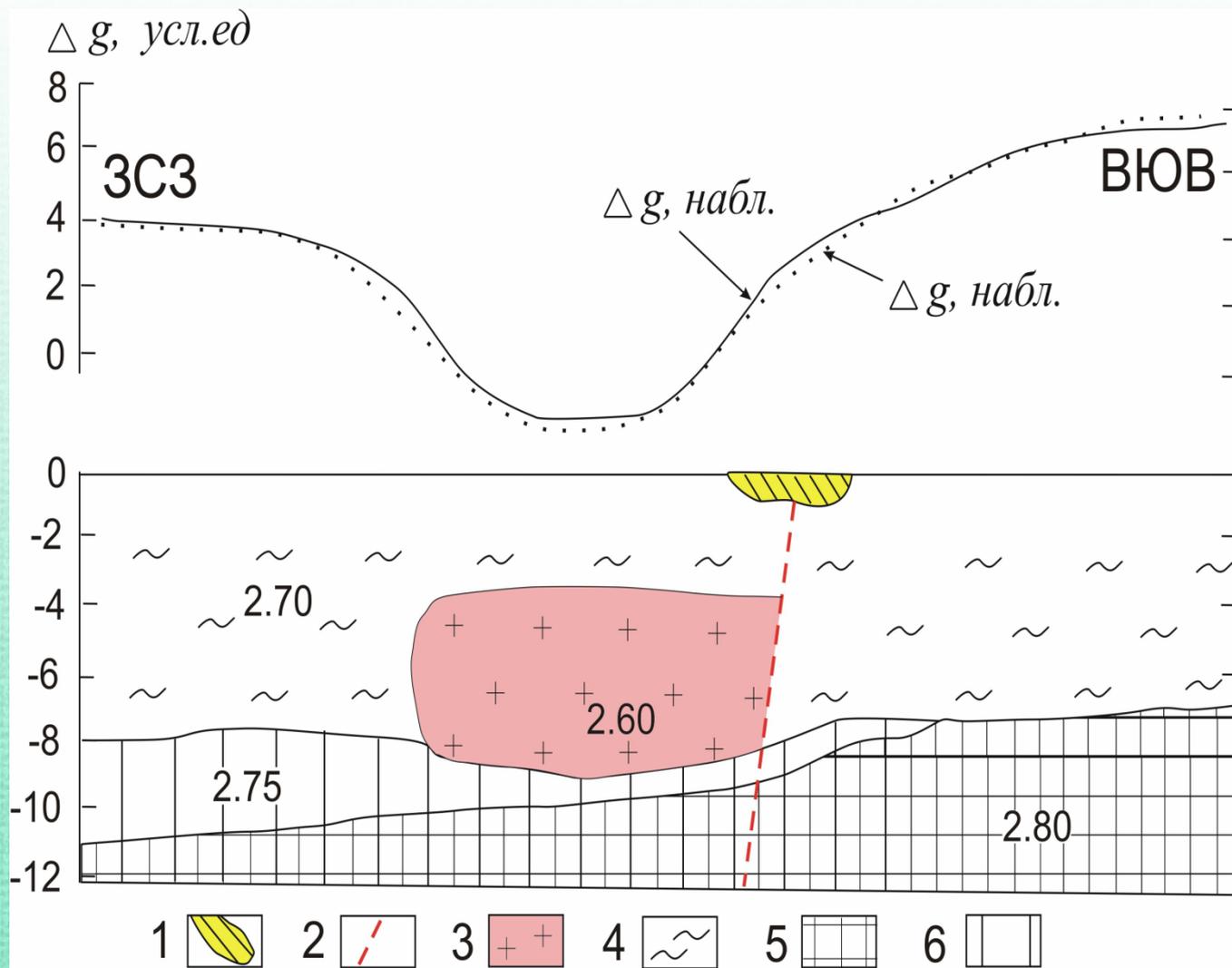


Физико-химическое
моделирование метаморфогенной
и гидротермально-метасома-
тической стадии формирования
золоторудного месторождения
Сухой Лог

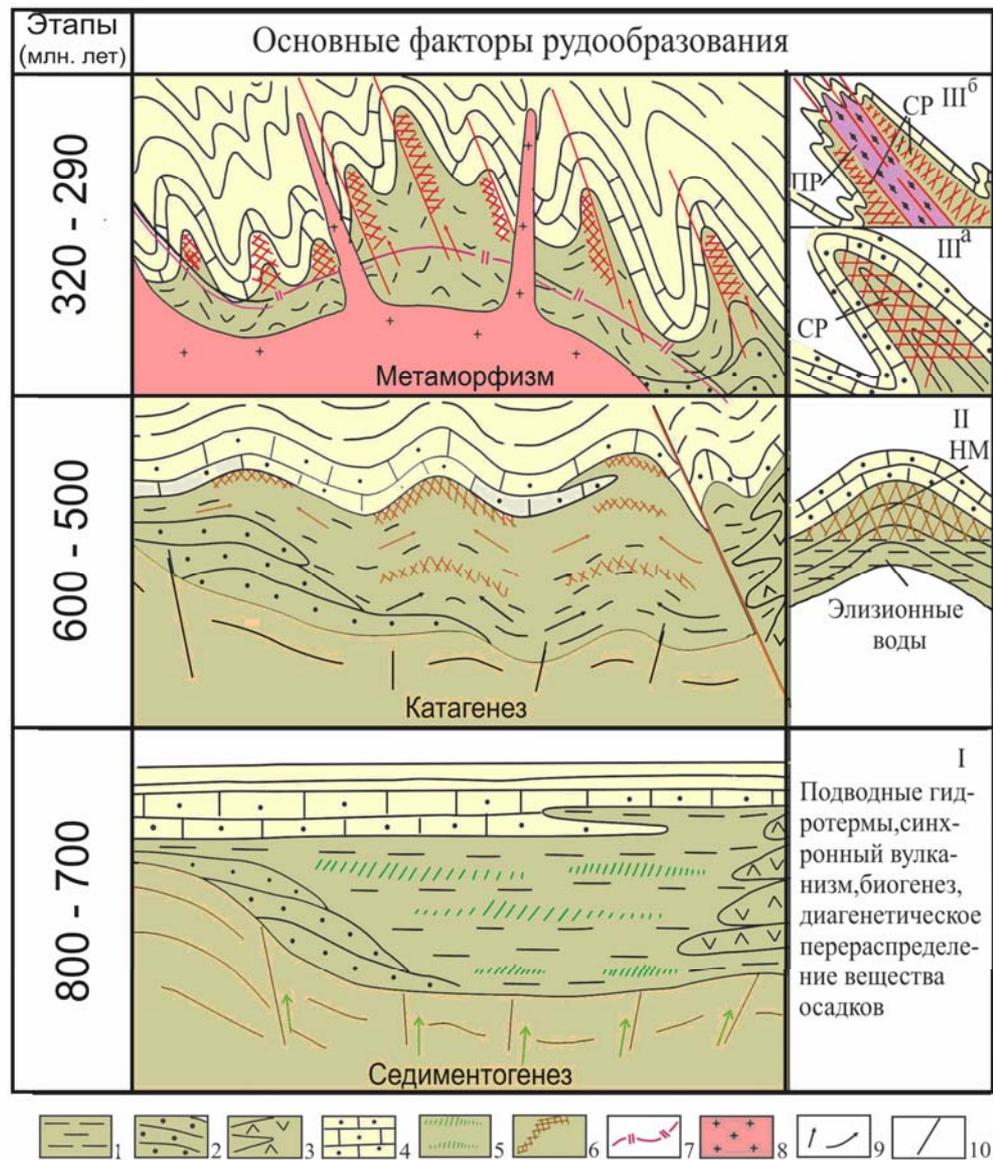
Брюханова Н.Н., Бычинский
В.А., Будяк А.Е. ИГХ СО РАН

Магматически-гидротермальная модель Лаверова и др. (2000)



- 1 – месторождение Сухой Лог
 - 2 – предполагаемый глубинный разлом – рудопроводящий канал
 - 3 – средне-поздне-палеозойские граниты Угаханского плутона
 - 4 – позднепротерозойские осадочные метаморфизованные породы
 - 5 – высокой плотности и основности
 - 6 – частично гранитизированные
- Δg - изменение вектора силы тяжести

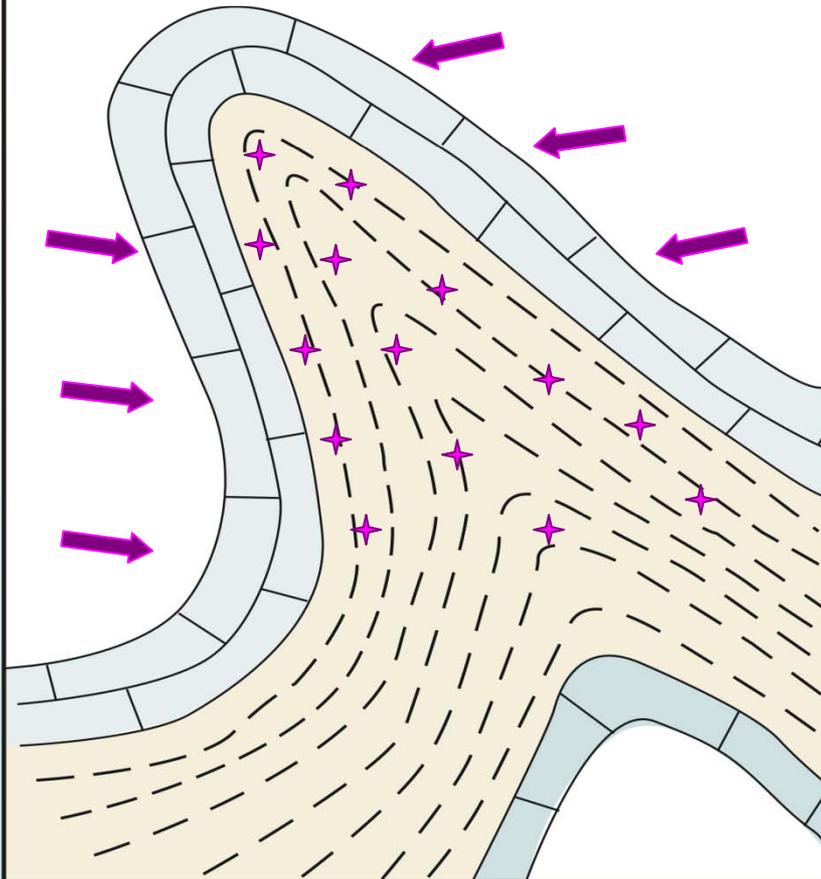
Схема формирования золоторудных месторождений сухоложского типа (Немеров В.К. и др., 2004) (метаморфогенно-гидротермальная модель)



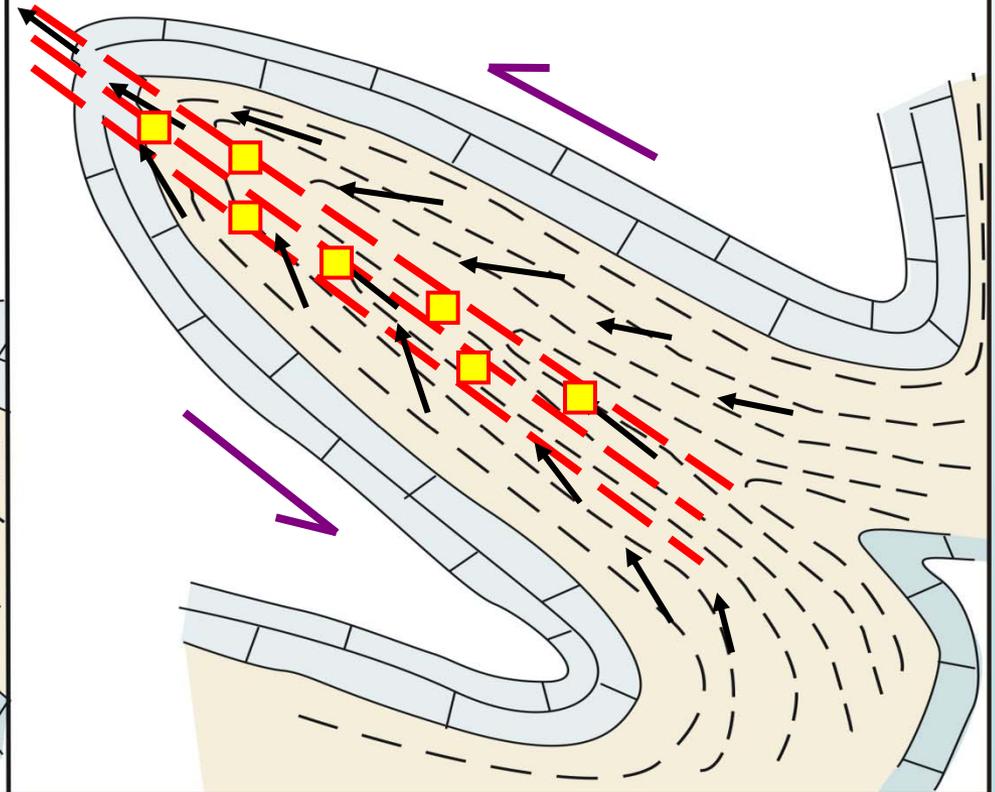
- 1 – углеродистые алевропелиты
- 2 – алевролиты, песчаники
- 3 – вулканиты островодужного комплекса
- 4 – карбонатные и теригенно-карбонатные отложения
- 5 – син-диагенетические надкларковые концентрации благородных металлов
- 6 – катагенетические скопления металлоносных нафтидов
- 7 – изограда граната регионального метаморфизма
- 8 – палингенно-анатектические граниты
- 9 – направления миграции металлоносных флюидов
- 10 – разрывные нарушения

СТАДИЙНОСТЬ МЕТАМОРФОГЕННО-МЕТАСОМАТИЧЕСКОГО РУДООБРАЗОВАНИЯ СУХОЛОЖСКОГО ТИПА

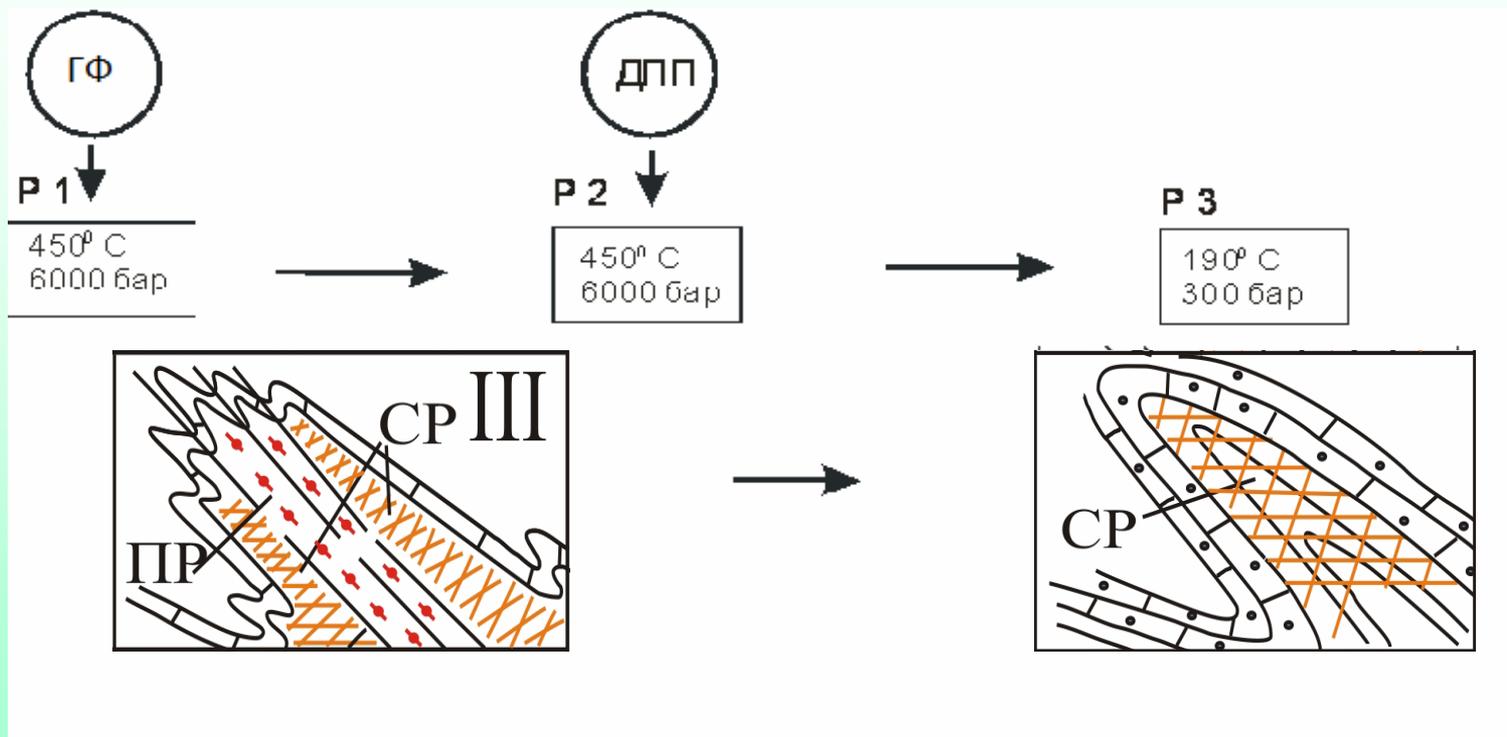
Метаморфогенная стадия:
Закрытая система.
 $P = 500 - 600 \text{ МПа}$, $T = 280 - 420^\circ\text{C}$



Гидротермально-метасоматическая стадия
Открытая система.
 $P = 120 - 210 \text{ МПа}$, $T = 190 - 280^\circ\text{C}$



Обобщенная схема многорезервуарной термодинамической модели формирования Au-рудного месторождения «Сухой Лог»



P1 – первый, P2 – второй, P3 – третий резервуары; ГФ – гидротермальный флюид.
На фрагментах : НМ – нефтиды металлоносные (катагенетические скопления);
СР – складчатые высокотемпературные руды, метаморфогенные, метаморфогенно-метасоматические; ПР – постскладчатые средне-низкотемпературные руды, гидротермально-метасоматические.

Кoeffициенты распределения групп подвижных фаз между резервуарами

Подвижная группа	Резервуар источник	Резервуар приемник	Кoeffициенты распределения
1 (водный раствор)	0	1	1
	0	2	1
	1	2	1
	2	3	1

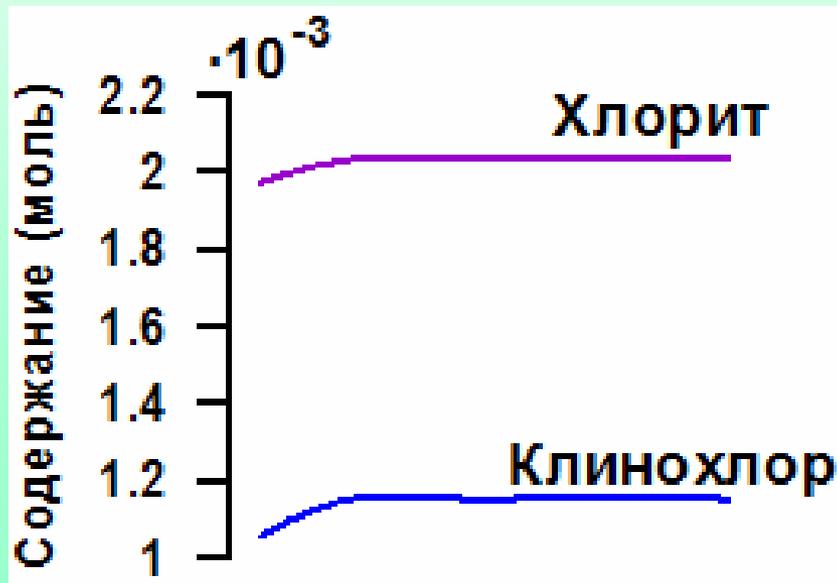
Независимыми компонентами (27): K-Na-Ca-Mg-Fe-Al-Ti-Au-Ag-Cu-Hg-Mo-Ni-Pb-Zn-Sb-C-Cl-Si-F-N-S-As-P-O-H-e

Зависимые компоненты (518): 349 компонентов водного раствора, 21 – газа, и 182 минеральных фаз

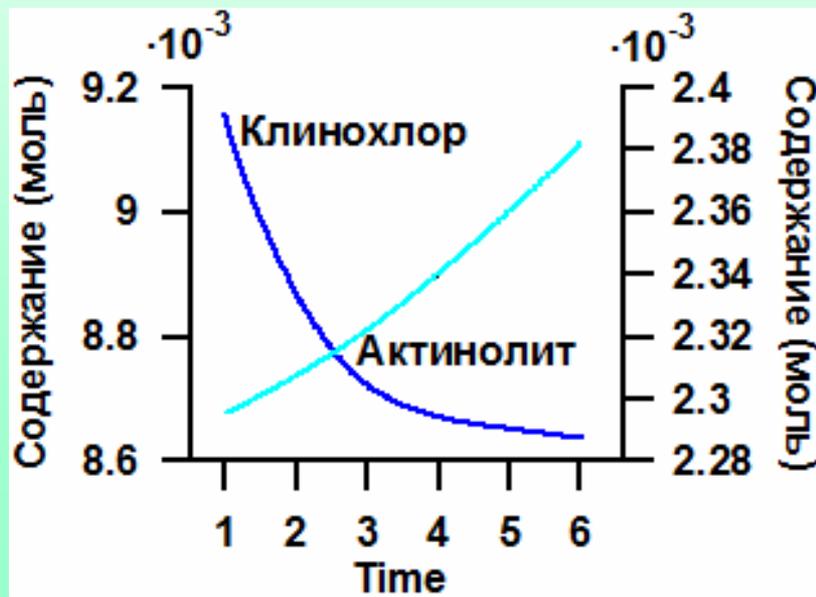
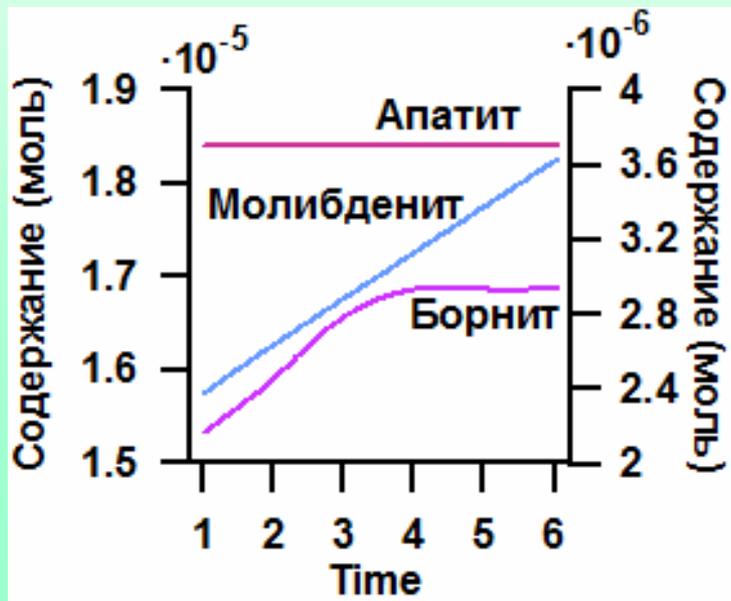
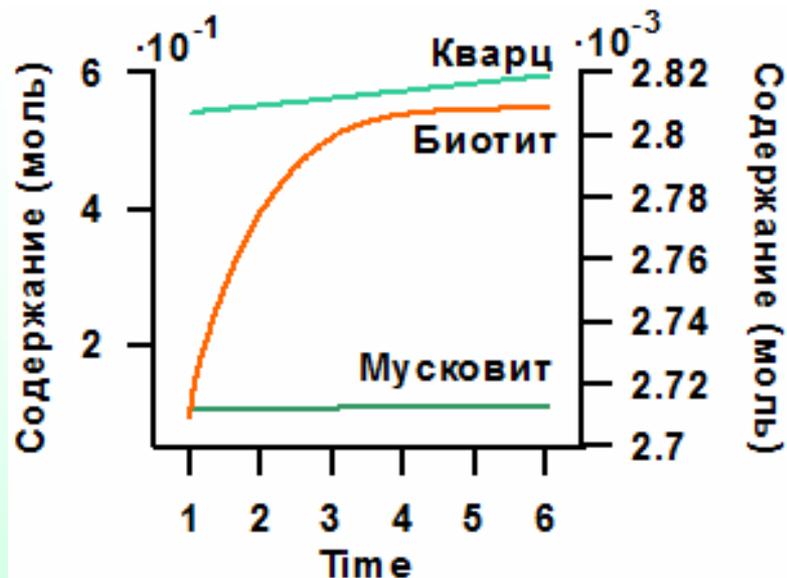
Химический состав флюида и вмещающей породы, используемый для расчета модели.

	Содержания (моль/кг)									
	Si	Ca	K	Na	Mg	Al	S	Au	Ag	Fe
ГФ	$1 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-6}$	$1 \cdot 10^{-6}$	$3 \cdot 10^{-6}$	$8 \cdot 10^{-10}$	$2 \cdot 10^{-8}$	$2 \cdot 10^{-6}$	$5 \cdot 10^{-11}$	$1 \cdot 10^{-9}$	$2 \cdot 10^{-9}$
ДПП	$1 \cdot 10^{-2}$	$2 \cdot 10^{-6}$	$2 \cdot 10^{-4}$	$4 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-7}$	$3 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-2}$	$2 \cdot 10^{-8}$	$2 \cdot 10^{-7}$	$5 \cdot 10^{-5}$
Порода	1,1	$8 \cdot 10^{-3}$	$7 \cdot 10^{-2}$	$6 \cdot 10^{-2}$	$6 \cdot 10^{-2}$	0,36	$9 \cdot 10^{-3}$	$5 \cdot 10^{-8}$	$2 \cdot 10^{-7}$	$8 \cdot 10^{-2}$
	C	N	Mo	Pb	Cu	H	O	P	H ₂ O	
ГФ	$6 \cdot 10^{-6}$	$5 \cdot 10^{-6}$	н/д	н/д	н/д	$5 \cdot 10^{-3}$	$13 \cdot 10^{-2}$	н/д	55,51	
ДПП	-	$1 \cdot 10^{-2}$	$4 \cdot 10^{-7}$	$1 \cdot 10^{-5}$	$1 \cdot 10^{-8}$	1,5	$32 \cdot 10^{-2}$	$1 \cdot 10^{-5}$	-	
Порода	$2 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-2}$	$2 \cdot 10^{-6}$	$1 \cdot 10^{-6}$	$8 \cdot 10^{-5}$	н/д	3,0	$2 \cdot 10^{-3}$	н/д	

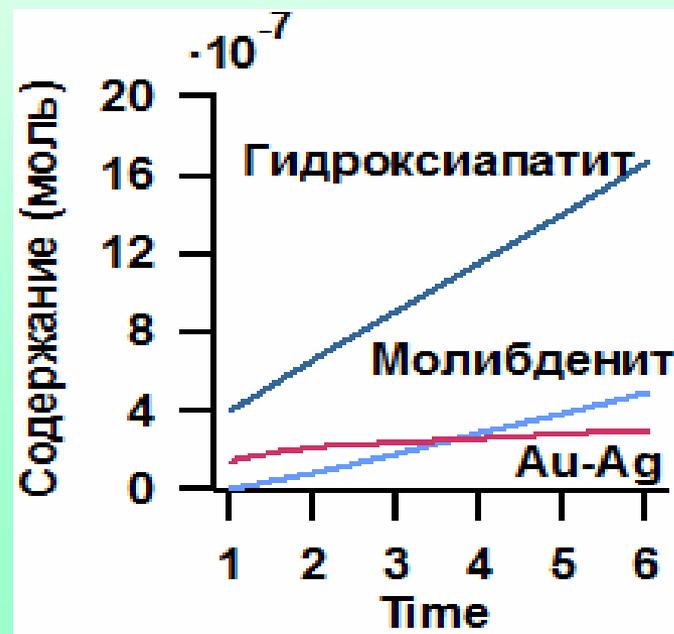
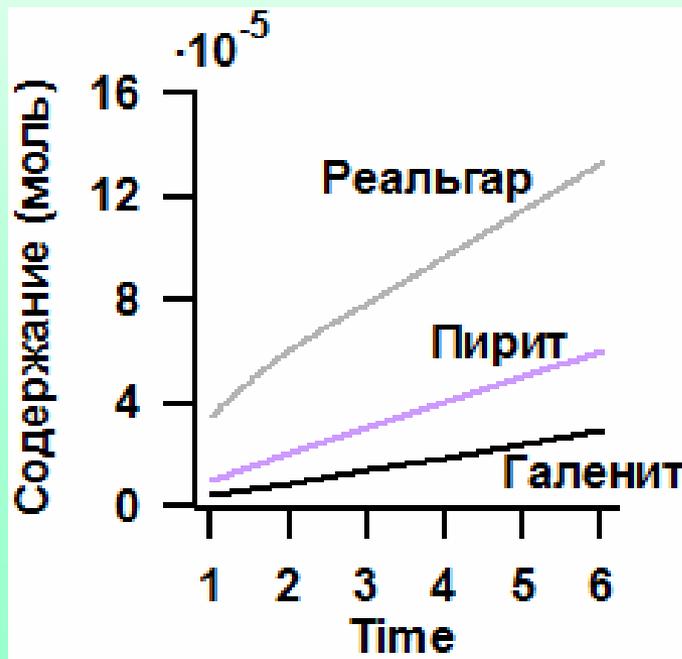
Изменение содержаний минералов со временем в резервуаре 1



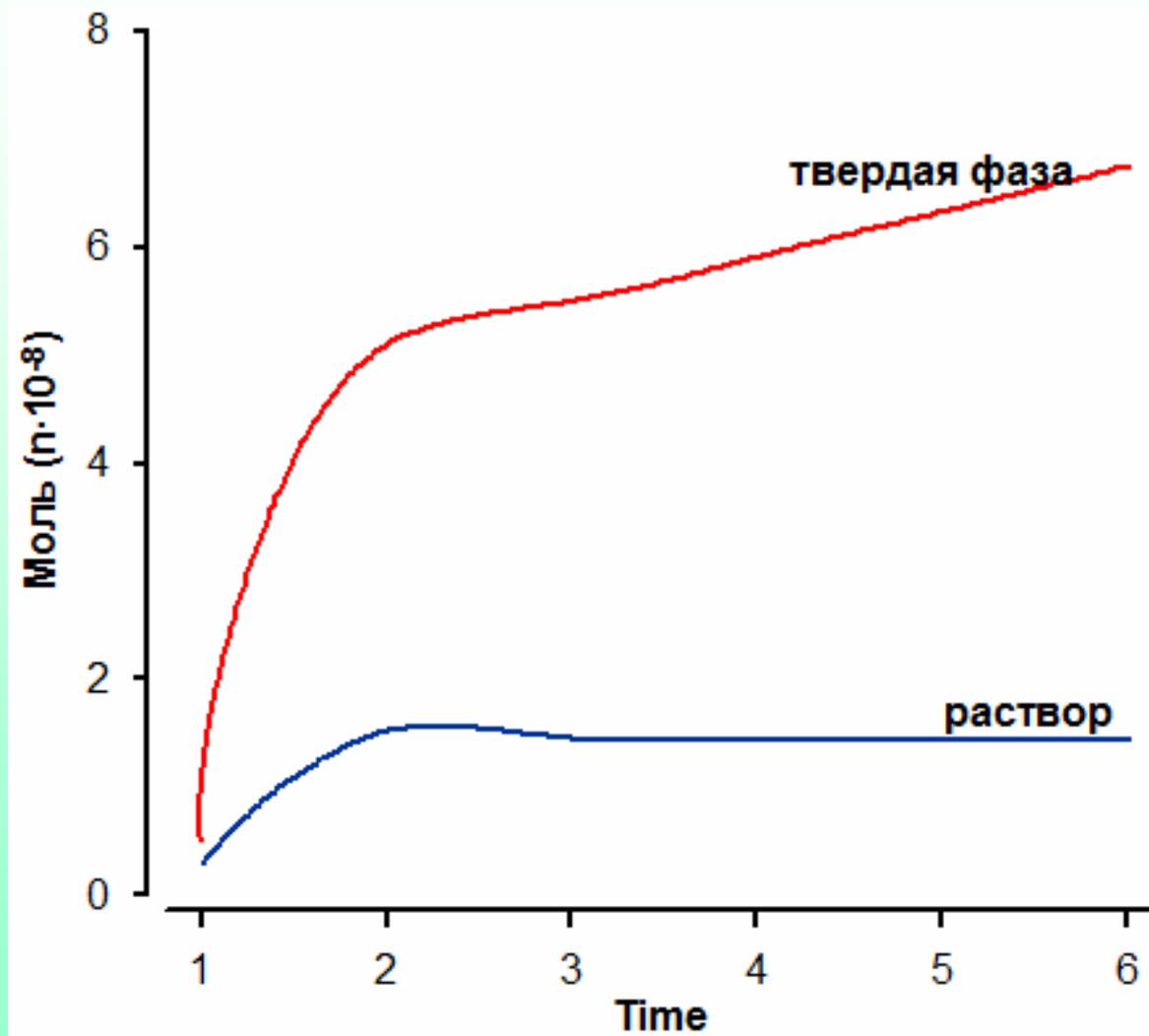
Изменение содержаний минералов со временем в резервуаре 2



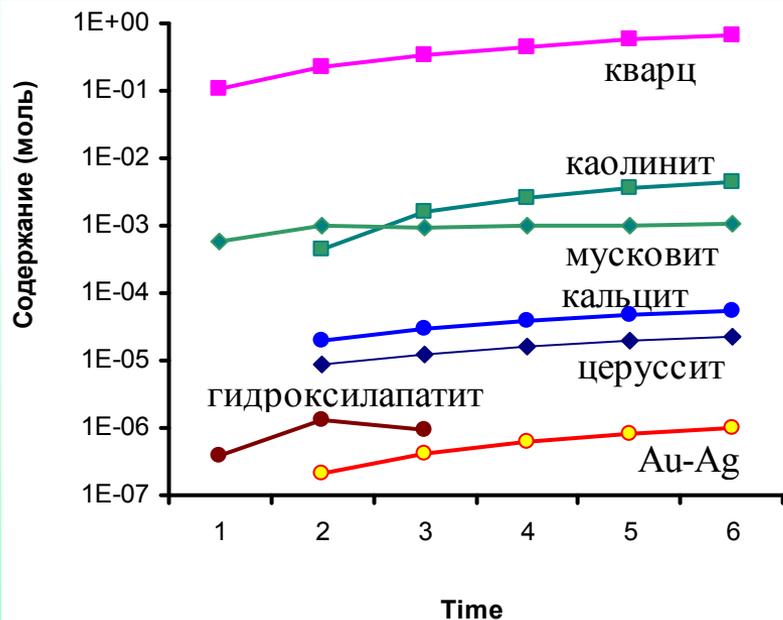
Изменение содержания минералов со временем в резервуаре 3



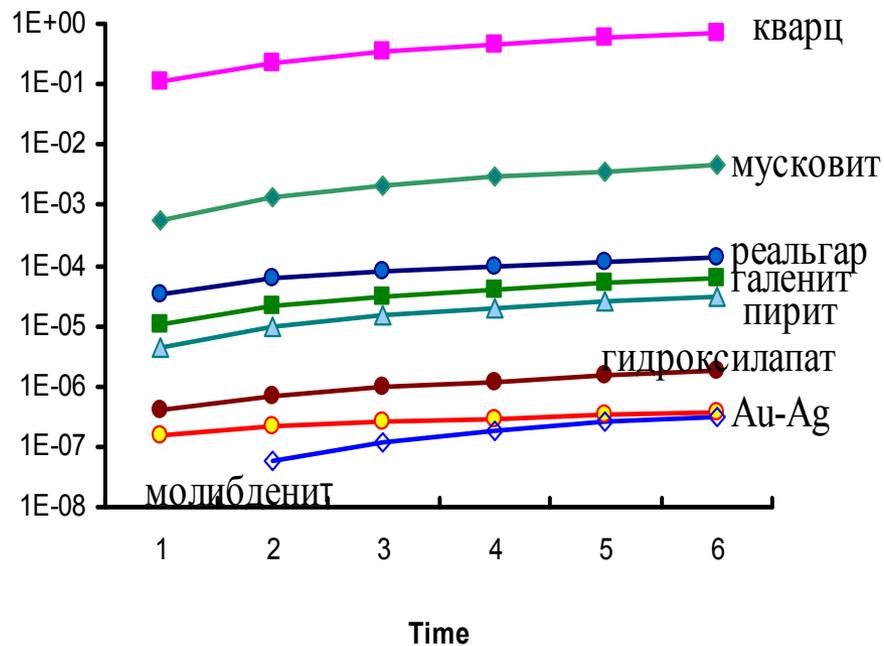
Изменение содержание в золота (моль) в растворе и твердой фазе (Au-Ag) в резервуаре 3



Минеральный состав резервуаре 3



а) содержание S
во флюиде $< 0,00214$
моль



б) содержание S
во флюиде $0,00214$ моль

- Сформирована термодинамическая модель последнего этапа – метаморфогенной и гидротермально-метасоматической стадии рудообразования, подтвердившая возможность формирования месторождений золота под воздействием металлоносных катагенных флюидов в условиях температур 450 - 190°С и давлений 6000 - 300 бар, без привлечения эндогенных источников вещества.
- Адекватность рассчитанной модели подтверждается петрографическими данными изучаемого объекта. Сформированная модель является базовой для проведения физико-химического моделирования формирования месторождений золота метаморфогенно-гидротермального (сухоложского) типа, (Голец Высочайший, Верненское, Невское и др.).