

# ФГБУ «ВИМС»



\* «ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СПОСОБА  
СКВАЖИННОГО ПОДЗЕМНОГО  
ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ (СПВ) ДЛЯ ОТРАБОТКИ  
РУД В СЛАБОЛИТИФИЦИРОВАННЫХ  
ПОРОДАХ»

Авдонин Г.И., Сащенко А.В.



## \* Традиционные промышленные типы месторождений U обрабатываемых способом СПВ (SLR)

**Урановые месторождения в проницаемых породах** в связи с зонами пластового окисления в областях молодых орогенов (водородные месторождения): Учкудук, Сугралы, Мынкудук, Канжуган, Северный Карамурун, Букинай и др.

**Урановые месторождения в отложениях палеодолин** платформенного этапа развития стабилизированных областей в связи с зонами грунтового и пластового окисления (водородные месторождения): Девладовское, Семизбай, Хиагдинское, Долматовское и др.

**Угольно-урановые месторождения** в связи с зонами пластового и грунтового окисления (водородные месторождения): Кольджатское, Нижнеилимское



**\* Традиционные требования к месторождениям обрабатываемых способом СПВ**

<b>Параметр</b>	<b>Значение, отвечающее</b>	
	<b>положительной оценке</b>	<b>отрицательной оценке</b>
<b>Коэффициент фильтрации (для воды), м/сут</b>	<b>&gt; 1</b>	<b>&lt; 0,5</b>
<b>Средняя концентрация урана в растворах, мг/л</b>	<b>&gt; 40</b>	<b>&lt;20</b>
<b>Отношение Ж/Т</b>	<b>1–3</b>	<b>&gt;5–10</b>
<b>Удельные затраты реагента, кг H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>/кг U</b>	<b>&lt; 100</b>	<b>&gt;150–200</b>
<b>Степень извлечения урана от запасов в недрах, %</b>	<b>&gt; 70</b>	<b>&lt;50</b>



# \* Месторождения вовлеченные и готовящиеся к отработке способом СПВ

Месторождения отработываемые способом СПВ	Разведанные запасы $C_1+C_2$ Тонн		Добыто в 2023 г. в тоннах	Осталось в недрах	Извлечение
	На начало отработки	Подготавливаемые к отработке			
Долматовское	10227		227,7	689,3	<b>93</b>
Хохловское	5173,0		367,4	2593,1	<b>50</b>
Добровольное		7077	0	7077	<b>0</b>
Хиагдинское	10849		104	3595	<b>67</b>
Источное	2055		17	843	<b>59</b>
Вершинное	4577		939	1266	<b>72</b>
Намарусское		6120		6120	
Кореткондинское		4721		4721	
Количиканское		6530		6530	
Дыбрынское		6634		6634	
Тетрахское		6429		6429	
итого	70392		1655,1	46497	



Месторождения отрабатываемых способом СПВ	Глубина залегания м		Средне содержание U %	Продуктивнос ть кг/м <sup>2</sup>	Проницаемост ь Кф м/сут
	от	до			
Долматовское	420	500	0,04	2,8	2,8
Хохловское	532	615	0,036	3,76	14,6
Добровольное	485	690	0,056	3,64	11,5
Хиагдинское	160	180	0,053	6,91	1,47
Источное			0,054	6,98	1,47
Вершинное	180	210	0,031	7,14	1,6
Намарусское	120	350	0,042	4,60	1,55
Кореткондинское	185	290	0,043	4,84	1,87
Количиканское	130	220	0,036	4,93	1,26
Дыбынское	120	210	0,039	4,44	2,3
Тетрахское	120	190	0,047	6,26	1,2

# \* Гагарское месторождение золота

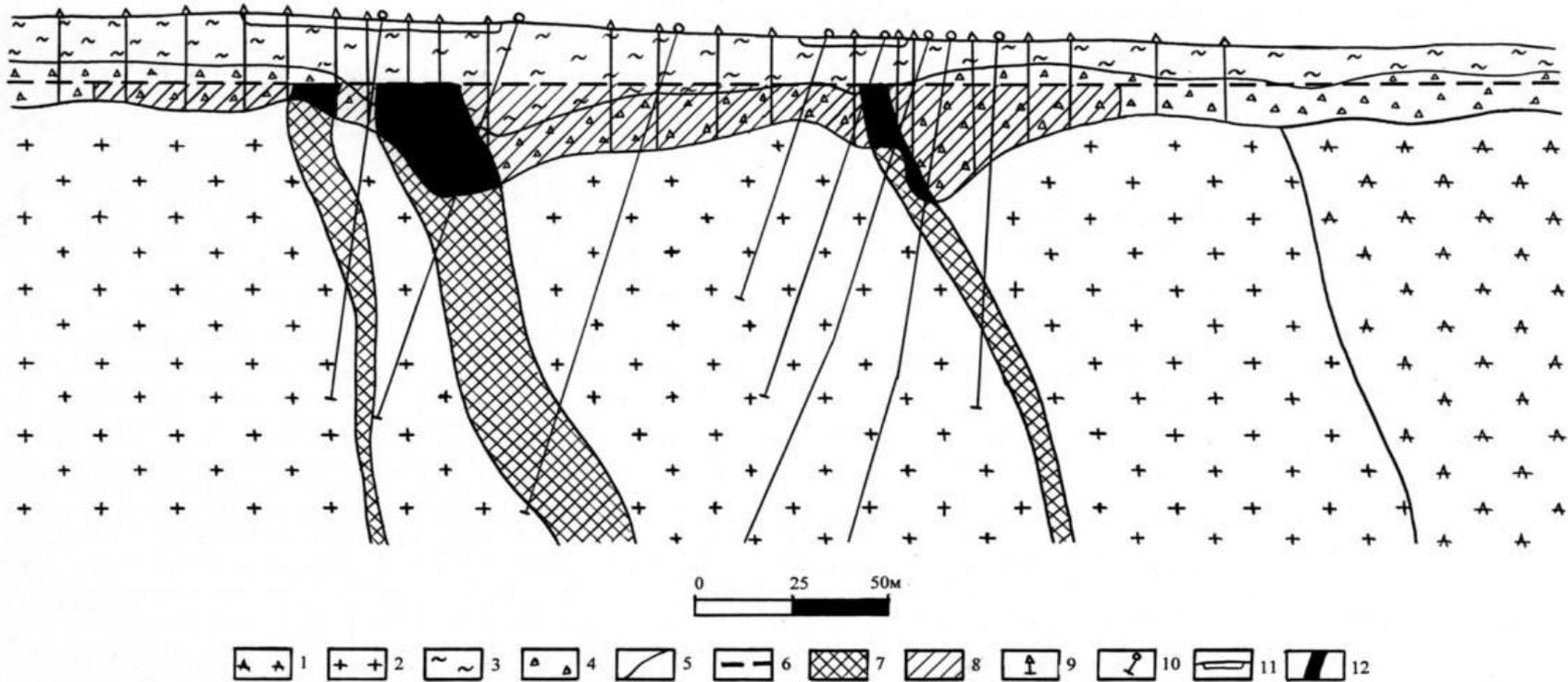
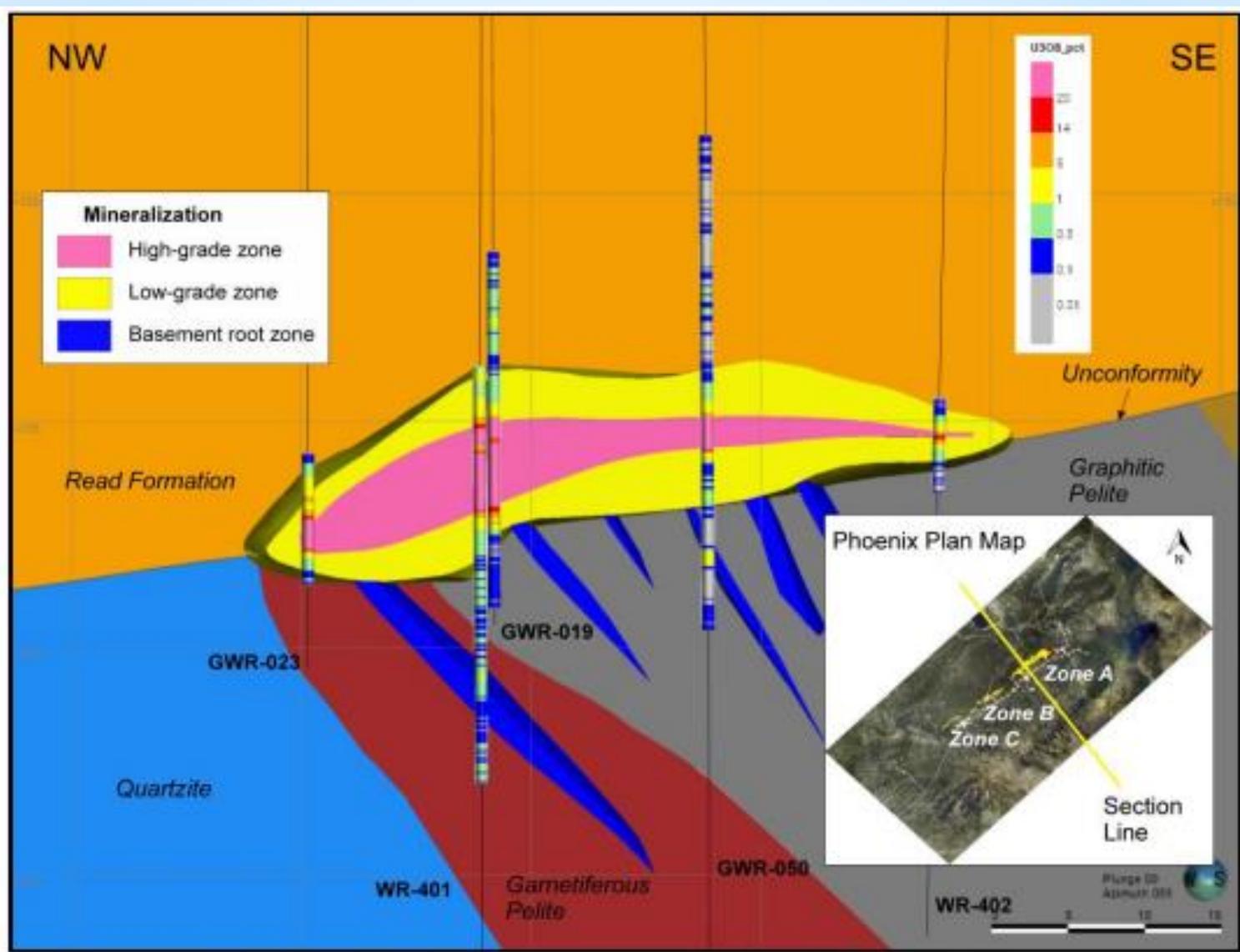


Рис. 5. Морфология, условия залегания, строение и золотоносность рудных тел в КВ для ПВ (Гагарское месторождение), с использованием материалов АОЗТ «Уральская горно-геологическая компания»: К.А.Харькевич, Т.Э.Видусов, 1996:

1 — плагиогнейсы; 2 — плагиограниты; 3–4 — остаточные КВ по зонам: 3 — гидратации и начального гидролиза, 4 — дезинтеграции; 5–6 — границы: 5 — геологические, 6 — уровня грунтовых вод; 7–8 — рудные тела: 7 — в скальных породах, 8 — в КВ для ПВ; 9–10 — скважины: 9 — вертикальные для разведки КВ, 10 — наклонные для разведки рудных тел в скальных породах; 11 — канавы; 12 — богатые руды в КВ для ПВ, соответствуют рудным телам под открытую разработку

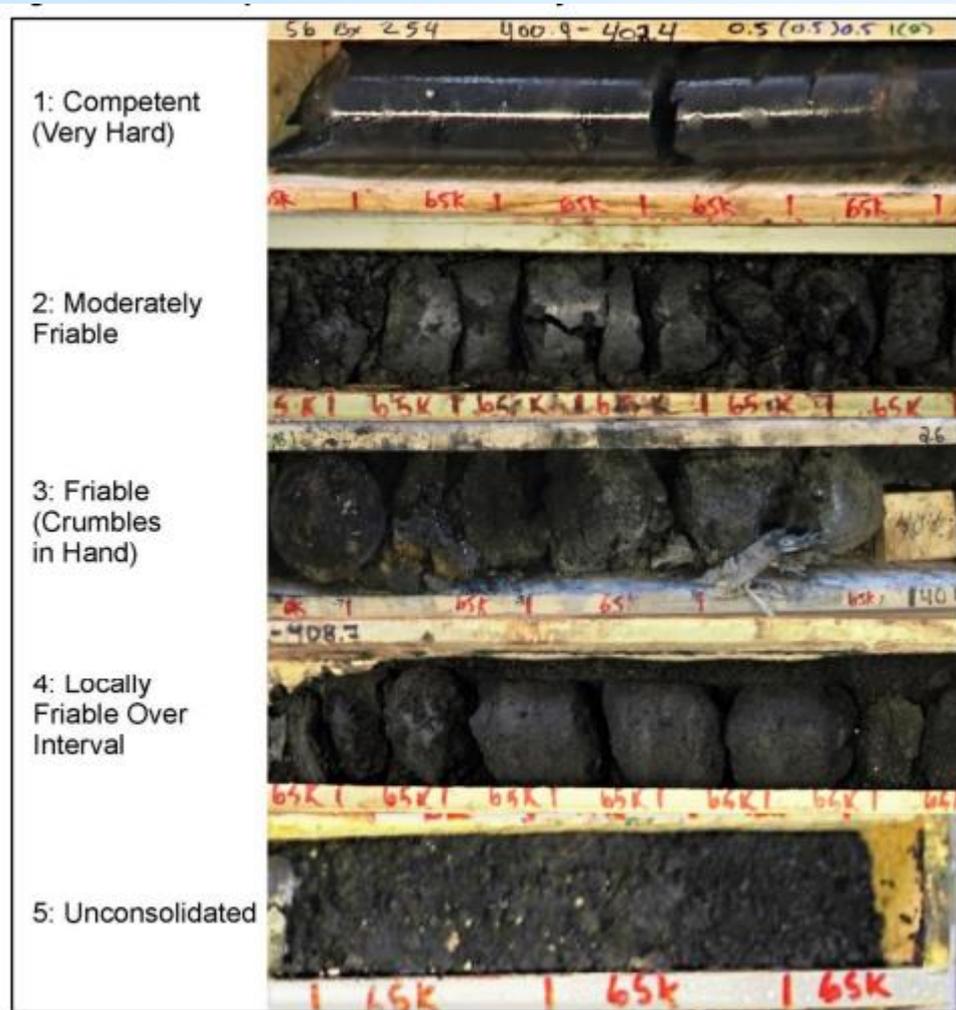
# \* Месторождение Феникс (Атабаска)



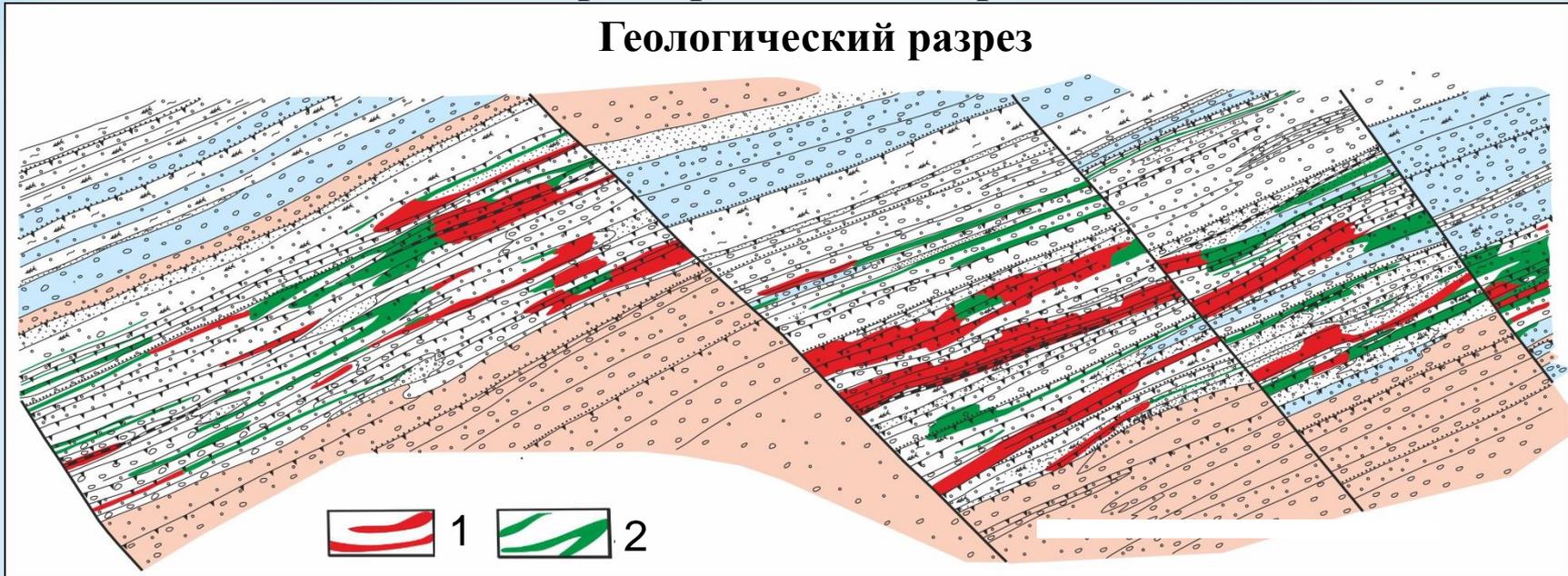
(Source: Denison 2023)



# \* Руда месторождения Феникс



## Геологический разрез



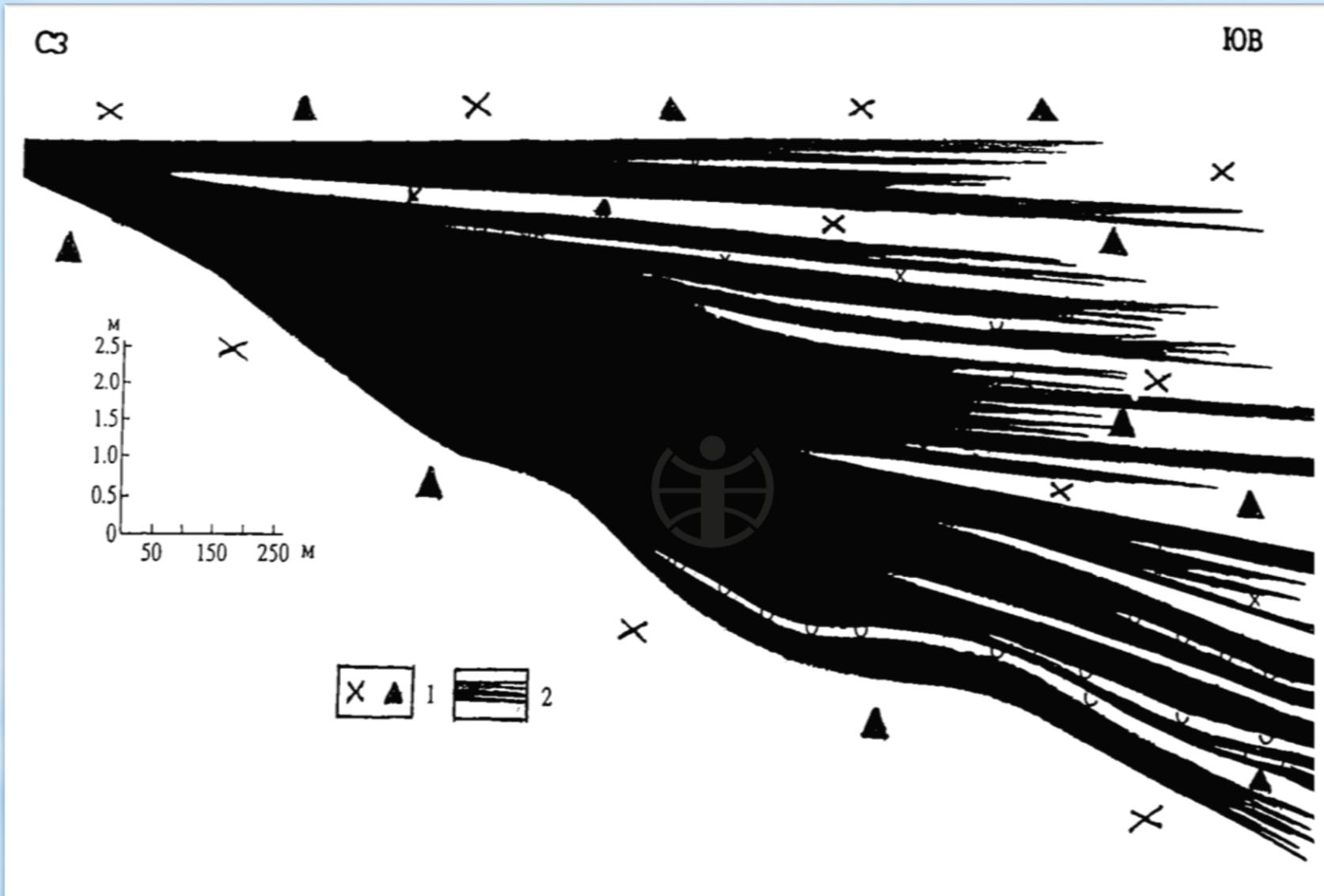
рудные тела с балансовым (1) и забалансовым оруденением (2)

1. Месторождение предварительно разведано скважинами по сети 100x100-50 м со сгущением до 50x25-12,5 м. Общий объём бурения 276 500 п.м.
2. Вскрыто шахтой глубиной 154,6 м и горизонтальными разведочными выработками - 5667,8 п.м.
3. Руды представлены: урановые черни, настуран, коффинит, фосфаты и молибдаты урана.
4. Рудовмещающие породы: аркозовые песчаники, хлидолиты, алевролиты, аргиллиты, углистые сланцы пролювиально-аллювиальной и озёрной фаций обогащены углефицированной органикой, битумами, сульфидами железа
5. Рудные тела - стратиформные линзовидные и пластообразные располагаются кулисообразно, смещены по вертикали пострудной тектоникой на 20-70 м. Длина их колеблется от 100-150 м до 500-600 м, ширина от 50 м до 300 м, мощность – до 10-16 м. От 2-4 до 20-30 рудных тел образуют рудные пачки мощностью от 8-10 до 30-40 м.

# Схема натурального опыта по СПВ



# \* Степное месторождение



Поперечный разрез рудной залежи месторождения Степного. 1 — глины темно-бурые с обильными остатками рыб и тонкодисперсным пиритом; 2 — рудная залежь.

## Факторы помешавшие достичь результата при СПВ:



1. Отсутствие опыта работ по СПВ на тот период
2. Работа в условиях шахтного водоотлива
3. Неудачная схема опыта (незамкнутый контур)
4. Неправильно выбрана длина и конструкция фильтров технологических скважин L<sub>з</sub> - 14м, L<sub>о</sub> - 20-25м
5. Сооружение фильтров без гравийной обсыпки
6. Эрлифтная откачка

Как результат – неконтролируемая гидродинамика,

**разубоживание растворов**

**\* Месторождения урана требующие  
переоценки для отработки способом  
СПВ**



<b>Месторождение</b>	<b>Среднее содержание урана %</b>	<b>Запасы</b>	
		<b>Руда тыс т</b>	<b>Уран т</b>
<b>Имское</b>	<b>0,058</b>	<b>40 429</b>	<b>23 553</b>
<b>Степное</b>	<b>0,050</b>	<b>31 520</b>	<b>15 500</b>
<b>Северное</b>	<b>0,015</b>	<b>51 569,9</b>	<b>5 340</b>



Для успешного освоения разведанных запасов урана необходимо повысить уровень изученности месторождений в целом и урановых руд в частности.

Для этого необходимо повысить обеспеченность предприятий современными полевыми приборами, такими как:

- рентген - флуоресцентными анализаторами – для определения валового химического состава руд;
- ИКС анализаторами – для определения валового минералогического состава руд;
- пермеаметрами – для определения проницаемости руд.

Использование вышеперечисленных приборов, в полевом исполнении, позволит на ранних этапах ГРР определить пригодность руд для геотехнологических способов отработки.

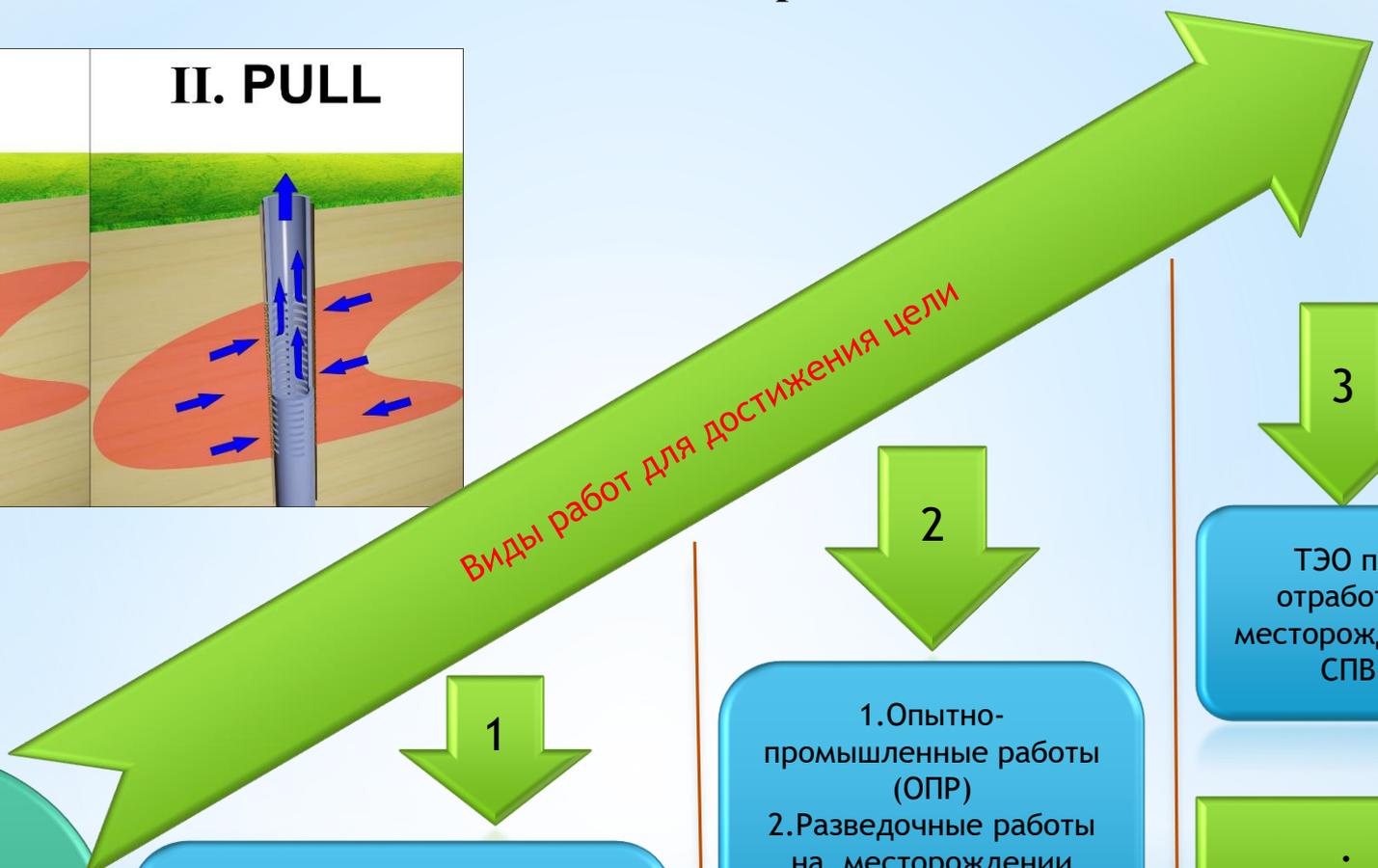
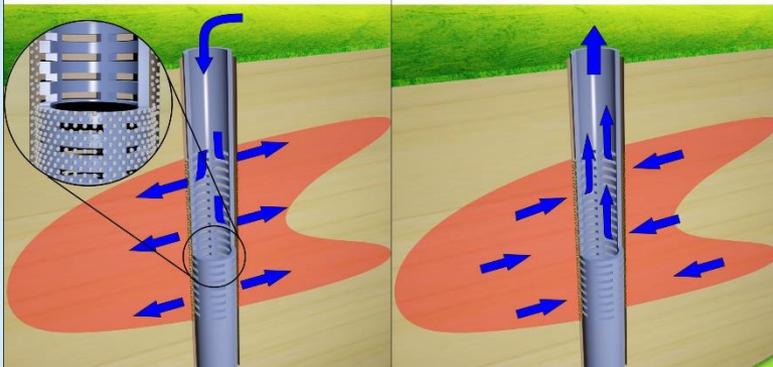


**Обратится в Правительство РФ дополнить Постановление Правительства РФ от 19 сентября 2020 г. N 1499 "Об установлении видов трудноизвлекаемых полезных ископаемых, в отношении которых право пользования участком недр может предоставляться для разработки технологий геологического изучения, разведки и добычи трудноизвлекаемых полезных ископаемых" внося в него месторождения урана в слаболифтицированных песчаных и глинистых породах породах**

# Этапы и основные виды работ

## I. PUSH

## II. PULL



- 1
1. Гидрогеологические работы
  2. Опыт «Пуш-Пулл»
  3. Создание гидродинамической модели отработки месторождения

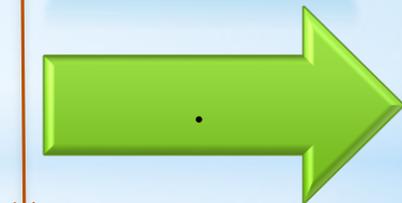
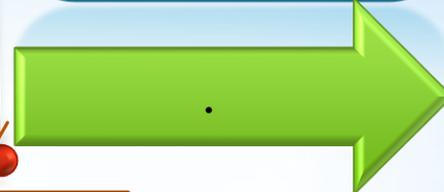
- 2
1. Опытно-промышленные работы (ОПР)
  2. Разведочные работы на месторождении
  3. Разработка ГММ по под СПВ

- 3
- ТЭО под отработку месторождения СПВ



16

ТПР 1



ТПР 2



\*Спасибо за внимание