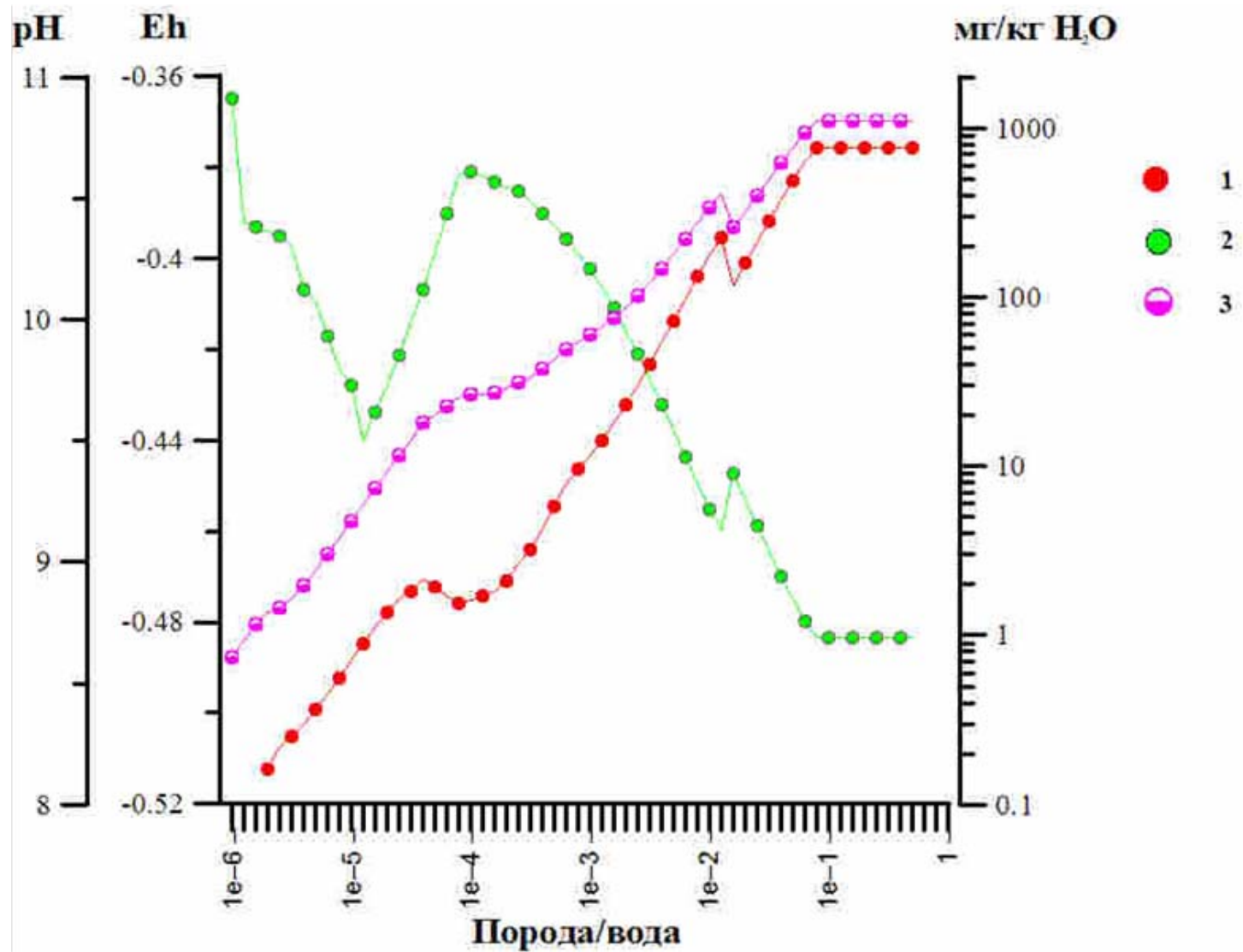


Павлов С.Х., Чудненко К.В.

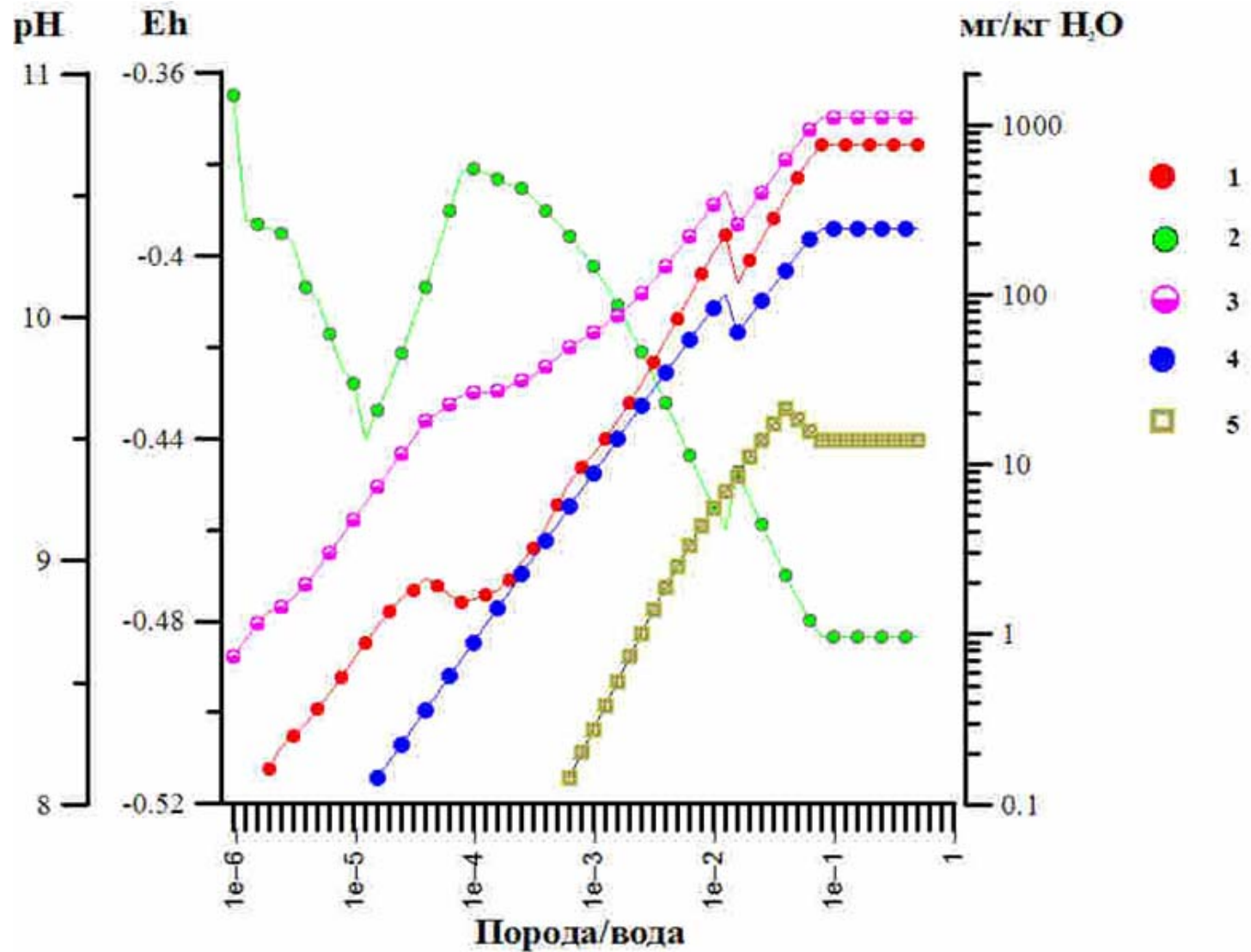
**ГЕОХИМИЯ АЗОТА И  
УГЛЕРОДА В ПРОЦЕССЕ  
ЭВОЛЮЦИОННОГО  
РАЗВИТИЯ СИСТЕМЫ  
«ВОДА-ПОРОДА»**

# рН, Eh и минерализация в системе «вода – аргиллит<sub>(без анионогенных)</sub>» при T = 50 °C и P = 90 бар



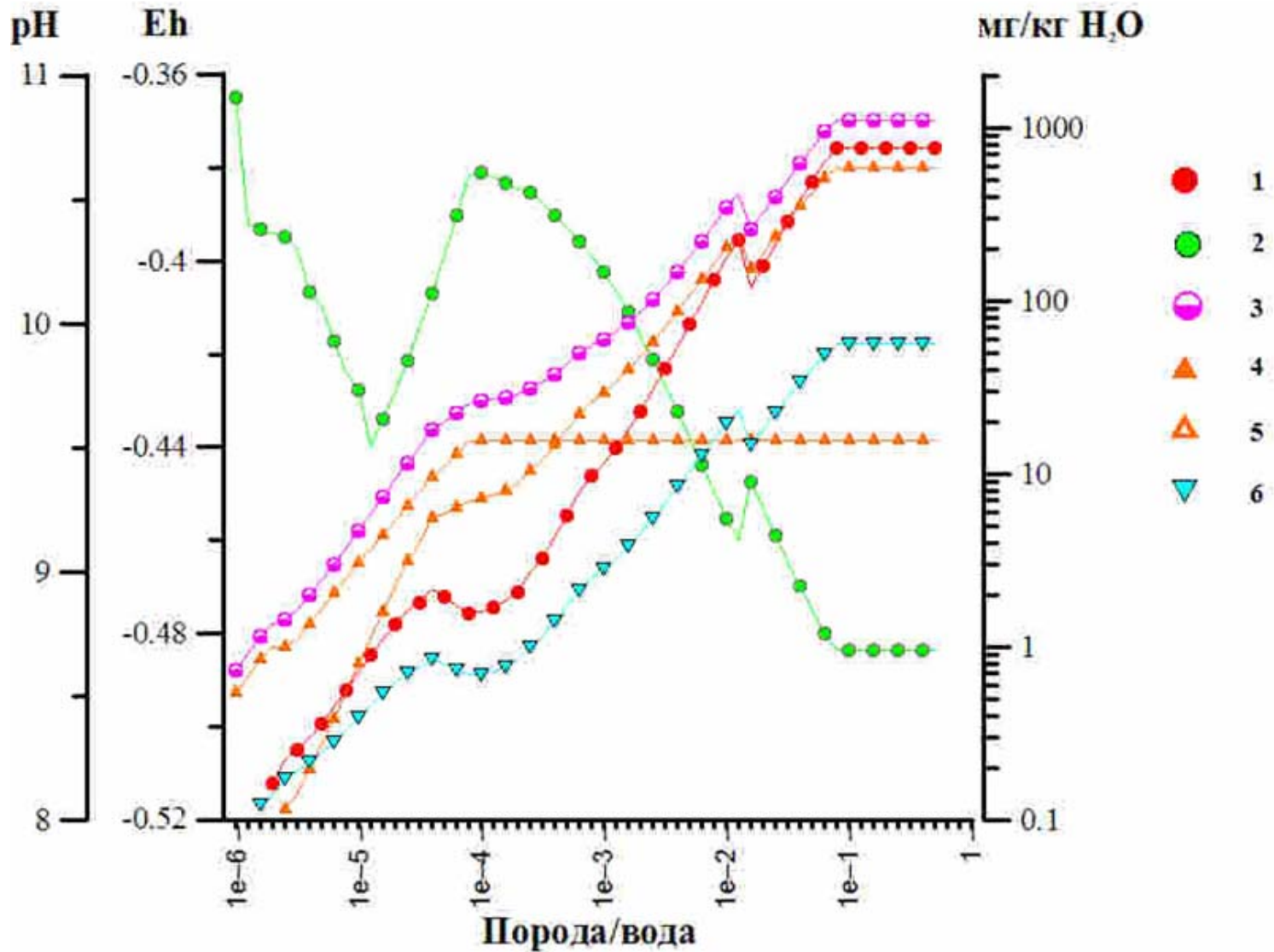
1 – рН; 2 – Eh; 3 – минерализация (мг/кг H<sub>2</sub>O)

# Катионы в системе «вода – аргиллит<sub>(без анионогенных)</sub>» при $T = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $P = 90\text{ бар}$



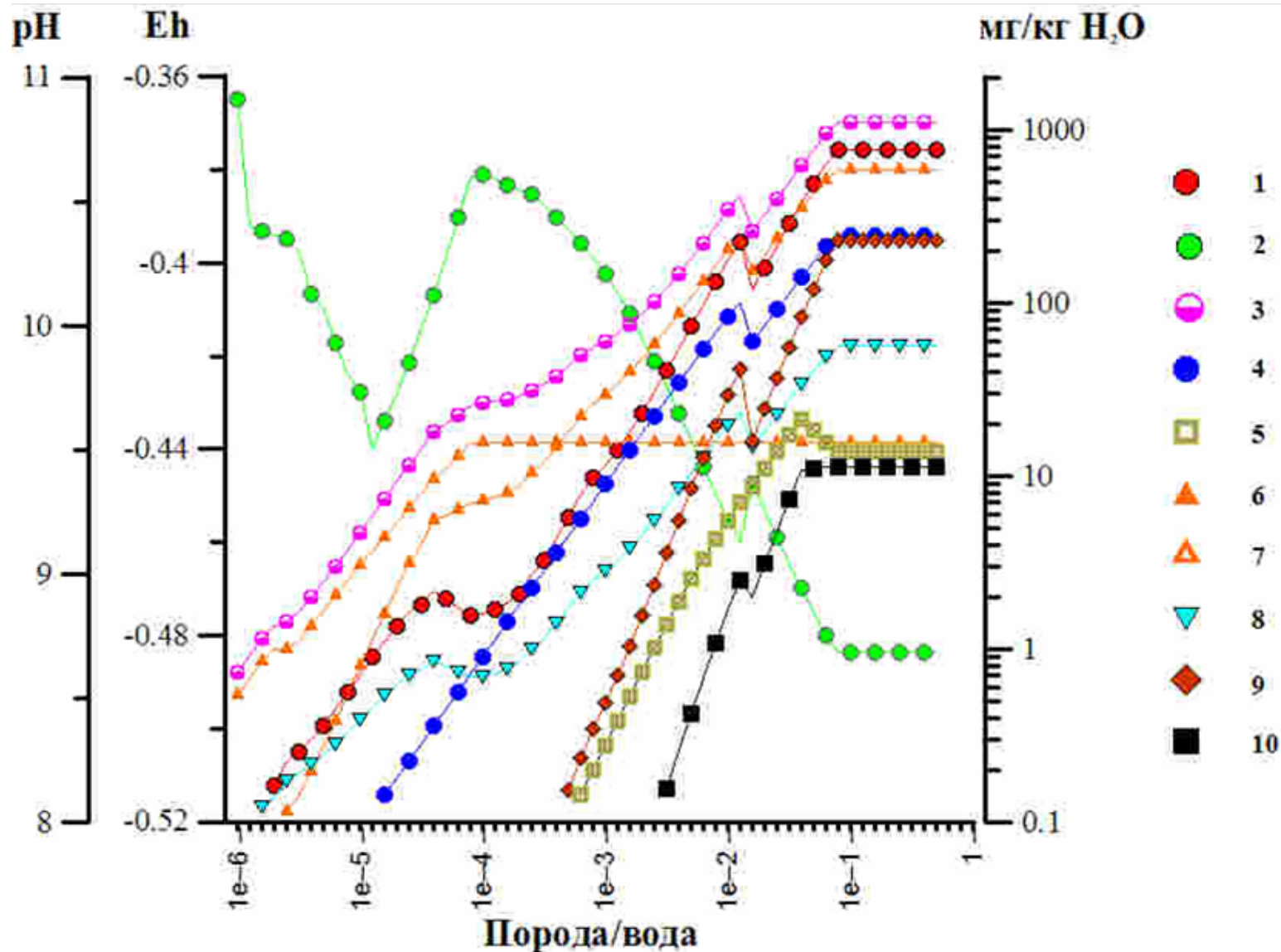
1 – pH; 2 – Eh; 3 – минерализация (мг/кг H<sub>2</sub>O) ; содержания компонентов в воде (мг/кг H<sub>2</sub>O): 4 – Na<sup>+</sup>, 5 – MnOH<sup>+</sup>.

# Анионы и $\text{SiO}_2^0$ в системе «вода – аргиллит (без анионогенных)» при $T = 50\text{ }^\circ\text{C}$ и $P = 90\text{ бар}$



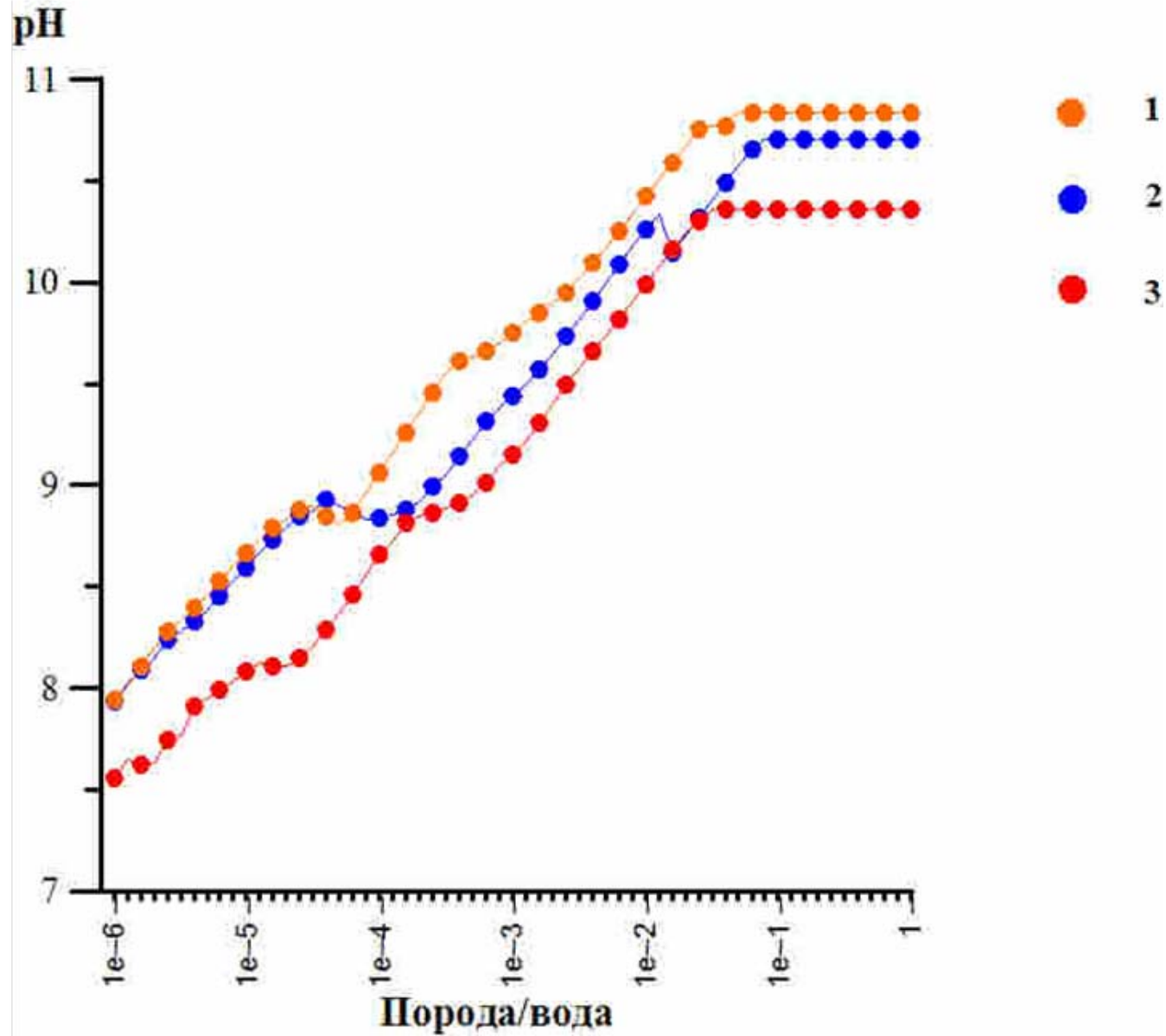
1 – pH; 2 – Eh; 3 – минерализация (мг/кг H<sub>2</sub>O) ; содержания компонентов в воде (мг/кг H<sub>2</sub>O): 4 –  $\text{HSiO}_3^-$ , 5 –  $\text{SiO}_2^0$ , 6 –  $\text{OH}^-$ .

# Состав растворов в системе «вода – аргиллит<sub>(без анионогенных)</sub>» при T = 50 °C и P = 90 бар



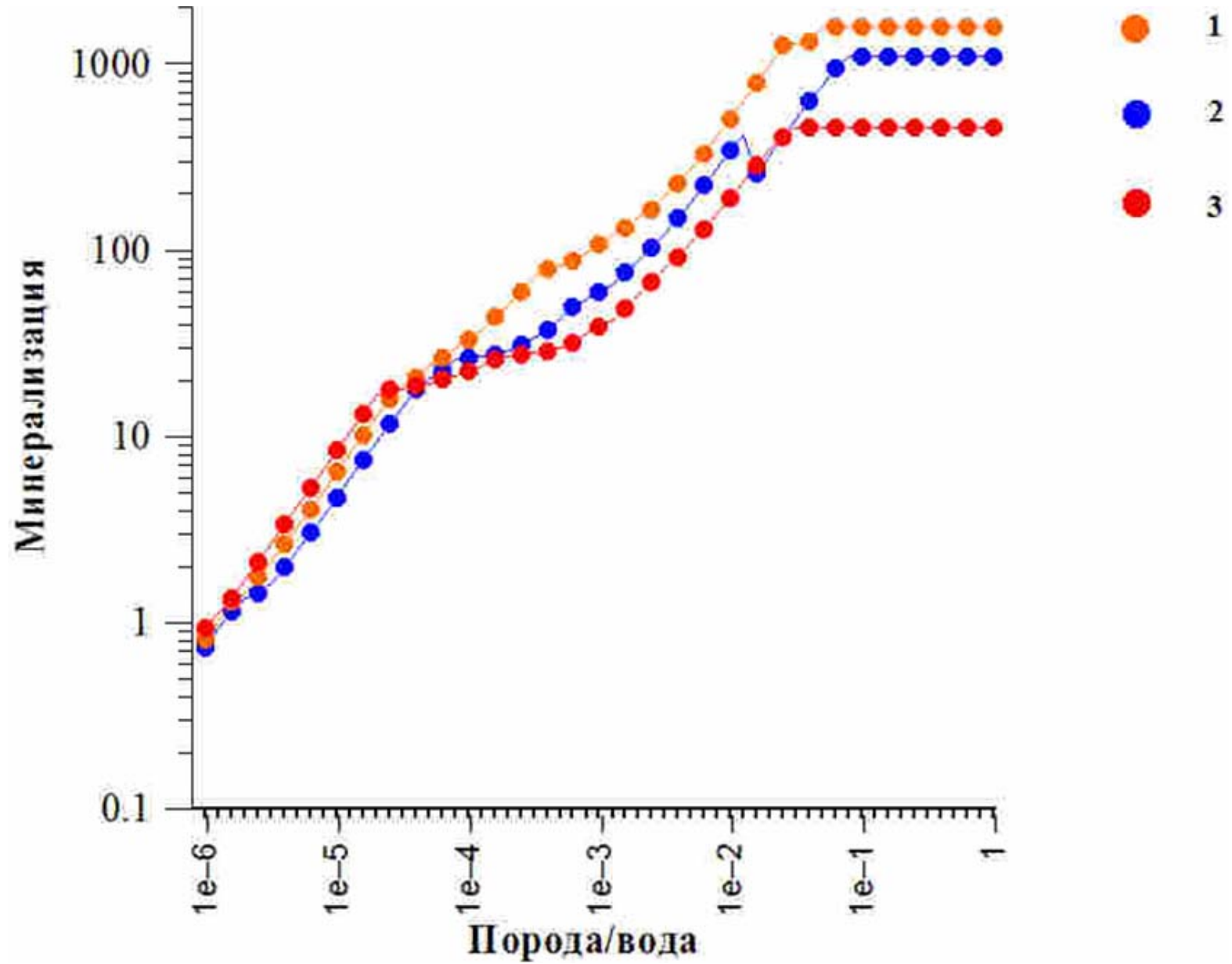
1 – pH; 2 – Eh; 3 – минерализация (мг/кг H<sub>2</sub>O) ; содержания компонентов в воде (мг/кг H<sub>2</sub>O): 4 – Na<sup>+</sup>, 5 – MnOH<sup>+</sup>, 6 – HSiO<sub>3</sub><sup>-</sup>, 7 – SiO<sub>2</sub><sup>0</sup>, 8 – OH<sup>-</sup>, 9 – NaHSiO<sub>3</sub><sup>0</sup>, 10 – MnO<sup>0</sup>.

# рН растворов аргиллита, песчаника и кремнистых пород (без анионогенных) при $T = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $P = 90\text{ бар}$



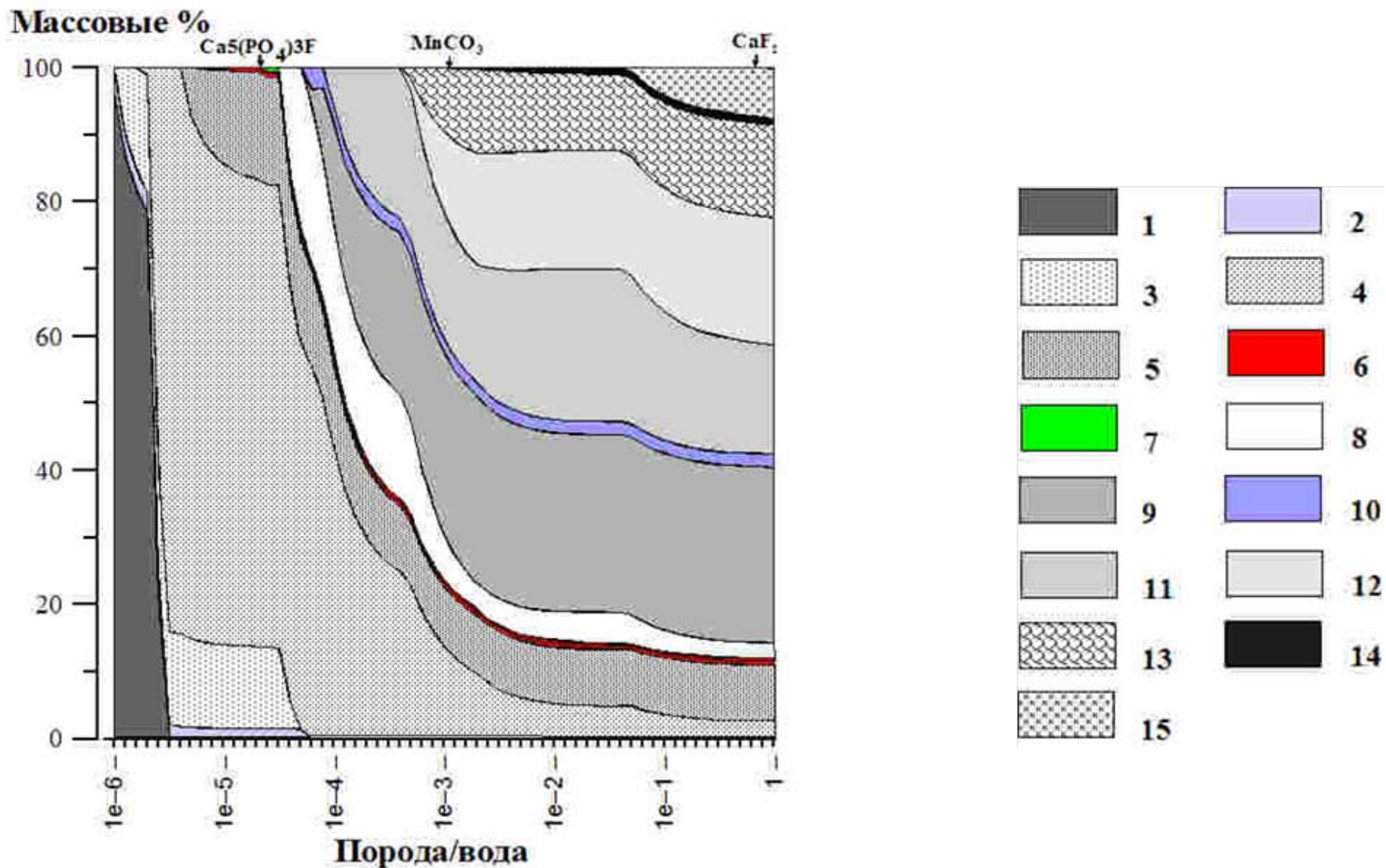
1 – песчаник, 2 – аргиллит, 3 – кремнистые отложения.

# Минерализация растворов аргиллита, песчаника и кремнистых пород (без анионогенных) при $T = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $P = 90\text{ бар}$



1 – песчаник, 2 – аргиллит, 3 – кремнистые отложения.

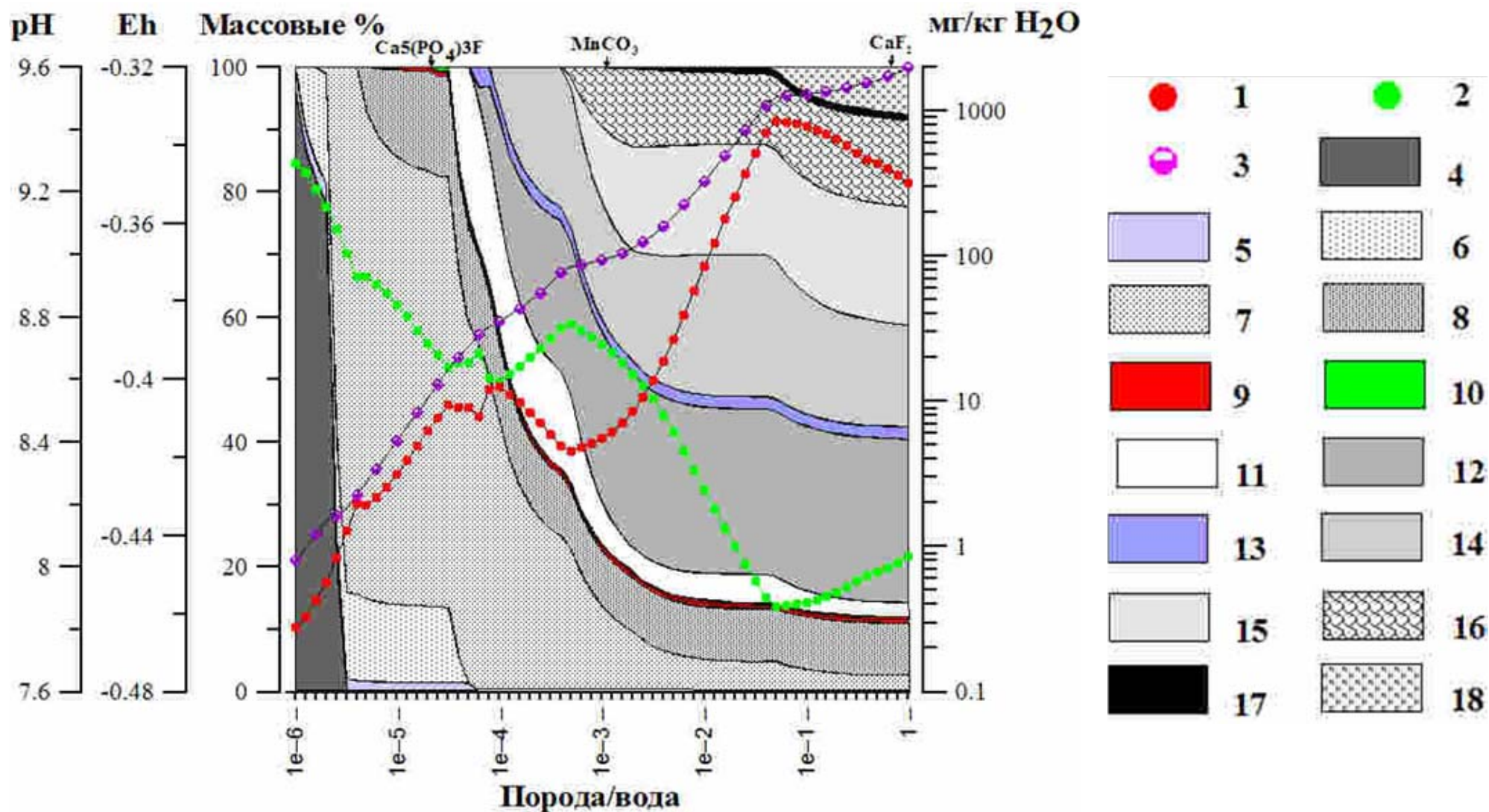
# Минералы в системе «вода – аргиллит<sub>(C-графит)</sub>» при T = 50 °C и P = 90 бар



Твердая фаза (массовые %): 1 – гиббсит, 2 – рутил, 3 – магнетит, 4 – каолинит, 5 – клинохлор, 6 – пирит, 7 – фторапатит, 8 – аннит, 9 – кварц, 10 – сфен, 11 – ломонтит, 12 – мусковит, 13 – анкерит, 14 – графит, 15 – анальцим.

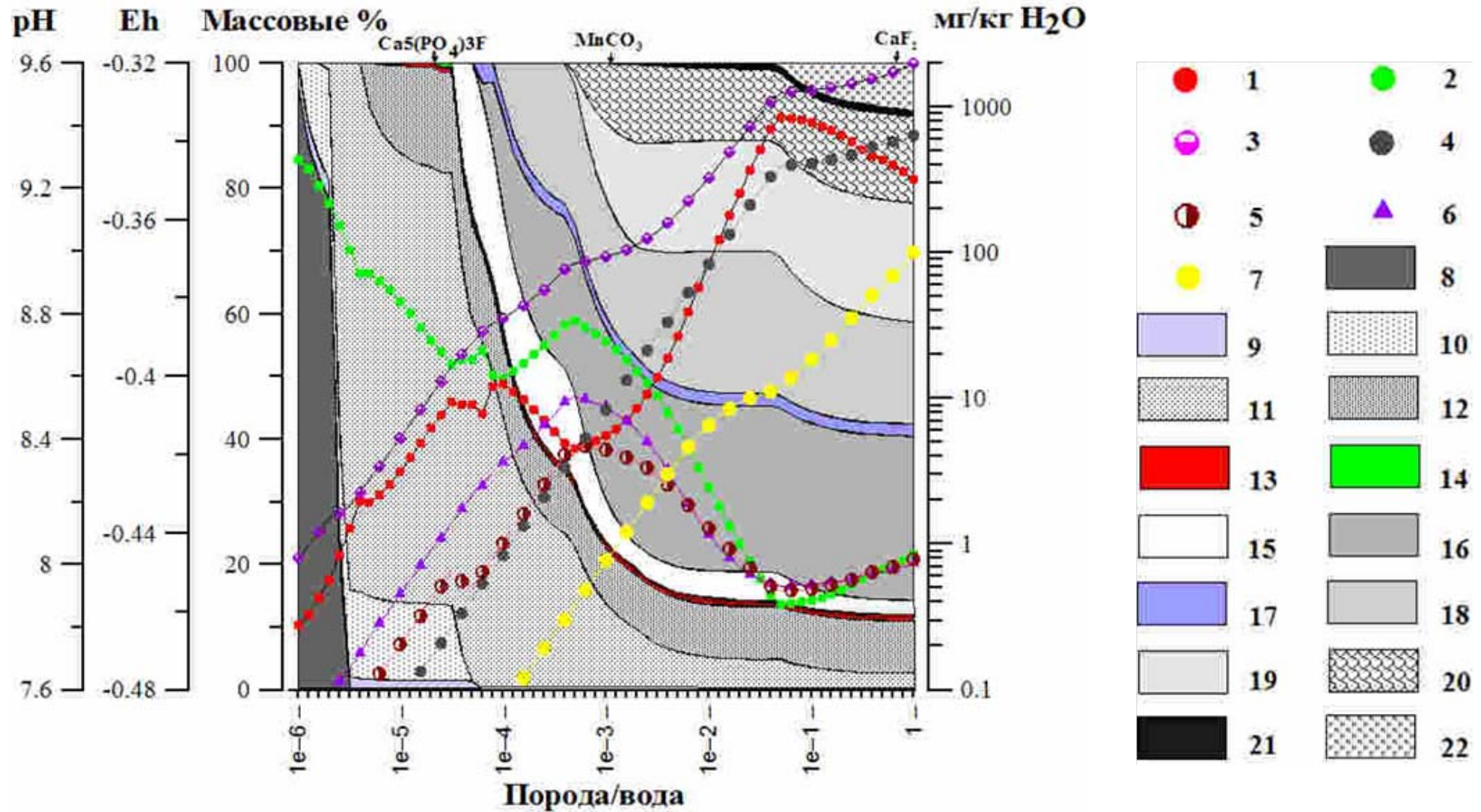


# pH, Eh и минерализация в системе «вода – аргиллит (С-графит)» при T = 50 °C и P = 90 бар



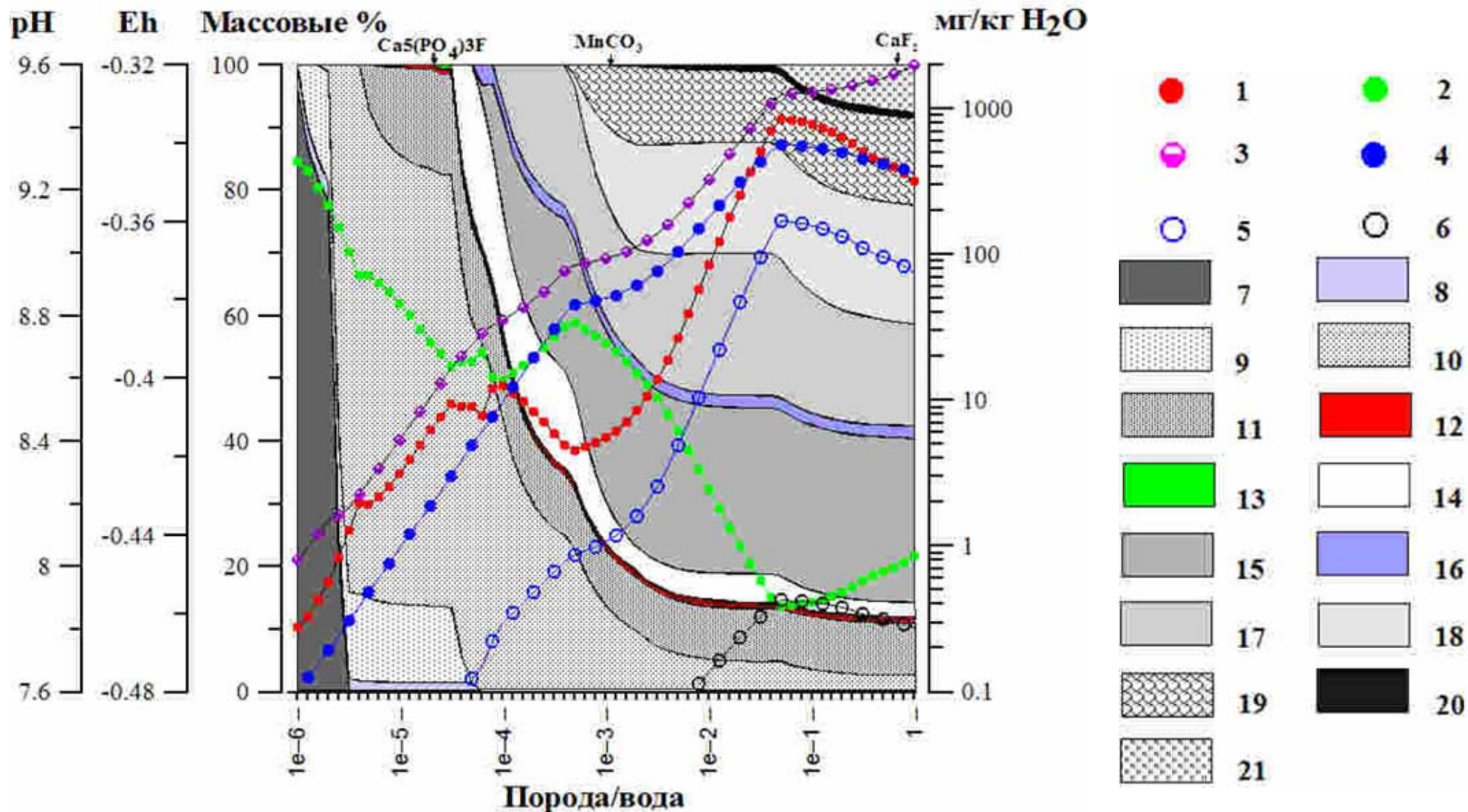
**1 – pH; 2 – Eh; 3 – минерализация (мг/кг H<sub>2</sub>O); твердая фаза (массовые %): 4 – гиббсит, 5 – рутил, 6 – магнетит, 7 – каолинит, 8 – клинохлор, 9 – пирит, 10 – фторапатит, 11 – аннит, 12 – кварц, 13 – сфен, 14 – ломонтит, 15 – мусковит, 16 – анкерит, 17 – графит, 18 – анальцим.**

# Катионы в системе «вода – аргиллит<sub>(С-графит)</sub>» при T = 50 °C и P = 90 бар



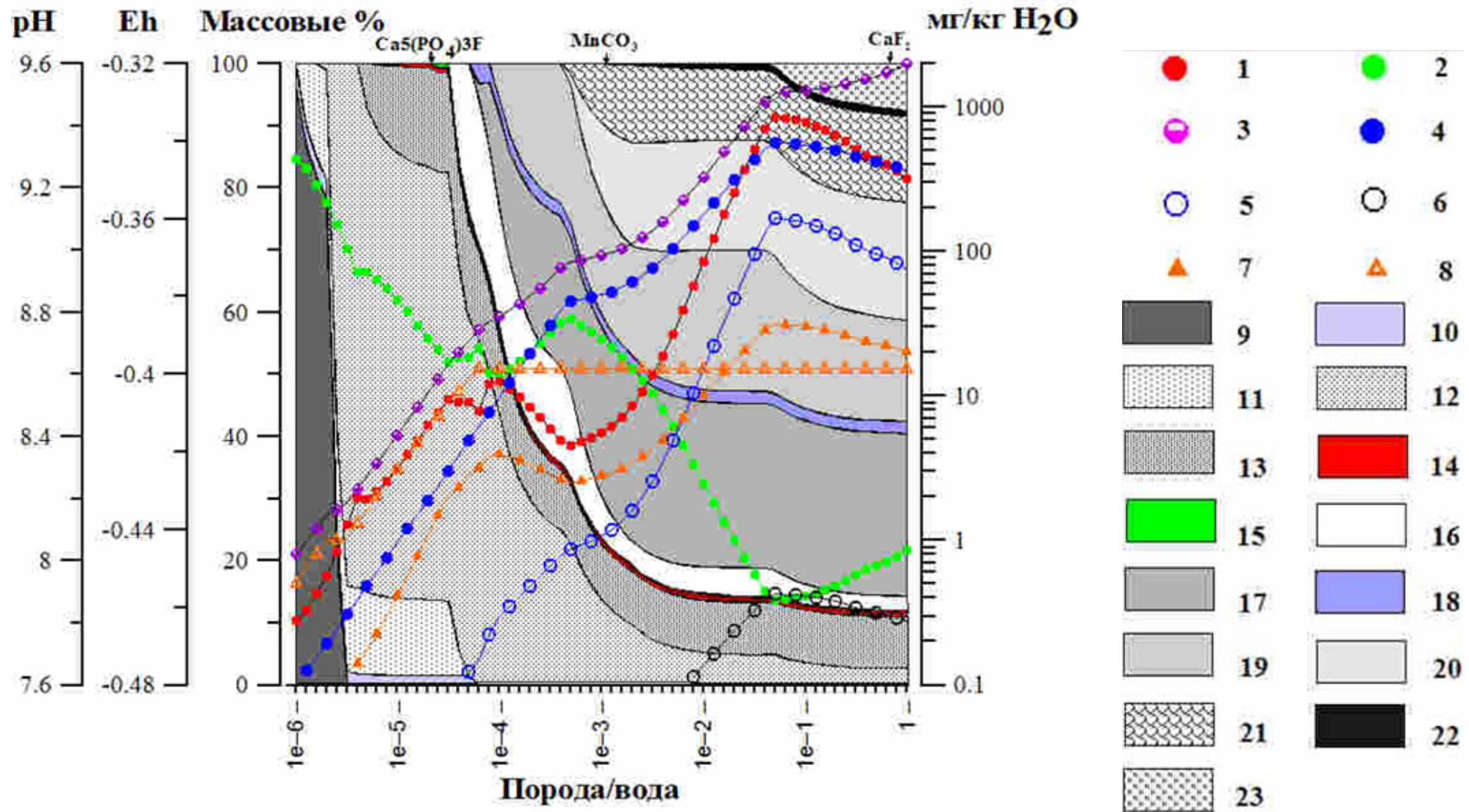
**1 – pH; 2 – Eh; 3 – минерализация (мг/кг H<sub>2</sub>O); содержания компонентов в воде (мг/кг H<sub>2</sub>O): 4 – Na<sup>+</sup>, 5 – K<sup>+</sup>, 6 – Ca<sup>2+</sup>, 7 – NH<sub>4</sub><sup>+</sup>; твердая фаза (массовые %): 8 – гиббсит, 9 – рутил, 10 – магнетит, 11 – каолинит, 12 – клинохлор, 13 – пирит, 14 – фторапатит, 15 – аннит, 16 – кварц, 17 – сфен, 18 – ломонтит, 19 – мусковит, 20 – анкерит, 21 – графит, 22 – анальцим.**

# HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>, HS<sup>-</sup> в системе «вода – аргиллит<sub>(C-графит)</sub>» при T = 50 °C и P = 90 бар



1 – pH; 2 – Eh; 3 – минерализация (мг/кг H<sub>2</sub>O); содержания компонентов в воде (мг/кг H<sub>2</sub>O): 4 – HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>; 5 – CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>; 6 – HS<sup>-</sup>, твердая фаза (массовые %): 7 – гиббсит, 8 – рутил, 9 – магнетит, 10 – каолинит, 11 – клинохлор, 12 – пирит, 13 – фторапатит, 14 – аннит, 15 – кварц, 16 – сфен, 17 – ломонтит, 18 – мусковит, 19 – анкерит, 20 – графит, 21 – анальцим.

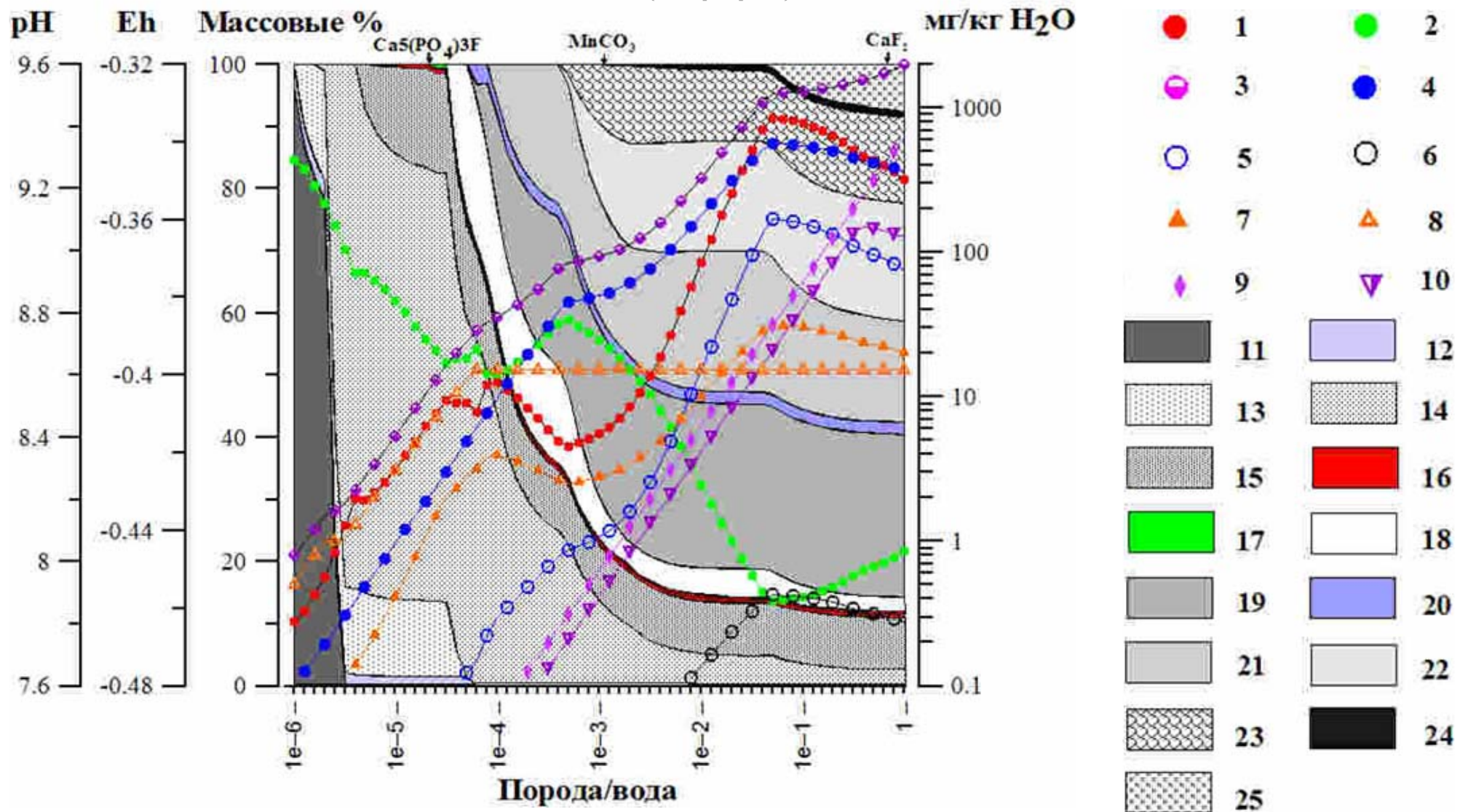
# HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>, HS<sup>-</sup>, HSiO<sub>3</sub><sup>-</sup>, SiO<sub>2</sub><sup>0</sup> в системе «вода – аргиллит<sub>(C-графит)</sub>» при T = 50 °C и P = 90 бар



1 – pH; 2 – Eh; 3 – минерализация (мг/кг H<sub>2</sub>O); содержания компонентов в воде (мг/кг H<sub>2</sub>O): 4 – HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, 5 – CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>, 6 – HS<sup>-</sup>, 7 – HSiO<sub>3</sub><sup>-</sup>, 8 – SiO<sub>2</sub><sup>0</sup>; твердая фаза (массовые %): 9 – гиббсит, 10 – рутил, 11 – магнетит, 12 – каолинит, 13 – клинохлор, 14 – пирит, 15 – фторапатит, 16 – аннит, 17 – кварц, 18 – сфен, 19 – ломонтит, 20 – мусковит, 21 – анкерит, 22 – графит, 23 – анальцим.

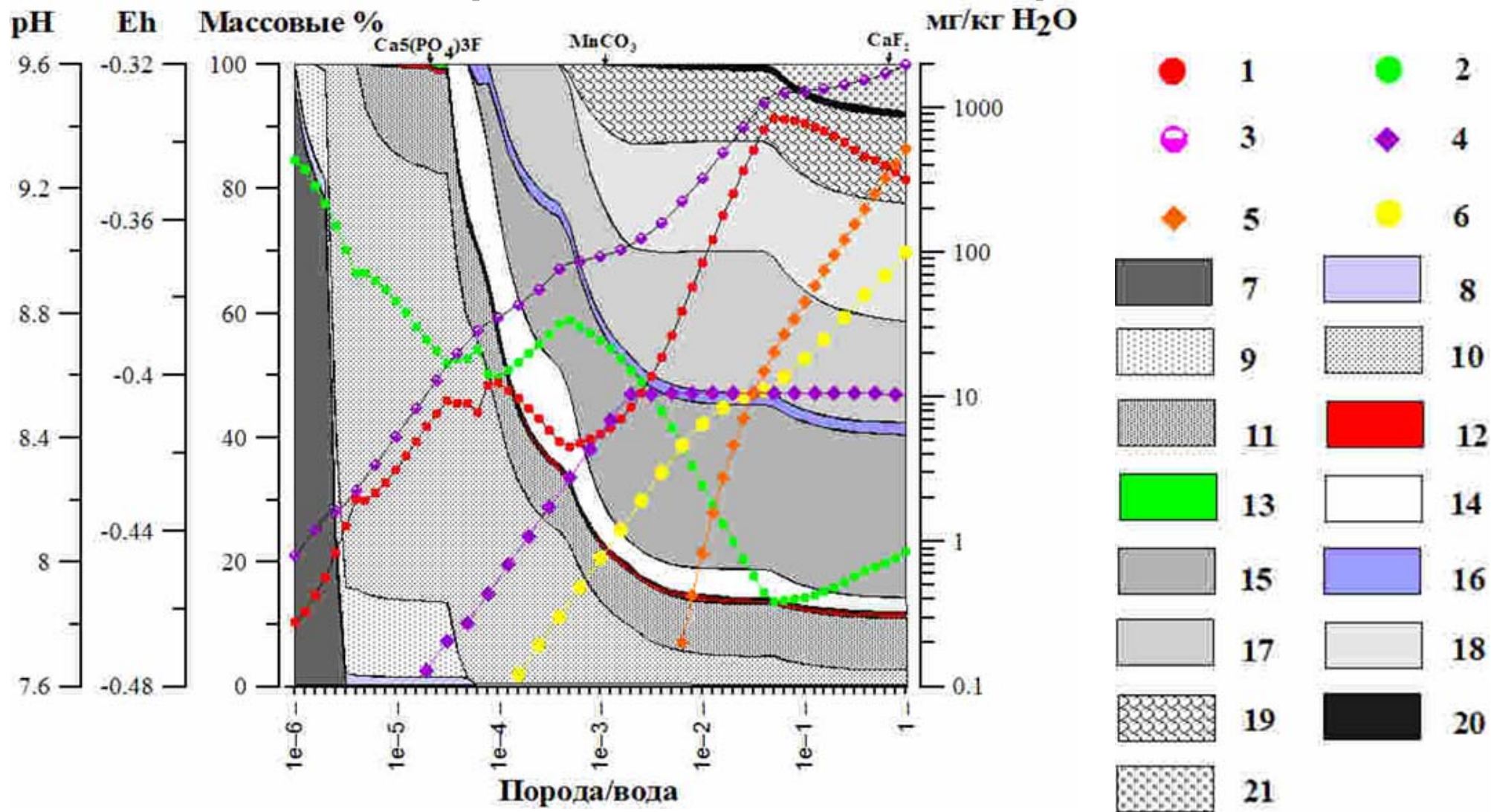
$\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{HS}^-$ ,  $\text{HSiO}_3^-$ ,  $\text{SiO}_2^0$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{F}^-$ ,

в системе «вода – аргиллит<sub>(C-графит)</sub>» при  $T = 50\text{ }^\circ\text{C}$  и  $P = 90\text{ бар}$



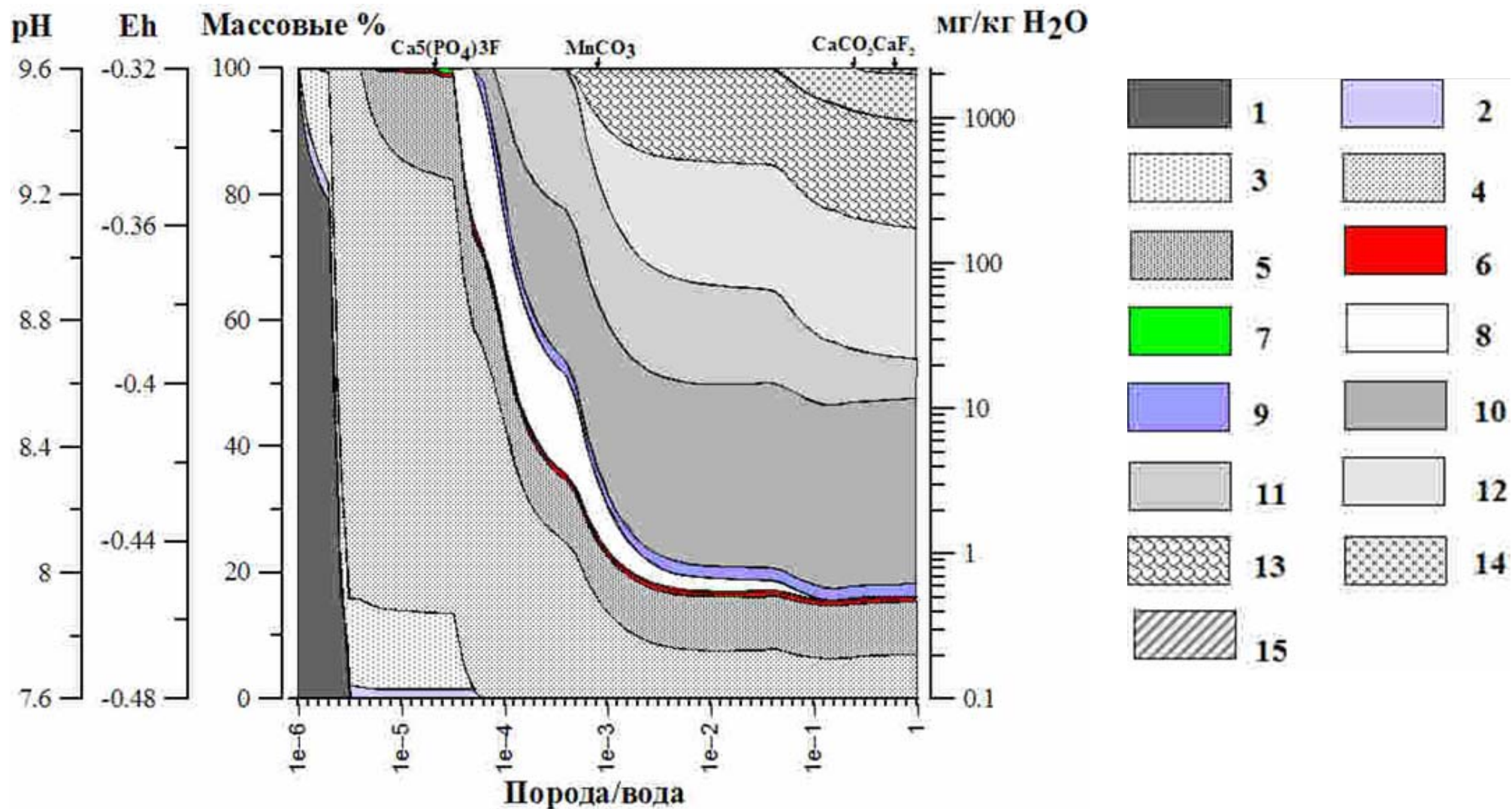
1 – pH; 2 – Eh; 3 – минерализация (мг/кг H<sub>2</sub>O); содержания компонентов в воде (мг/кг H<sub>2</sub>O): 4 –  $\text{HCO}_3^-$ , 5 –  $\text{CO}_3^{2-}$ , 6 –  $\text{HS}^-$ , 7 –  $\text{HSiO}_3^-$ , 8 –  $\text{SiO}_2^0$ , 9 –  $\text{Cl}^-$ , 10 –  $\text{F}^-$ ; твердая фаза (массовые %): 11 – гиббсит, 12 – рутил, 13 – магнетит, 14 – каолинит, 15 – клинохлор, 16 – пирит, 17 – фторапатит, 18 – аннит, 19 – кварц, 20 – сфен, 21 – ломонтит, 22 – мусковит, 23 – анкерит, 24 – графит, 25 – анальцим.

# CH<sub>4</sub><sup>o</sup>, N<sub>2</sub><sup>o</sup> и NH<sub>4</sub><sup>+</sup> в системе «вода –аргиллит<sub>(C-графит)</sub>» при T = 50 °C и P = 90 бар



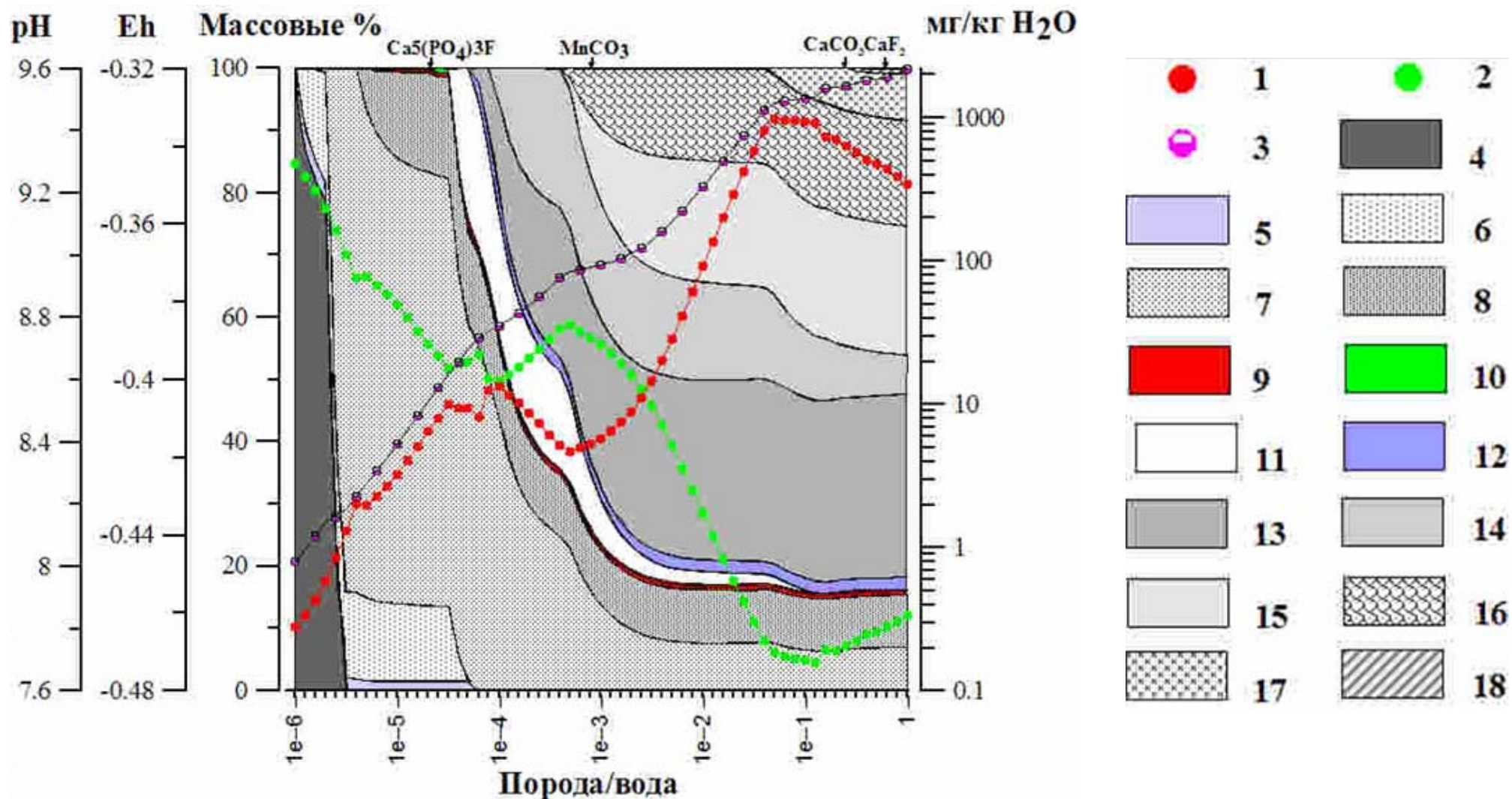
1 – pH; 2 – Eh; 3 – минерализация (мг/кг H<sub>2</sub>O); содержания компонентов в воде (мг/кг H<sub>2</sub>O): 4 – CH<sub>4</sub><sup>o</sup>, 5 – N<sub>2</sub><sup>o</sup>, 6 – NH<sub>4</sub><sup>+</sup>; твердая фаза (массовые %): 7 – гиббсит, 8 – рутил, 9 – магнетит, 10 – каолинит, 11 – клинохлор, 12 – пирит, 13 – фторапатит, 14 – аннит, 15 – кварц, 16 – сфен, 17 – ломонтит, 18 – мусковит, 19 – анкерит, 20 – графит, 21 – анальцим.

# Минералы в системе «вода – аргиллит<sub>(C-аморфный)</sub>» при T = 50 °C и P = 90 бар



Твердая фаза (массовые %): 1 – гиббсит, 2 – рутил, 3 – магнетит, 4 – каолинит, 5 – клинохлор, 6 – пирит, 7 – фторапатит, 8 – аннит, 9 – сфен, 10 – кварц, 11 – ломонтит, 12 – мусковит, 13 – анкерит, 14 – анальцим, 15 – кальцит.

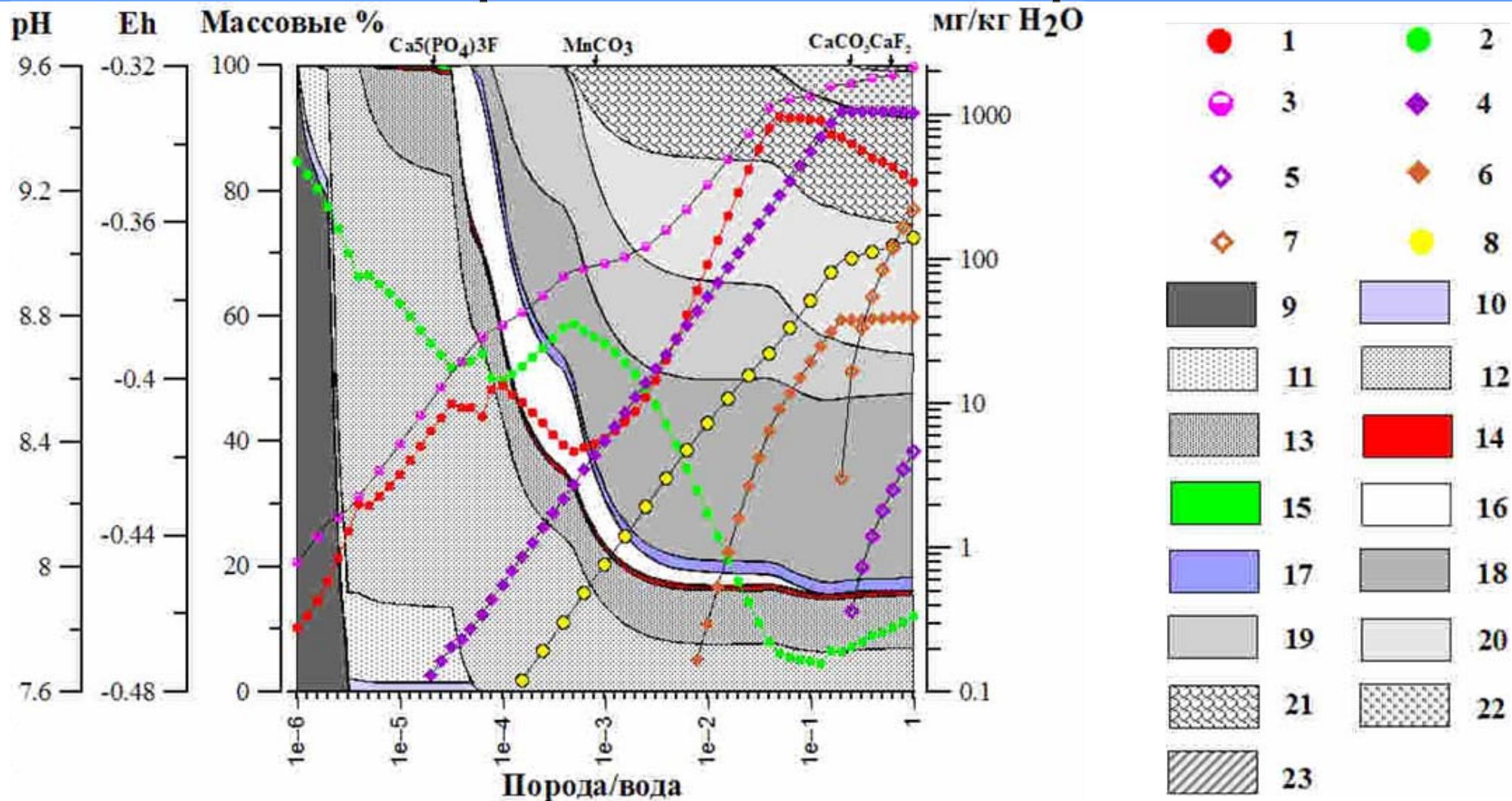
# рН, Eh и минерализация в системе «вода – аргиллит<sub>(C-аморфный)</sub>» при T = 50 °C и P = 90 бар



1 – рН; 2 – Eh; 3 – минерализация (мг/кг Н<sub>2</sub>О); твердая фаза (массовые %): 4 – гиббсит, 5 – рутил, 6 – магнетит, 7 – каолинит, 8 – клинохлор, 9 – пирит, 10 – фторапатит, 11 – аннит, 12 – сфен, 13 – кварц, 14 – ломонтит, 15 – мусковит, 16 – анкерит, 17 – анальцим, 18 – кальцит.

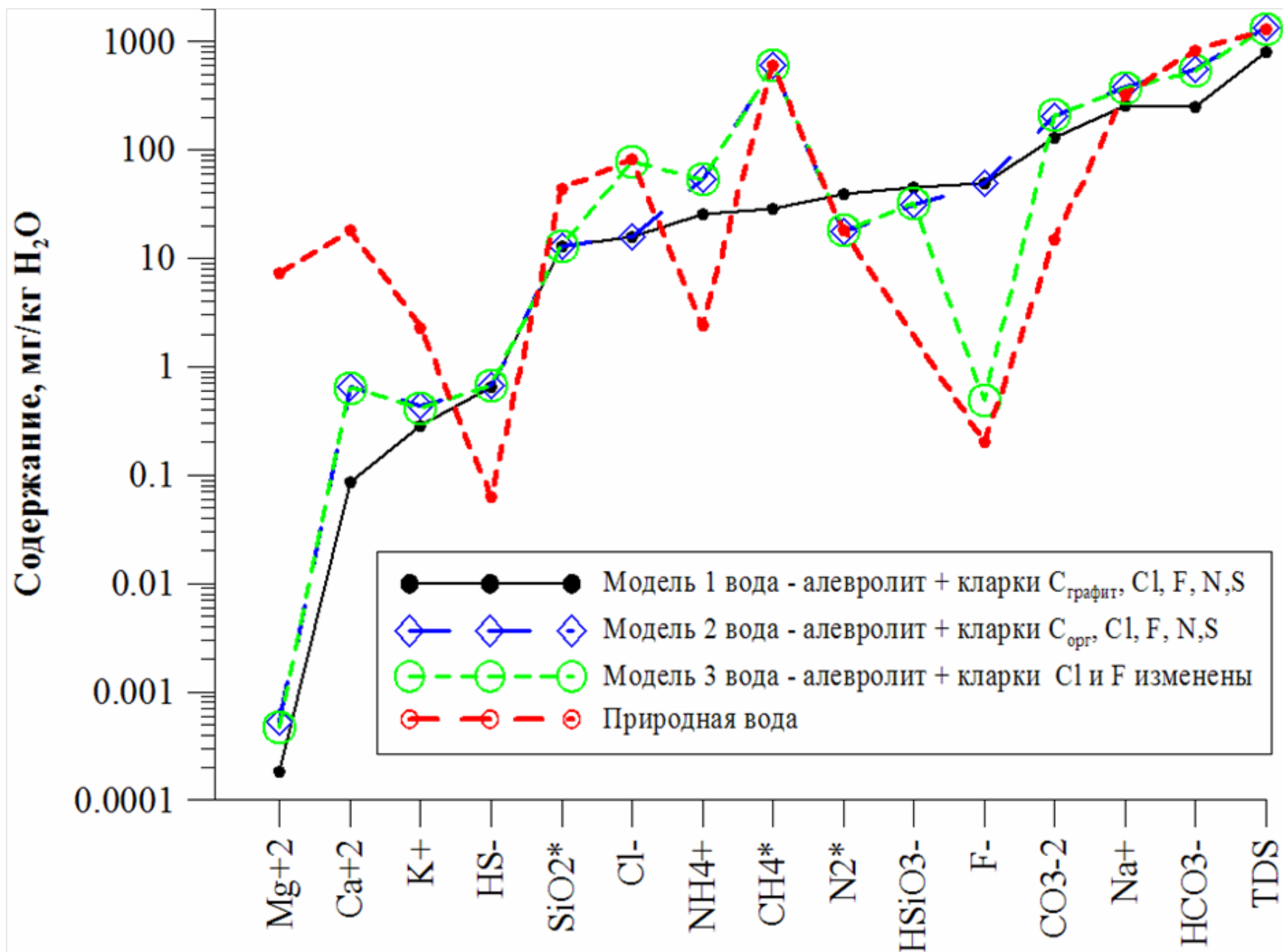


# CH<sub>4</sub><sup>o</sup>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub><sup>o</sup>, N<sub>2</sub> и NH<sub>4</sub><sup>+</sup> в системе «вода – аргиллит<sub>(C-аморфный)</sub>» при T = 50 °C и P = 90 бар

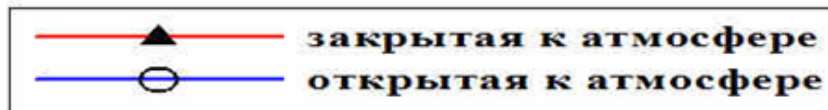
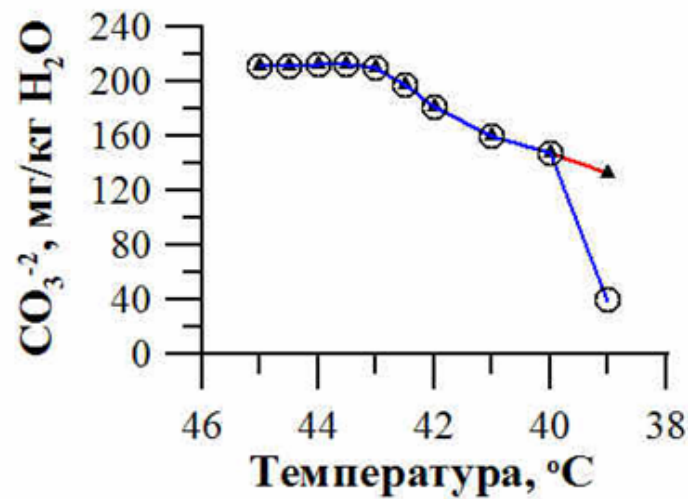
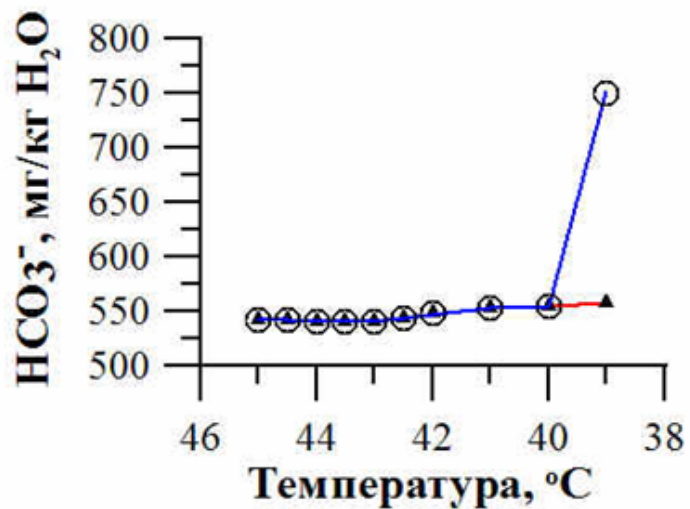
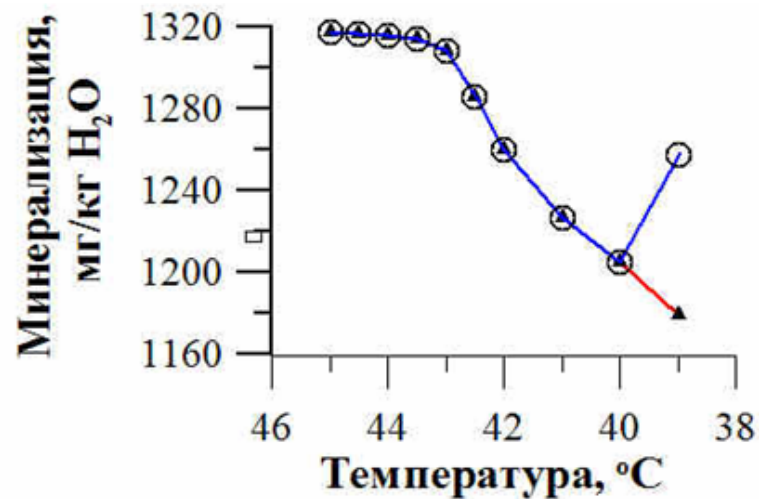
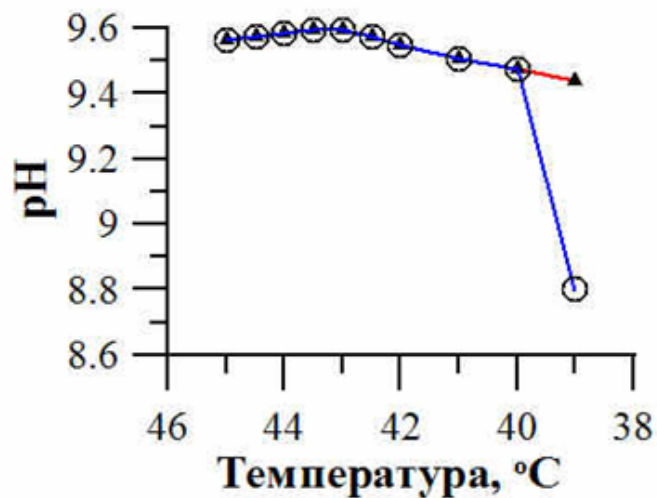


**1 – pH; 2 – Eh; 3 – минерализация (мг/кг H<sub>2</sub>O); содержания компонентов в воде (мг/кг H<sub>2</sub>O): 4 – CH<sub>4</sub><sup>o</sup>, 5 – CH<sub>4</sub>, 6 – N<sub>2</sub><sup>o</sup>, 7 – N<sub>2</sub>, 8 – NH<sub>4</sub><sup>+</sup>; твердая фаза (массовые %): 9 – гиббсит, 10 – рутил, 11 – магнетит, 12 – каолинит, 13 – клинохлор, 14 – пирит, 15 – фторапатит, 16 – аннит, 17 – сфен, 18 – кварц, 19 – ломонтит, 20 – мусковит, 21 – анкерит, 22 – анальцим, 23 – кальцит.**

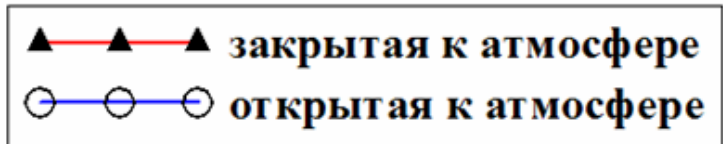
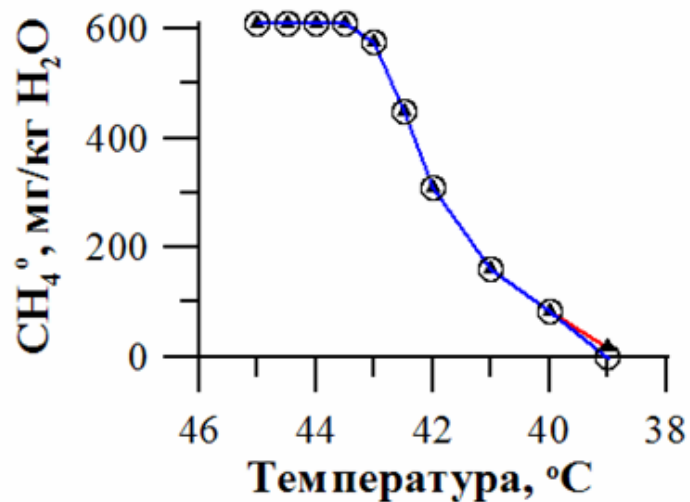
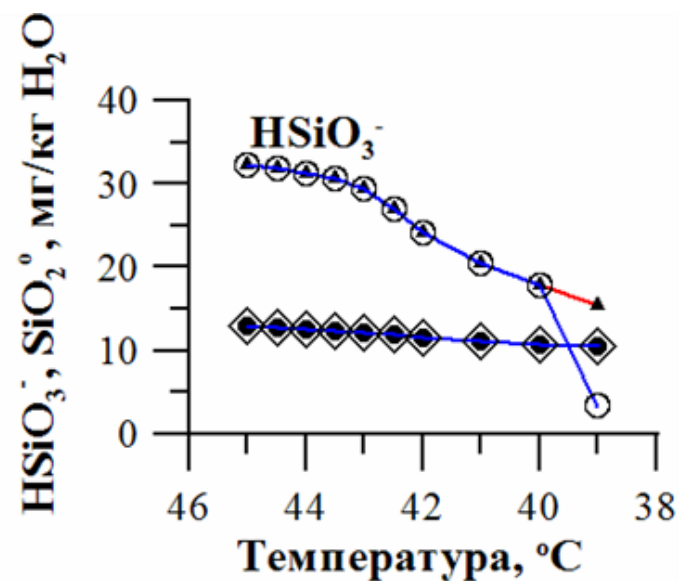
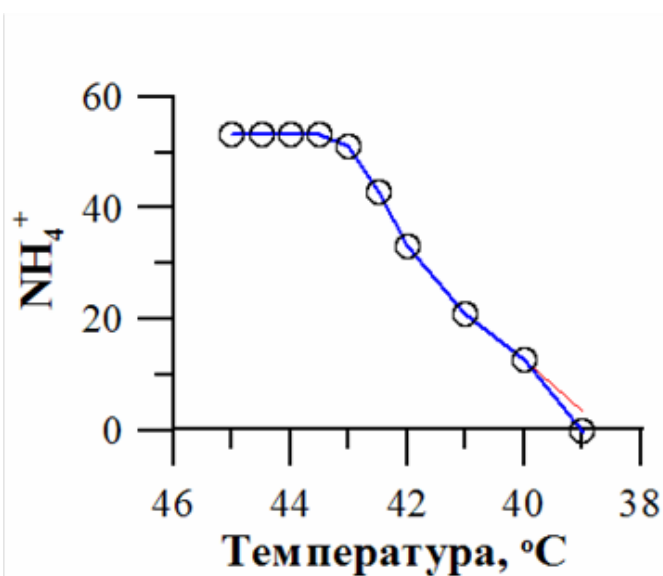
# Основные характеристики модельных растворов и природной метановой воды Жемчуга



# Изменение рН, минерализации, $\text{HCO}_3^-$ и $\text{CO}_3^{2-}$ при подъеме воды на поверхность



# Изменение $\text{NH}_4^+$ , $\text{HSiO}_3^-$ , $\text{SiO}_2^0$ и $\text{CH}_4^0$ при подъеме воды



# ЗАКЛЮЧЕНИЕ

**Взаимодействие воды с алюмосиликатными породами, выполняющими Тункинскую впадину и содержащими летучие, в которых углерод представлен реакционно-активной формой, формирует модельные растворы, отвечающие составу природных азотно-метановых гидрокарбонатных натриевых вод.**

**Существенное различие модельных растворов и результатов анализа проб природных терм обусловлено различием температуры и давления в условиях «in situ» и «in vitro» и открытостью последних к атмосфере.**

**Модельные растворы более близко отражают состав термальных вод в водоносном горизонте, чем результаты их химических анализов.**

**Образование метана, может происходить не только в результате биохимических, термических и термокаталитических превращений органического вещества. Метан также образуется в породах, содержащих органическое вещество в процессе его гидролитического диспропорционирования.**

**Соотношение между азотом и метаном в растворе, зависит от формы углерода, содержащегося в осадочных образованиях и от степени взаимодействия воды с породой.**



**Спасибо за внимание**