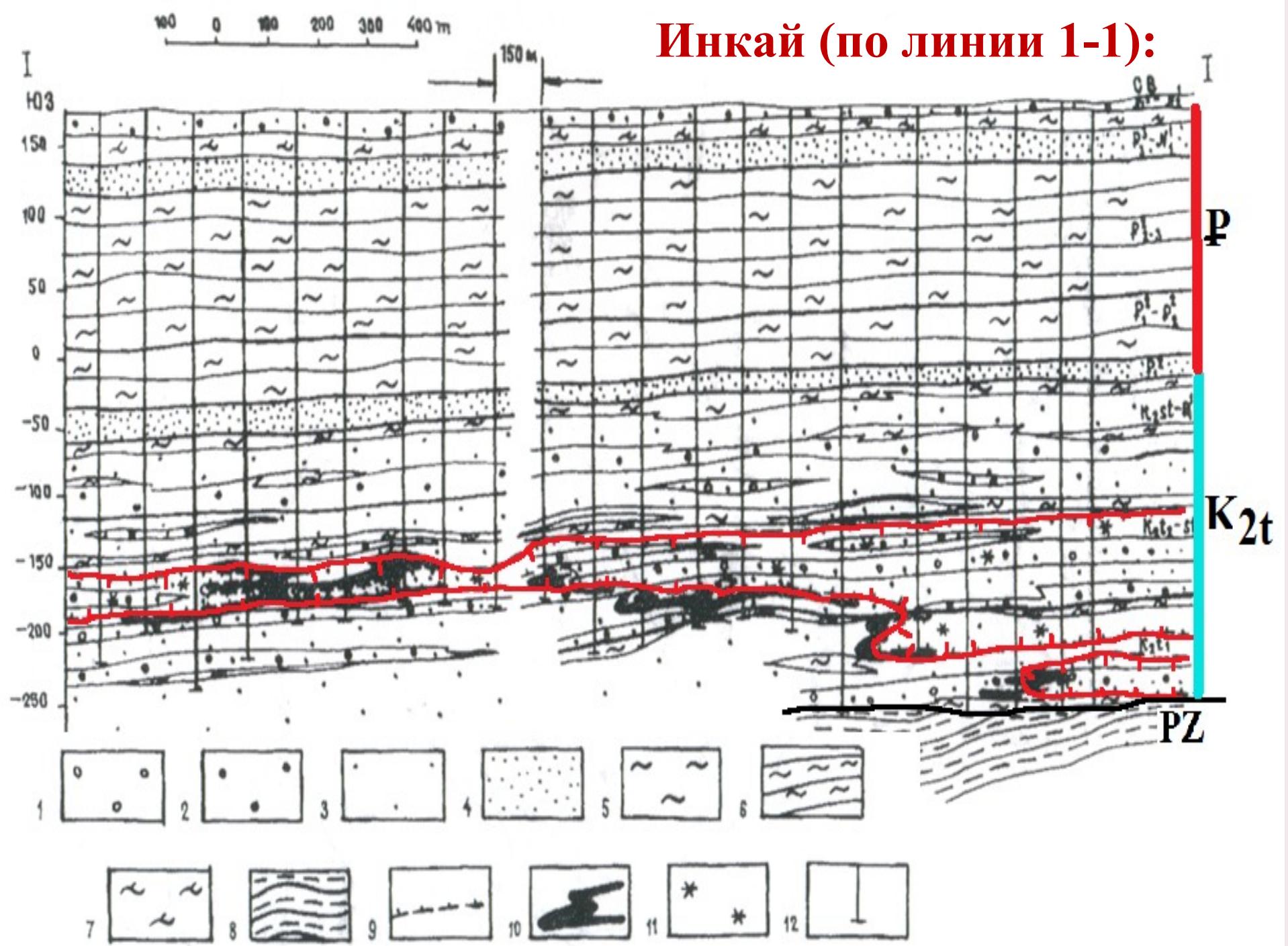
1 - изогипсы поверхности домезозайских образований;

2 - разрывно-флек-сурные зоны;

3-5 - границы рудо-контролирующих зон пластового окисления (а) и связанное с ними урановое оруденение (б) в свитах:

- 3 -мынкудукской,
- 4 - инкудукской,
- 5 - контуры разве-
доочных участков;
- 6 -жапакской
- 7 - линия геологи-
ческого
- разреза.

Инкай (по линии 1-1):



Позиция уранового оруденения в поперечном геологическом разрезе на месторождении Инкай (по линии 1-1):

1-7 - мезозойско-кайнозойские отложения:

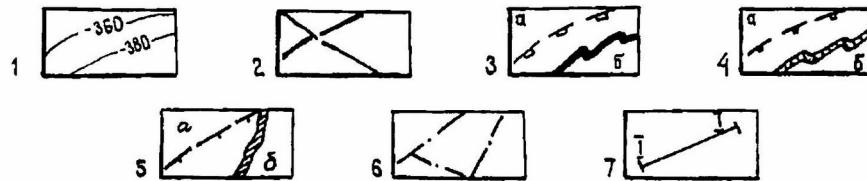
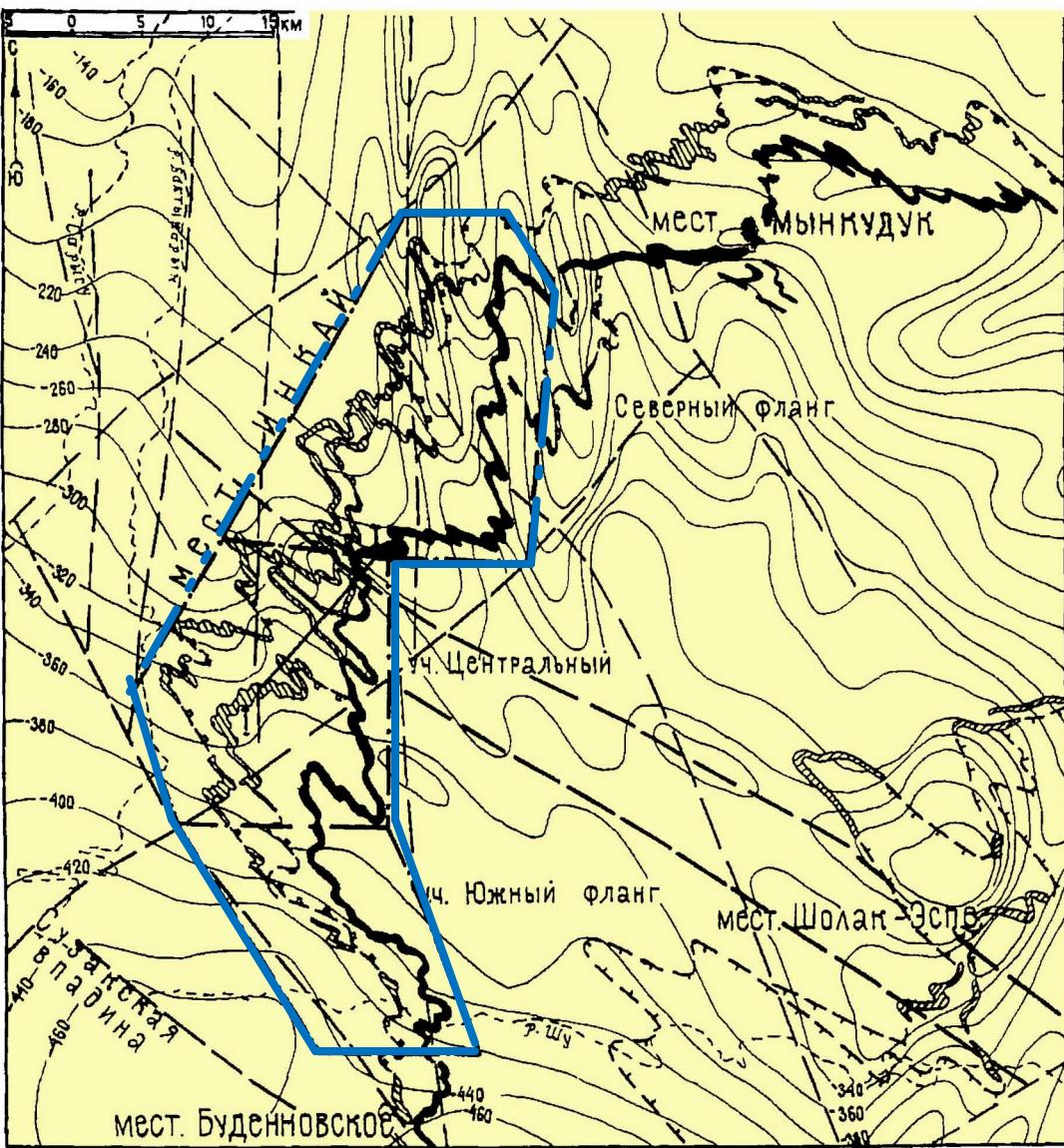
- 1 - песчано-гравийные породы,
- 2 - разнозернистые пески,
- 3 - среднезернистые пески,
- 4 - мелкозернистые пески,
- 5 - глины, 6 - глины слоистые,
- 7 - глины известковистые;

8 - палеозойские образования: аргиллиты, алевролиты;

9 - границы ЗПО;

10 - урановое оруденение;

11 - лимонитизация; 12 - буровые скважины.



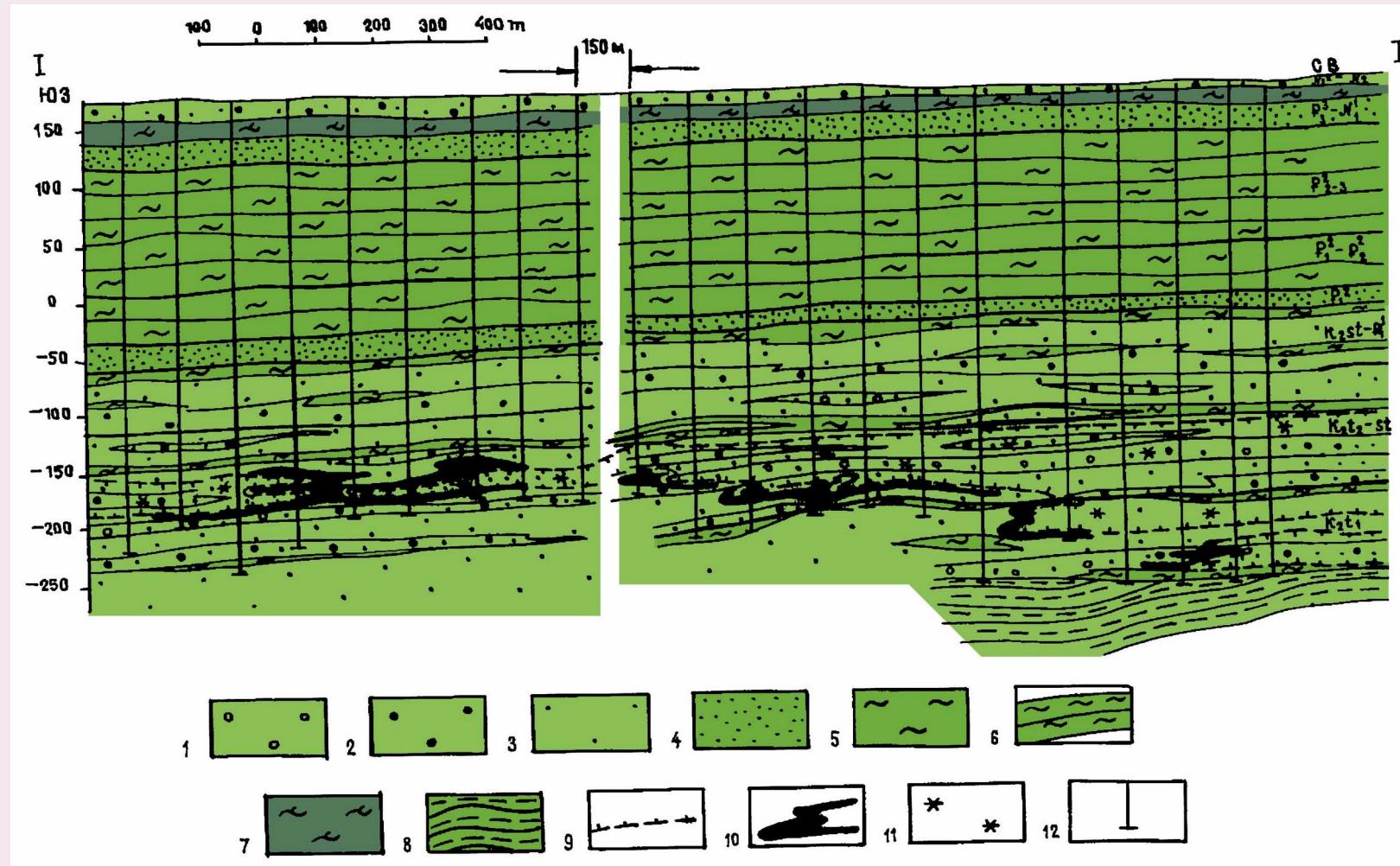
Месторождение Инкай.

План рудоносности.

- 1 – изогипсы поверхности домезозойских образований;
- 2 – разрывно-флексурные зоны;
- 3-5 – границы рудоконтролирующих зон пластового окисления (а) и связанное с ними урановое оруденение (б) в свитах:

 - 3 – мынкудукской (K_2t_1),
 - 4 – инкудукской – (K_2t_2 - st_1),
 - 5 – жалпакской (K_2st_2 - P_1^1);

- 6 – контуры разведочных рудных участков;
- 7 – линия геологического разреза.



Позиция уранового оруденения в поперечном геологическом разрезе на месторождении Инкай (по линии 1-1).

1-7 – мезозойско-кайнозойские отложения: 1 – песчано-гравийные породы, 2 – разнозернистые пески, 3 – среднезернистые пески, 4 – мелкозернистые пески, 5 – глины, 6 – глины слоистые, 7 – глины известковистые; 8 – палеозойские образования: аргиллиты, алевролиты; 9 – границы ЗПО; 10 – урановое оруденение; 11 – лимонитизация; 12 – буровые скважины.

- Рудовмещающий комплекс отложений верхнего мела представлен **мынкудыкской и инкудыкской** свитами с максимальной мощностью, соответственно, 90 и 150 м. Свиты сложены сероцветными **галечно-гравийно-песчаными аллювиальными отложениями и пестроцветными алевропелитами.**
- Выше по разрезу залегают **безрудные аллювиальные пески жалпакской и уванасской свит** верхнего мела-палеогена и морские глинистые отложения уюкской, иканской и интымакской свит палеогена.
- Верхняя часть стратиграфического разреза представлена пестроцветно-красноцветными гравийно-песчано-глинистыми образованиями бетпақдалинской свиты палеогена-неогена, отложениями тогускенской толщи неогена, а также пестрой по составу и генезису пачкой неоген-четвертичного возраста.

Структурный план месторождения определяется его расположением в **северной части Созакской впадины** на границе с Сарысуйской зоной меридиональных структур – узких и пологих конседиментационных поднятий и прогибов, разделенных линейными зонами разрывных нарушений.

В мезозойско-кайнозойских отложениях они проявлены флексурными зонами и смещением слоев в основании разреза.

Месторождение монометалльное-урановое. На границе ЗПО с урановыми залежами отмечаются повышения концентраций селена (0,01-0,03%), не имеющих промышленного значения.

- Урановые минералы относятся
- к высокорастворимой части руд при
 - труднорастворимых минералах и горных породах (в основном кварц и кремнистые породы).

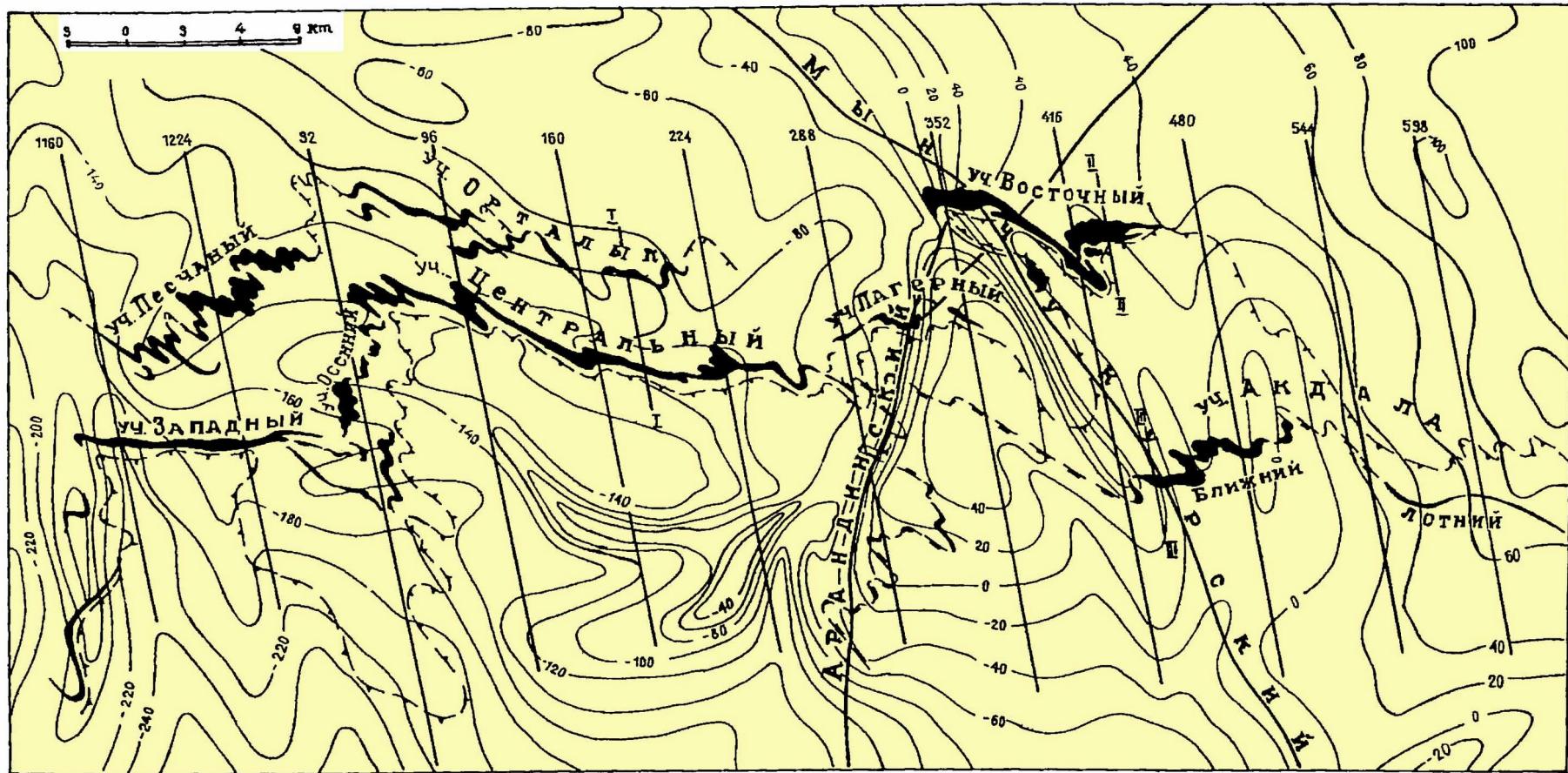
Лабораторными испытаниями по выщелачиванию урана из руд различных литолого-фильтрационных типов сернокислотным методом установлено извлечение в пределах 80-90% при расходе кислоты 5-13 кг/т.

Была установлена возможность извлечения способом подземного выщелачивания (ПВ) рения, скандия и редкоземельных элементов.

Месторождение Инкай представляет собой уникальный по запасам объект для добычи урана способом подземного выщелачивания.

Месторождение Мынкудук

- Месторождение расположено в Шу-Сарысуйской впадине на севере Южно-Казахстанской области.
- Пластово-инфилтратационное месторождение Мынкудук связано с близширотным участком региональных зон пластового окисления (ЗПО), развитых в **проницаемых горизонтах верхнего мела**.
- Рудовмещающий комплекс верхнемеловых отложений подстилается пестроцветной толщей **средне-позднепалеозойских осадочных образований**, залегающих на глубине от 220 до 450м.



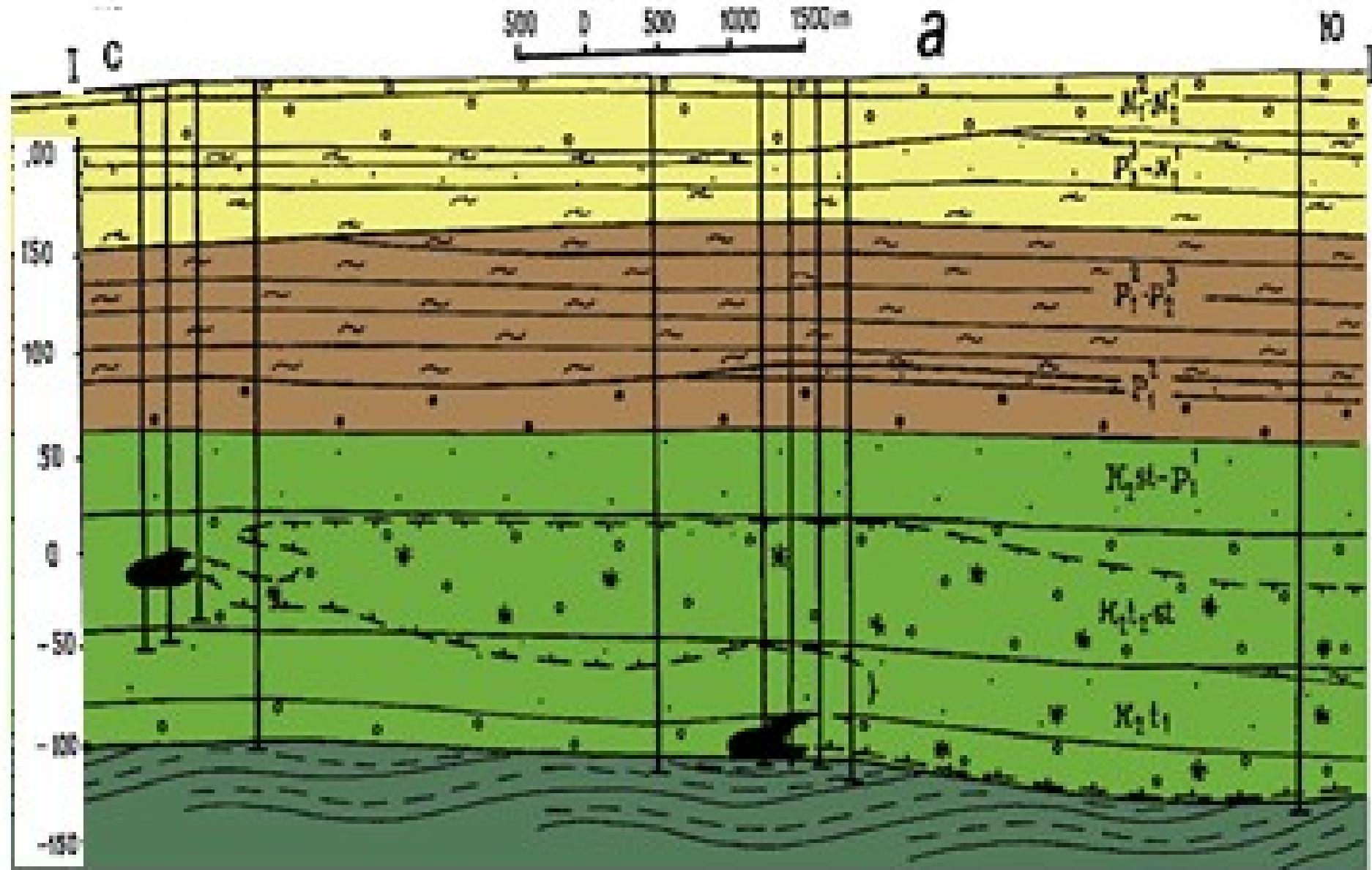
План рудоносности месторождения Мынкудук на структурной основе.

1 - разведочные профили буровых скважин и их номера; 2 - зоны разрывно-флексурных нарушений; 3 - контуры урановорудных залежей; 4 - границы ЗПО в горизонтах: а - мынкудукском, б - инкудукском, в - жалпакском; 5 - изогипсы поверхности домезозойских отложений; 6 - линии геологических разрезов.

Позиция уранового оруденения на месторождении Мынкудук в
поперечных геологических разрезах по линиям:

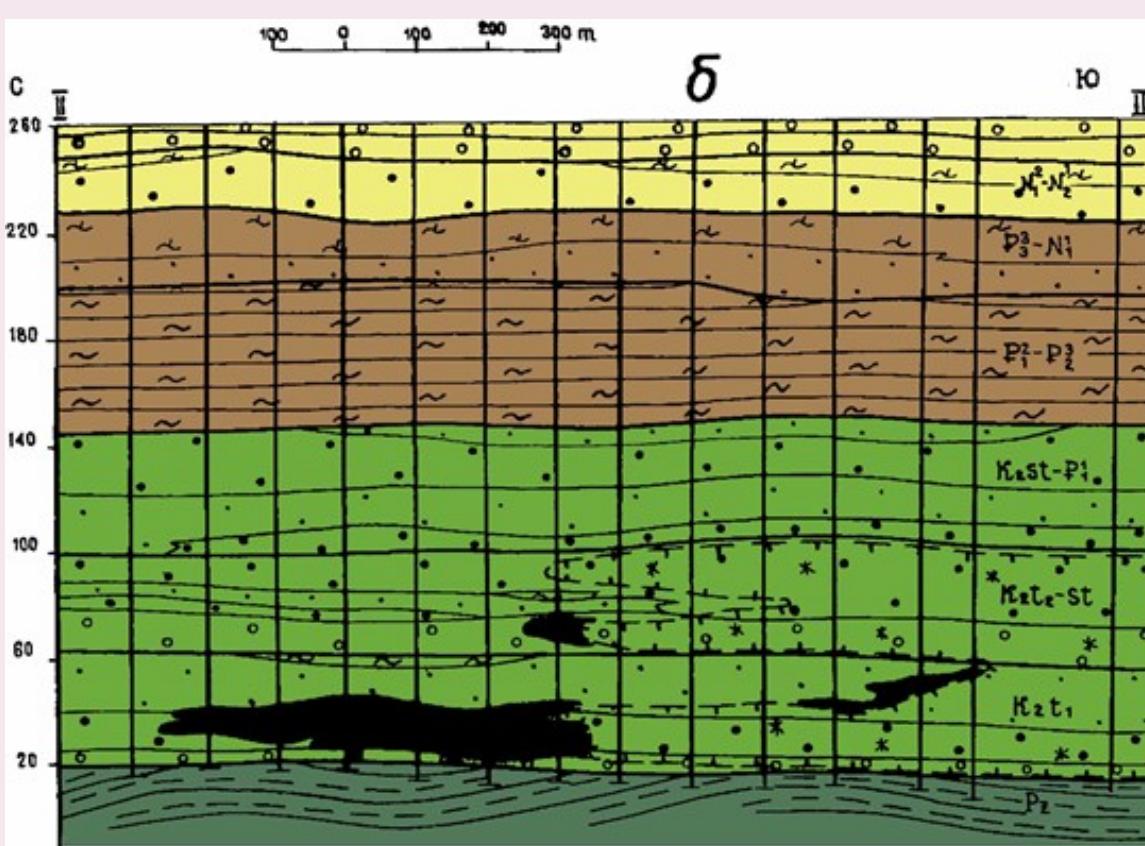
I-I (а);

II-II (б);

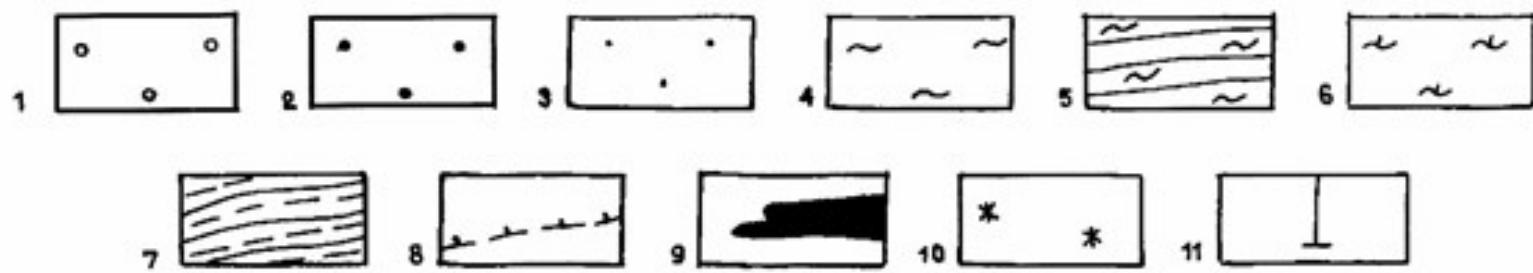


100 0 100 200 300 м

б



1-6 – мезозойско - кайнозойские отложения:
 1 - песчано-гравийные породы,
 2 - разнозернистые пески,
 3 - средне-мелкозернистые пески,
 4 - глины,
 5 - глины слоистые,
 6 - глины известковистые;



7 - палеозойские аргиллиты и алевролиты;
 9 - урановое оруденение; 10 - лимонитизация;

8 - границы ЗПО;
 11 - буровые скважины.

Урановое оруденение приурочено к нескольким стратоуровням верхнемеловых отложений **мынкудыкской, инкудыкской и жалпакской свит**, представленных водопроницаемыми аллювиальными песчаными и гравийно-песчаными отложениями с прослойями сероцветных и пестроцветных глин.

На западе месторождения **рудоносные верхнемеловые** образования перекрыты мезозойско-кайнозойскими отложениями уванасской, иканской, интымакской и бетпакдалинской свит.

Восточная часть месторождения представляет собой группу конседиментационно-приподнятых блоков, наследующих палеозойское поднятие.

Северо-западные и субмеридиональные разломы в мезозойско-кайнозойских отложениях проявлены в основном флексурными зонами с возможным разрывом сплошности и смещением слоев в основании этих отложений.

Урановое оруденение в соответствии с границами ЗПО в плане образует протяженные (до 15-20 км) рудоносные зоны, шириной от 25-50 до 400-500 м, местами до 1,7 км.

На месторождении выявлено около **30** урановых залежей. Наиболее крупные из них находятся в **мынкудыкской свите**. В поперечных разрезах урановые залежи имеют форму простых или сложных роллов, часто линз. Глубина залегания подошвы залежей от **175 до 430 м** и возрастает с востока на запад.

Содержание урана от **0,015-0,02 до 0,1-0,15%**, по ряду рудных интервалов достигает 0,3-0,4% и целых процентов.

По минеральному составу руды коффинит-настурановые. Основная масса урановой минерализации развита в поровом глинисто-апевритовом заполнителе песчаных руд.

По запасам урана месторождение уникальное.

б) Эпигенетические месторождения зон грунтового, грунтово-пластового окисления в угленосных терригенных образованиях широко проявлены в Казахстане в пределах Илийской урановорудной провинции, где известны ***Нижне-Илийское и Кольжатское урано-угольные*** месторождения и в КНР Мынчукур, Талды, Кучертай, Джагистай.

Урано-угольные месторождения связаны с континентальными угленосными отложениями раннесреднеюрского возраста.

Спецификой этого типа месторождений является локализация оруденения мезозойскими зонами грунтового окисления.

Рудоносность границ зон грунтового и пластового окисления на разных месторождениях неравноцenna, что определяется условиями инфильтрации ураноносных вод, зависящими от строения угленосных бассейнов в период рудообразования и от восстановительной емкости бурых углей.

- Рудные залежи в угольных пластах Нижне-Илийского месторождения практически целиком контролируются зонами грунтового окисления,
- на Кольжатском месторождении с ними связано около 60% запасов, а 40% локализуется на границах зон пластового окисления.

Для этих месторождений характерно сравнительно высокое содержание урана (0,056-0,160%) и присутствие попутных компонентов: молибдена, рения, германия, серебра, селена и др., содержания которых нередко достигают промышленных значений.

Суммарные ресурсы и запасы урана месторождений этого геолого-промышленного типа составляют 6,0% от общих ресурсов и запасов Республики.

Запасы угля и урана, сосредоточенные в этом типе месторождений, составляют крупный топливно-энергетический резерв Казахстана.

в) Органогенно - фосфатный геологопромышленный тип представлен своеобразными месторождениями ураноносного костного детрита ископаемых рыб в пределах Мангышлакской урановорудной провинции.

Месторождения этого типа (Меловое, Тасмурун, Тайбогар, Томакское) приурочены к платформенному мезо-кайнозойскому комплексу пород, залегающему на дислоцированной пермо-триасовой песчано-сланцевой толще.

➤ Он представлен в низах разреза континентальными угленосными и морскими юрскими образованиями, которые перекрываются терригенной и карбонатной толщей меловых осадков.

- Палеоцен и эоцен представлены преимущественно карбонатными породами.
- Залегающая выше **олигоцен-нижнеплиоценовая майконская свита является рудовмещающей для этих месторождений.**

Рудоносные отложения представлены зелено-вато-серыми до темно-серых **алевритистыми глинами** мощностью от 0 до 200 м с тонкодисперсным мельниковит-пиритом и **органическим веществом в виде костных остатков и чешуи рыб.**

Подстилающая рудоносные отложения пачка пород представлена карбонатными глинами, надрудная - алевритистыми глинами.

Скопления ураноносного костного детрита приурочены к впадинам на поверхности подстилающей пачки.

Обогащенные детритом слои глин мощностью от долей метра и до 1-2 м выделяются более темным цветом.

- В плане рудные залежи имеют форму вытянутых языков, выклинивающихся вглубь палеобассейна.
- В вертикальном разрезе залежи представляют собой частое и многократное чередование обогащенных костным урановым детритом и сульфидами железа рудных прослоев с глинистыми безрудными прослойями.

На месторождениях Меловое и Томакское выделены четыре рудных пласта.

Костный детрит в основном мелкий (1-3 мм, редко до 10-15 см), передробленный, со следами окатанности.

Кости сложены карбонат-фтор-апатитом, содержащим уран. Основными компонентами комплексных органогенно-фосфатных руд являются фосфор, уран, редкоземельные элементы и скандий.

Запасы урана, сосредоточенные в месторождениях этого типа, составляют 1,8% в общем балансе запасов Казахстана. Среднее содержание урана равно 0,040-0,051%.

С П А С И Б О
з а
В Н И М А Н И Е