



# Изучение состава археологической керамики: методические основы, возможности ее типизации и локализации древних производств

## Содержание доклада

1. Современный междисциплинарный подход к изучению минерального состава древней керамики – предпосылки формирования и основные элементы.
2. Геологический анализ в изучении древней керамики: типизация и состав глинистых отложений, связь их с составом керамики. Геологические критерии локализации керамических производств.
3. Исследование состава керамического материала – последовательность, содержание (workflow) подхода на примере коричневоглиняной, краснолаковой и неолитической керамики. Выбор оптимального подхода и комплексирование аналитических методов
4. Примеры относительно мало разработанных элементов в изучении состава древней керамики (тиปизация глин, гипергенные изменения керамики, и др.)
5. Жизненный цикл археологической керамики и изменение ее состава. . .



# Древняя керамика как объект междисциплинарного геологического изучения



Anna Osler Shepard (1903-1971)



**Геологический подход:** специфическая горная порода, образованная при быстрой термической литификации (обжиге) глинистого осадка

Материаловедческий подход: керамика является многофазной, многокомпонентной, гетерогенной полидисперсной системой  
(Салахов, 2016)

Некоторые интересные публикации последних лет, касающиеся темы состава древней керамики, опубликованы в ...

- *Periodico di Mineralogia* (2012)
- *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, Vol. 84 (2006)
- *Minerals* (2020), (2022).
- *Applied Clay Science* (2009)
- *Journal of the European Ceramic Society* 30 (2010)
- *Scientific Reports* (2019)
- *Lawrence Berkeley National Laboratory*
- *Journal of Archaeological Science: Reports* 16 (2017, 2021).
- *EMU Notes in Mineralogy*.
- *Geosciences* (2021)
- *Archaeometry* (2012)
- *ArcheoSciences, revue d'archéométrie* (2020), *Mediterranean Archaeology and Archaeometry* (2017), *Journal of Archaeological Science* (2011)
- *Smithsonian Center for Materials Research and Education*
- *ArcheoSciences, revue d'archéométrie* (2020)
- *MINERALOGY, CRYSTALLOGRAPHY, GEOCHEMISTRY, ORE DEPOSITS, PETROLOGY, VOLCANOLOGY....*

## Факторы, определяющие состав археологической керамики (По Neff 2003; Golitko et al., 2012)

1. Состав исходного минерального сырья, контролируемый региональной геологией.
2. Подготовка формовочных масс (отмучивание, добавление пластификаторов, отощителей, флюсов и др.).
3. Модификация состава в процессе использования керамики.
4. Изменения в результате среды захоронения;
5. Различные варианты сочетания перечисленных факторов.



# Подходы к исследованию вещества древней керамики

## Геохимический

Энергодисперсионная спектрометрия (Energy-dispersive X-ray spectroscopy, EDX, EDRS или EDS)

Масс-спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой (ИСП-МС) inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS)

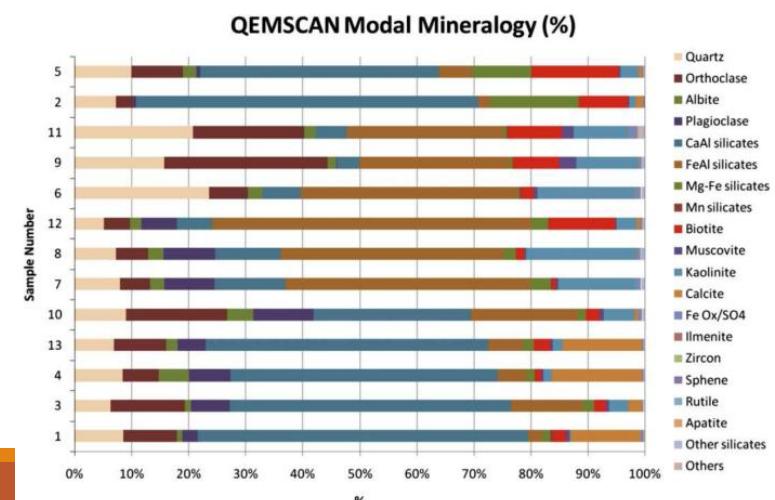
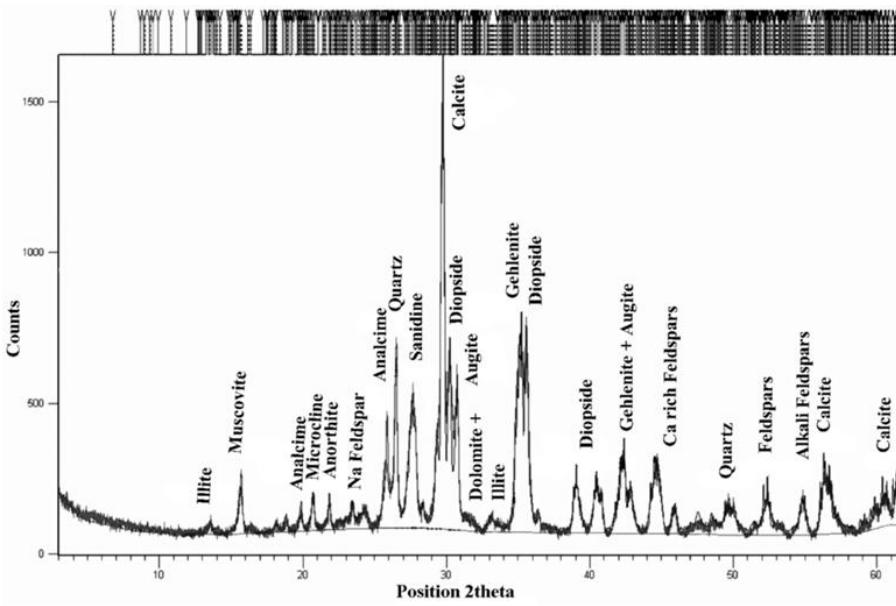
Оптический эмиссионный спектральный анализ (ОЭСА) optical emission spectrometry (OES)

Нейтронно-активационный анализ (НАА) neutron activation analysis (NAA).

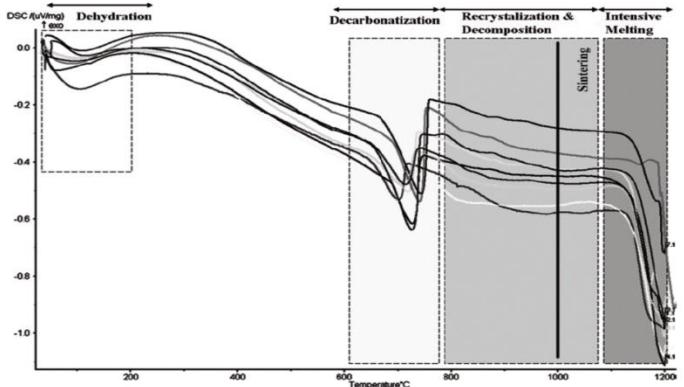
## Петрохимический

## Минералогический

### Рентгенофазовый анализ керамики



### Термический анализ керамики



Emami M. , and Trettin R. Mineralogical and chemical

investigations on the ceramic technology in Čočā

Zanbil, (Iran, 1250 B.C.) // Periodico di Mineralogia

(2012), 81, 3, 359-377 / MINERALOGY, CRYSTALLOGRAPHY,

Knappett C. et al. Rollinson Mineralogical analysis and  
provenancing of ancient ceramics using automated SEM-EDS  
analysis (QEMSCAN): a pilot study on LB I pottery from



# Регионально –геологический подход к сопоставлению состава керамики и районов ее производства



Фото А.Клочко

Как современные представления о закономерностях **геологического строения региона** могут помочь решению сугубо археологической задачи – определения вероятных районов **древнего производства** керамики.

Как можно реконструировать уникальные для региона генетические соотношения: **«регион - глина – керамика»** как основу для нового подхода к локализации мест производства?

Как в керамическом материале фиксируется **история формирования исходной породы**, обстановки и место ее формирования? Что нам дают современные методы регионально-геологического, седиментационного и литологического анализа?

**Почему керамика и исходные глины могут существенно различаться** по составу и как это осложняет прямое сопоставление состава керамики и местных горных пород?

И много-много других вопросов....



## Разнообразие генетических типов четвертичных отложений

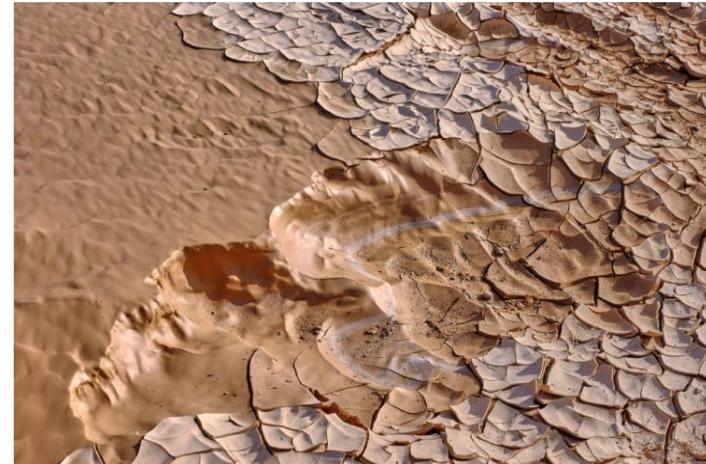
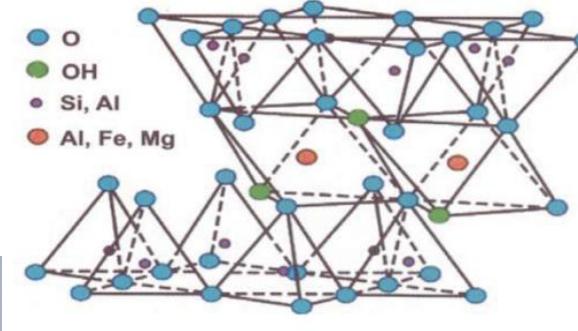


Фото А.Клочко

Аллювиальные суглинки.  
Тянь-Шань

Моренные суглинки Московского  
охлаждения (средний плейстоцен)



Пример  
кристаллической  
решётки слоистого  
силиката каолинита



# Формирование глинистых пород

## Морское и континентальное осадконакопление – два основных источника глинистых пород





# Обстановки формирования глинистых отложений.

Различные генетические типы континентальных четвертичных отложений

Элювиальные  
суглинки (кора  
выветривания)  
Динарские горы,  
Черногория



Эоловые лессы  
Арабские Эмираты



Аллювиальные  
суглинки  
Тянь-Шань



Молассовые  
пролювиальные  
суглинки  
Тянь-Шань

Фото А.Клочко

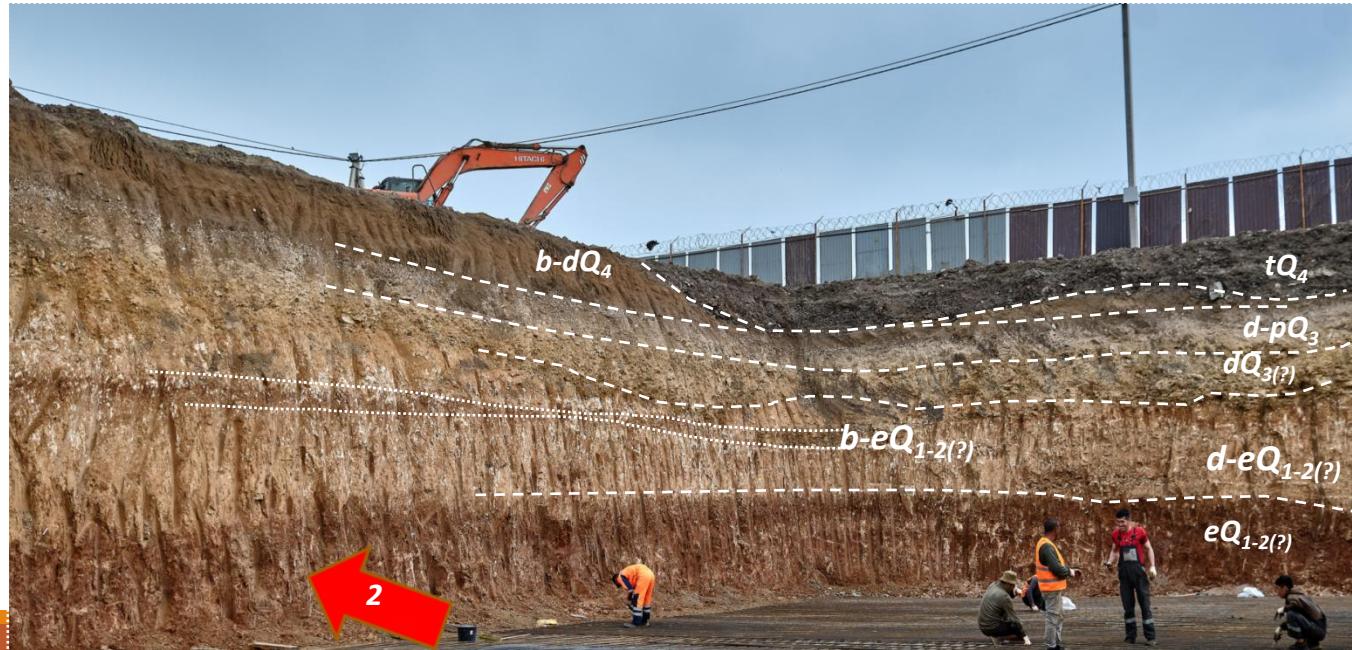
## Фрагмент древней погребенной коры выветривания



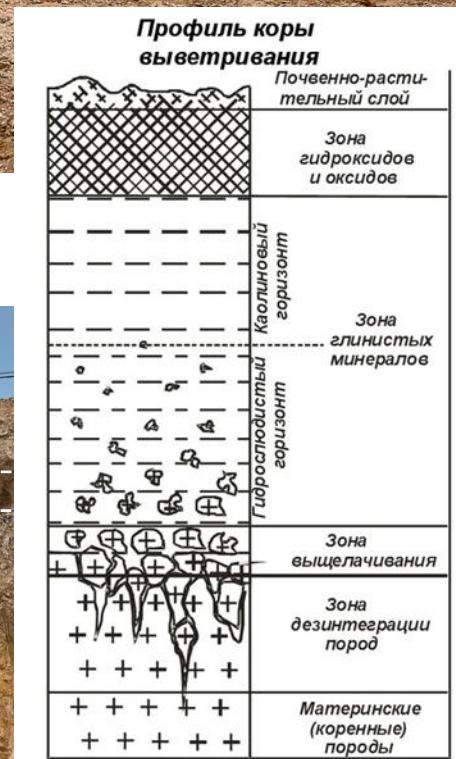
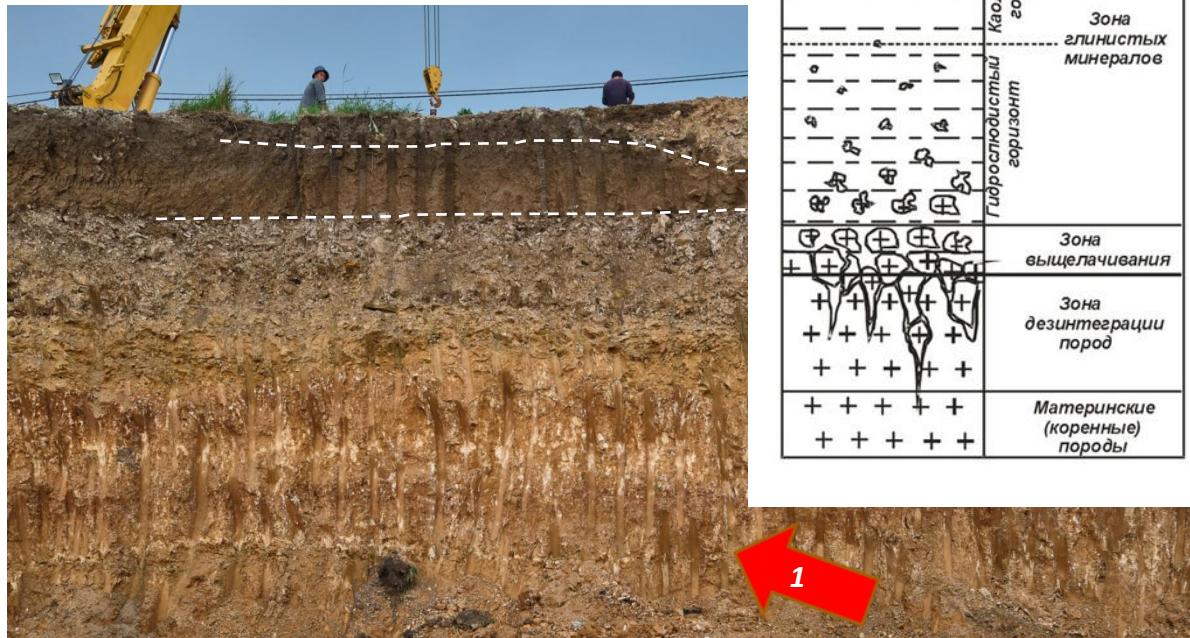
Фрагмент (эрзационный останец) **древней** (неоген-раннечетвертичной?) погребенной (под чехлом четвертичных пролювиально-делювиальных и техногенных отложений) **коры выветривания**, сформированной на пологих склонах, сложенных эоценовым и верхнемеловым флишем.

**Возможно** – качественное сырье для античного керамического производства

**Выходы на поверхность** – пока не известны, возможно – скрыты под современной застройкой



## Фрагмент древней погребенной коры выветривания



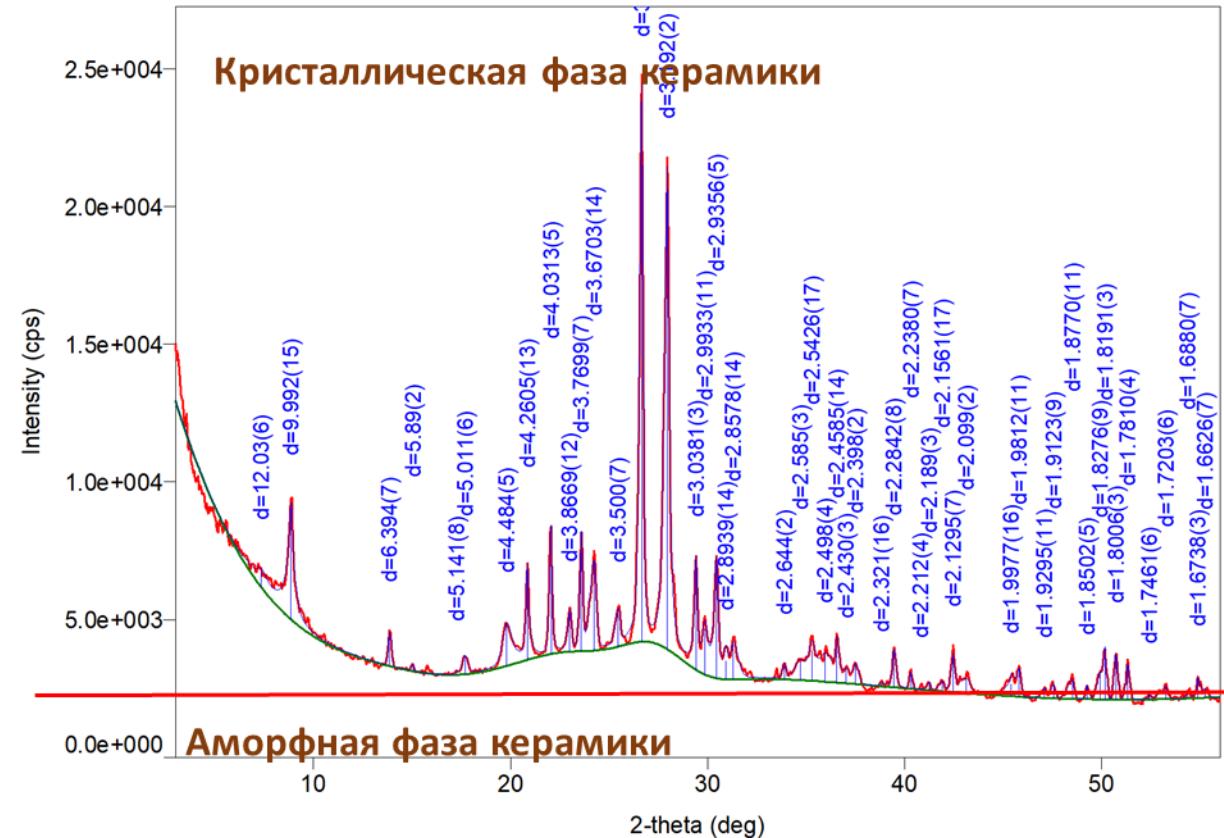
# Комплексное изучение минерального состава керамики



Микроскопическое изучение керамики в прозрачных шлифах на поляризационном петрографическом микроскопе.



Валовый минеральный состав керамики определялся методом фазового рентгеноструктурного анализа (RFSA)



# Минеральный состав неолитической керамики

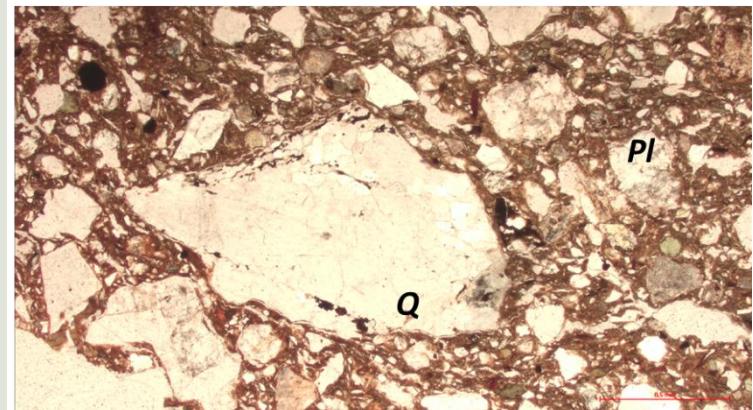
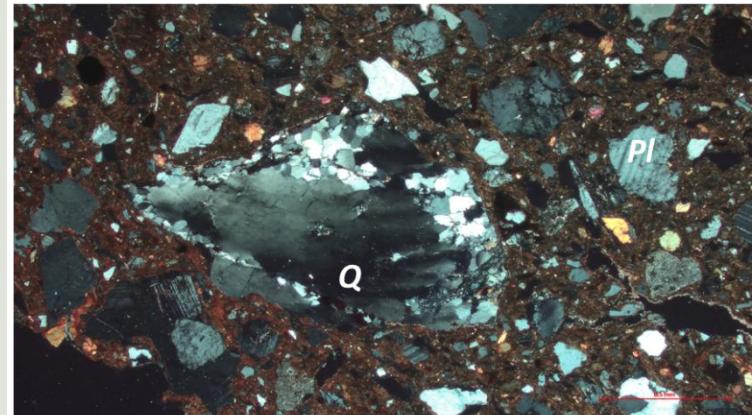


По облику (структурно-текстурным признакам) керамика соответствует кварц-силикатной обломочной породе, «литифицированной» (преобразованной из рыхлых терригенных обломочных отложений в керамику) в результате минеральных преобразований исходно глинистого матрикса формовочной массы при термическом обжиге.

## Компоненты керамического материала

- **Кластика** – крупные обломки грубо-крупно песчаной размерности, обычно – петрокласти (полиминеральные обломки магматических и метаморфических горных пород), редко – литокласти – обломки осадочных пород.
- **Наполнитель** – обломки преимущественно мелкопесчаной размерности, кристаллокласти – обломки минералов (мономинеральные).
- **Матрикс** – «цемент», связующая масса, формируется при «спекании» глинистой формовочной массы – преобразовании глинистых минералов в агрегат (парагенез) слюды мусковита и окислов железа. Достаточно разнообразный минералогический и петрографический состав кластики керамики ...

25-15-2



Характеристика состава керамики выполнена в соответствии с подходами к типизации и описанию терригенных обломочных горных пород (Недоливко, Ежова, 2012; Платонов, Тугаров, 2017; Шванов и др., 1987), принятых в литологии и седиментологии (Фролов, 1992, 1993, 1995).

# Основные факторы формирования минерального состава керамики: состав магматических пород «питающей провинции» и его преобразование при обжиге



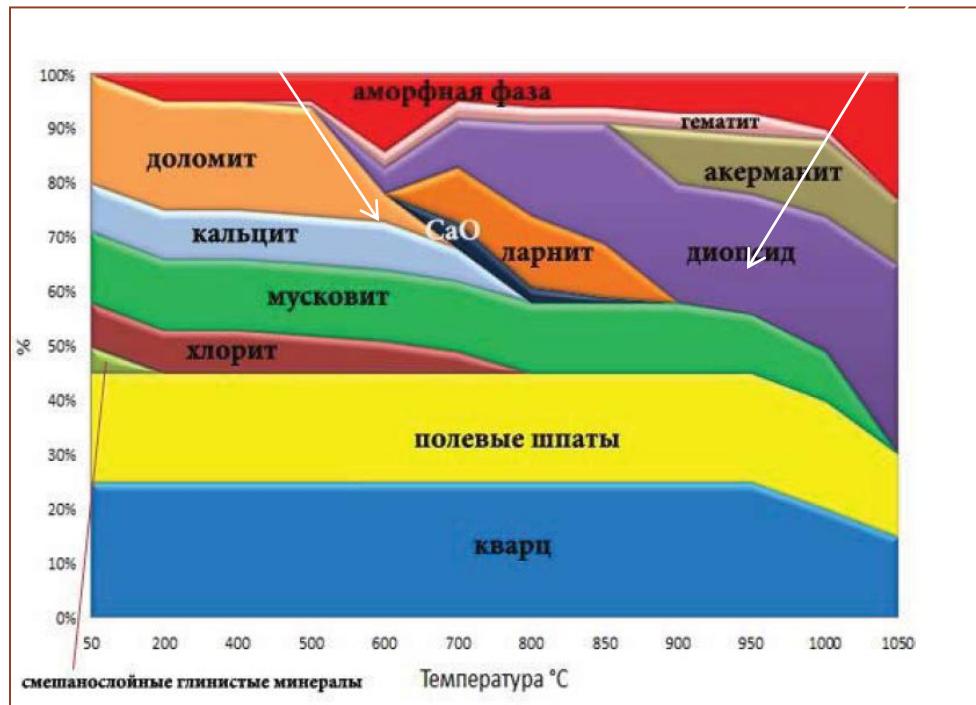
Принципиальная схема минерального состава основных  
типов магматических горных пород





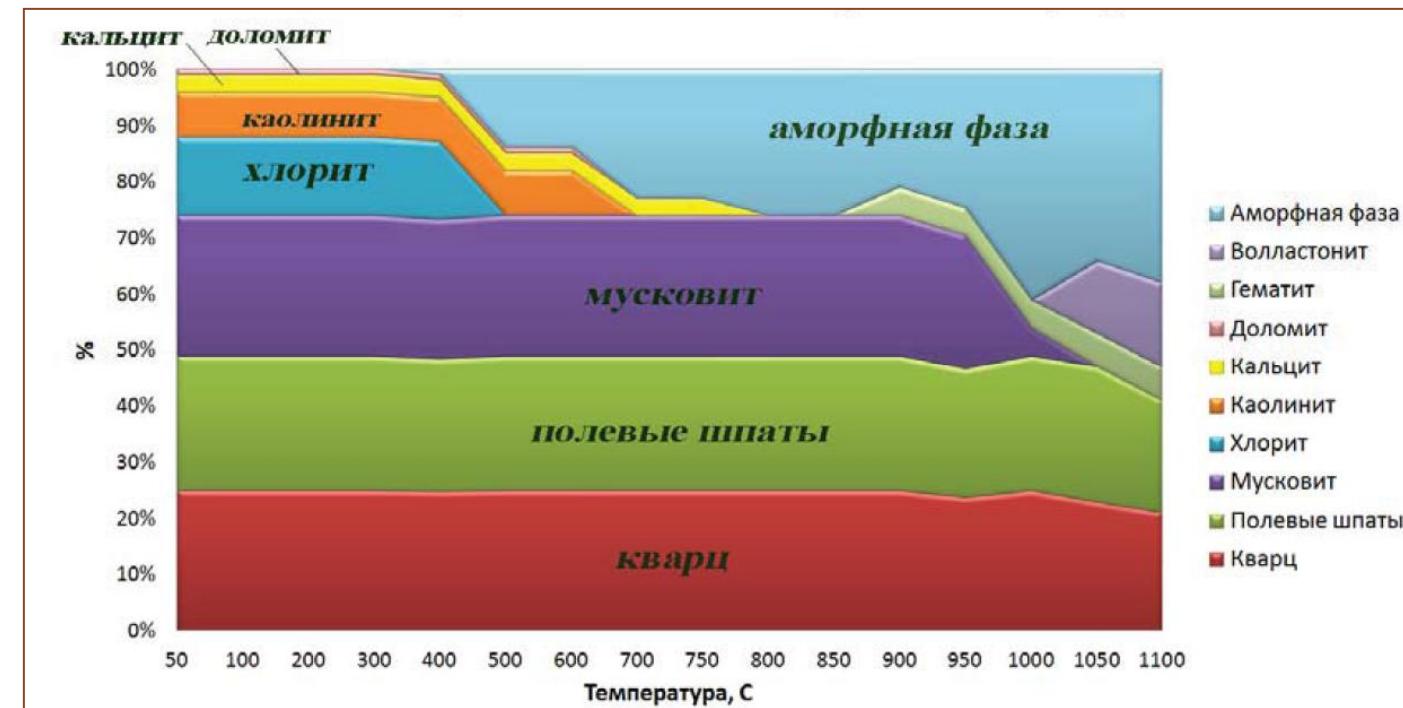
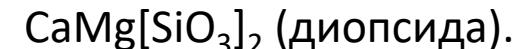
# Типовые преобразования минеральной фазы при обжиге глин

## Существенно карбонатные глины



Диопсид-брекит –  
плагиоклаз-кварцевая  
керамика

## Силикатные низкокарбонатные глины



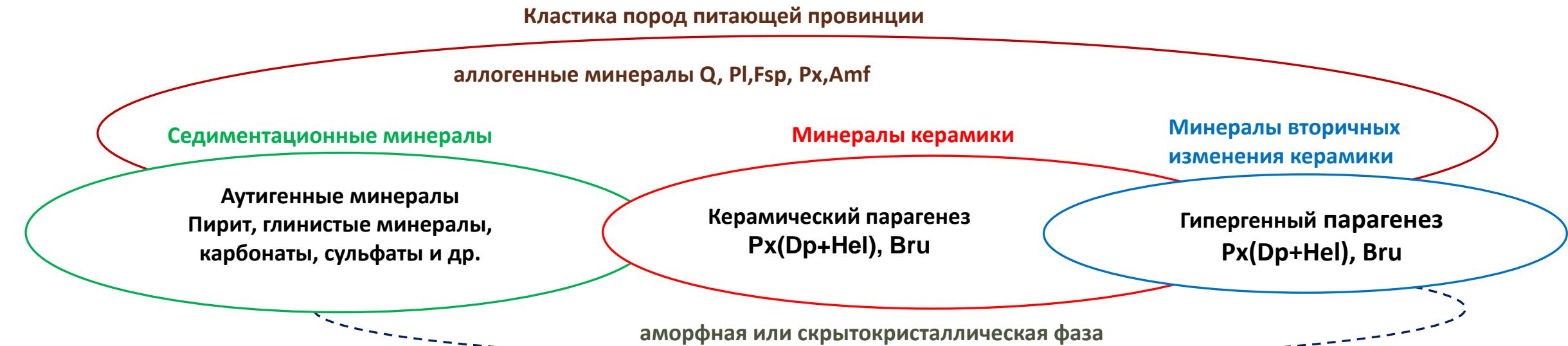
Кварц- полевошпатовая  
керамика



# Основные группы минералов древней керамики

Древняя керамика – сложный полиминеральный многокомпонентный и многофазовый материал.

Фазы керамики: минеральная кристаллическая (80-95%) и аморфная или скрытокристаллическая (5-20%)



Q-кварц  
Pl-плагиоклазы  
Fsp – калиевые полевые шпаты  
Pl – плагиоклазы  
Ms - мусковит  
Px- пироксены  
Dp – диопсид  
Amf-амфиболовы  
Pr - пирит  
Hh – гетит  
Bru - брукит

Quartz + plagioclase + k-feldspar + illit + **diopsid** + **hematit** + calcite

Quartz + plagioclase + **diopsid** + **hematit** + calcite



# Структура регионально-геологического подхода к определению областей вероятного производства античной керамики



## Минералы керамики – индикаторы исходных комплексов пород

Основные минералы неолитической керамики («породообразующие»): форма нахождения, диагностические признаки, распространённость и отличительные особенности.

- **Кварц** – наиболее распространенный минерал, наблюдающийся в разнообразных формах нахождения: в составе обломков горных пород (гранита, гнейса, риолита), жильного кварца, кварцита (?) или мономиктового песчаника (?). Кристаллолисты кварца остроугольные, а окатанные зерны – возможно, являются материалом эолового (ветрового) разноса.
- **Плагиоклазы** – зерна с характерным полисинтетическим двойникованием, в различной степени измененные (серицитизированные).
- **Калиевый полевой шпат** – измененные выветрелые зерна. Количество КПШ в керамике, в целом, несколько большее, чем по данным РФА, что, вероятно, связано с сильным выветриванием КПШ и проблемным ее разделение от плагиоклазов по дифракционным данным (!?).
- **Биотит** – наиболее распространенный темноцветный минерал. Уверенно диагностируется по комплексу признаков (цвет, спайность, форма зерен и др.).
- **Амфибол** – обломочные зерна, в различной степени выветрелые или идиоморфные кристаллы (чаще в обломках вместе с плагиоклазом), нередко – с характерными двумя направлениями спайности.
- **Хлорит** – диагностирован главным образом в грубой керамике в виде крупных (более 0,5 мм) сильно выветрелых зерен волокнистых и шестоватых кристаллов. По Р
- **Кальцит**  $\text{CaCO}_3$  – описан в двух формах нахождения – как «накипь» и как кластика .
- **Пироксен** – акцессорный минерал (не диагностирован РФА), идиоморфные кристаллы (в карбонатите), мелкие обломки и мелкокристаллические агрегаты (обломки пироксенита).
- **Оливин** – единичные мелкие зерна, измененные, но выделяющиеся цветом и рельефом. Минерал из ультраосновных пород Офиолитового комплекса Ониба. Оливин – наименее устойчивый к транспортировке и разрушению в корах выветривания минерал (!!!) Его сохранность в глине - индикатор крайне незначительного переноса и «местного» происхождения кластики.
- **Тальк** – вторичный минерал гидротермального изменения ультраосновных пород. Вместе с оливином указывают на присутствие в районе формирования керамического сырья магматических пород ультраосновного состава.

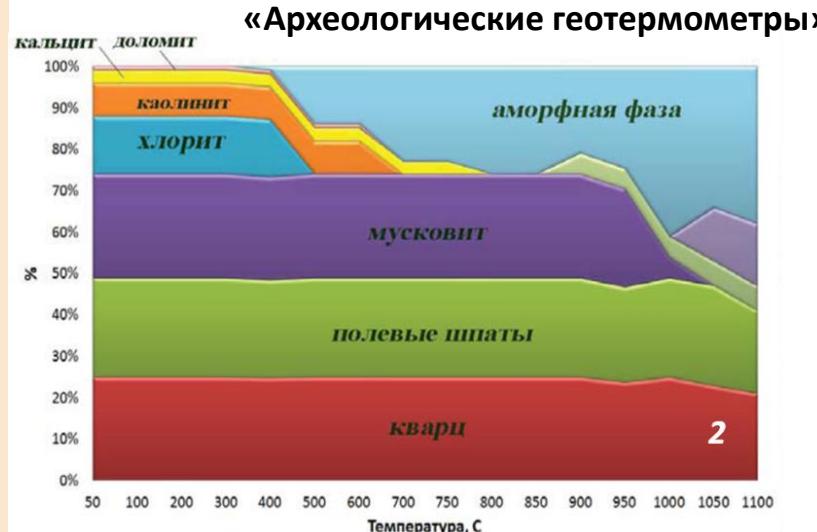
# Минералогические индикаторы температурных условий производства неолитической керамики.



обособляются типы как достаточно высокотемпературной керамики (с муллитом), так и керамики низкотемпературного обжига (с сохранением глинистых минералов)

- Термическое изменение и *разрушение слюды (биотита)*.
- *Сохранение смектита* рассматривается как **признак низкой температуры обжига**, менее вероятно (?) – загрязнение в почве или диагенетические изменения керамики. Отмечен в единичных образцах всех групп керамики, кроме слюдистой. Разрушение смектита начинается при температуре более  $600^0\text{C}$  и полностью он разлагается (в мусковит или аморфную фазу) при  $T^0$  выше  $800^0\text{C}$ .
- *Образование муллита*. Минерал, не самый распространенный в керамике неолита, так как образуется при  $T^0$  более  $900^0\text{-}950^0\text{C}$  при обжиге каолинитовой (каолинит содержащей глины). Находится в неупорядоченной микрокристаллической форме в аморфной фазе керамики, диагностируется только РФА. Встречен в 4 обр., 3 из них – отнесены к типу «Слюдистой» керамике.
- Крупные обломки кварца с каймой *термического расстескивания*, результат фазового перехода  $\alpha$ -кварца в  $\beta$ -кварц при **температуре  $573^{\circ}\text{C}$** .
- Признаки «плавления» обломков кварца алевритовой размерности, перехода а аморфную форму в результате обжига.

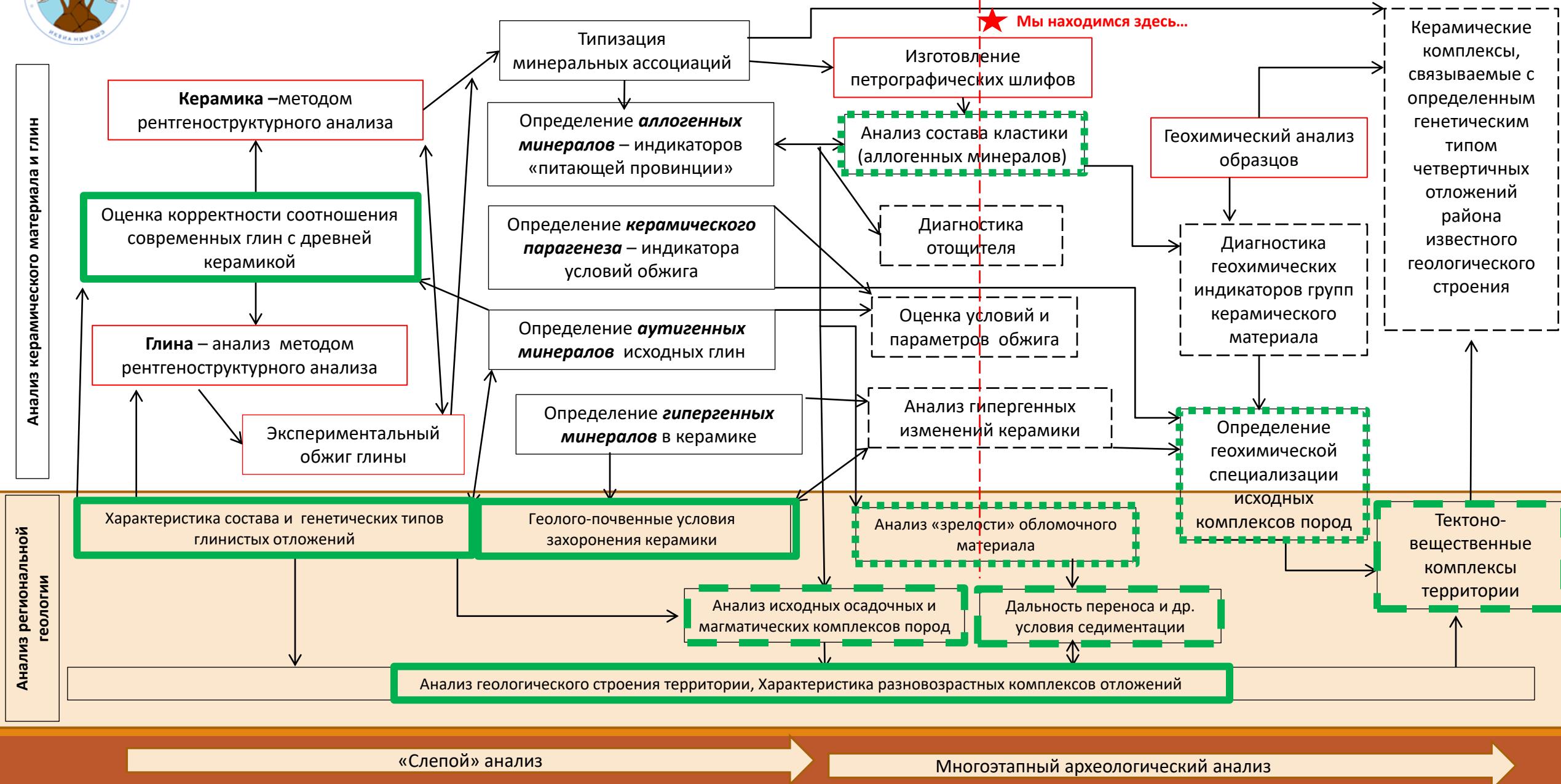
Типовые преобразования минеральной фазы глин при обжиге силикатных низкокарбонатных глин.  
(Салахов, 2016).

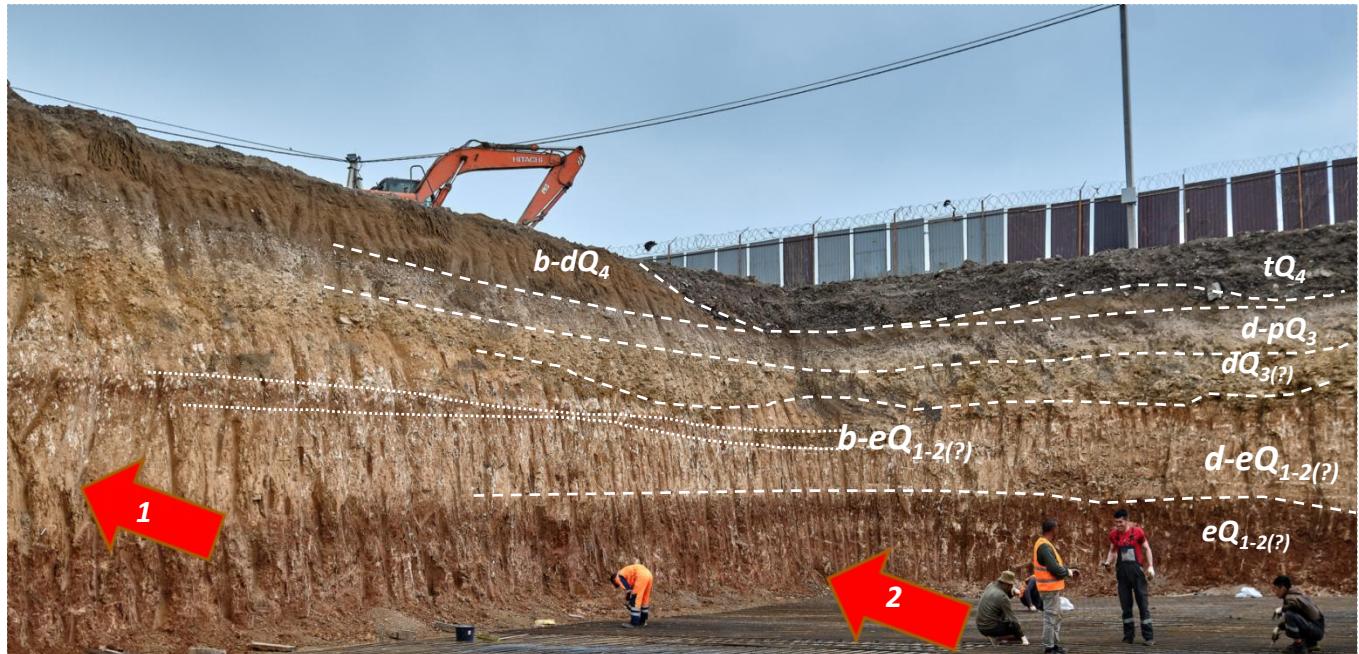




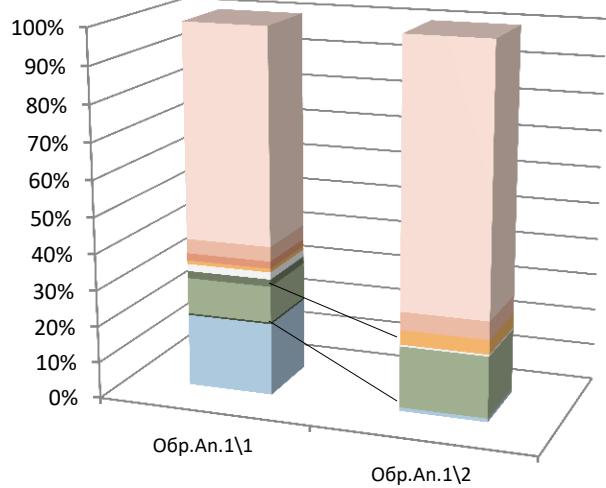
# Схема рабочего процесса (workflow) локализации археологического керамического материала

*Составлено А.Клочко*

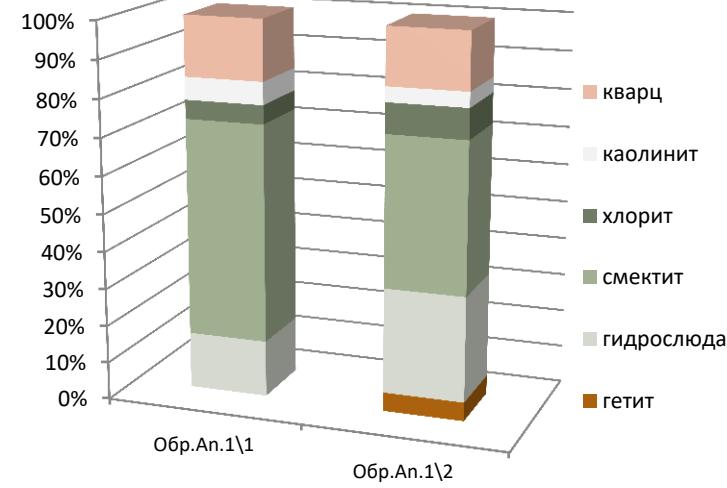




Минеральный состав  
кристаллической фазы глин



Минеральный состав  
глинистой фракции



$eQ_{1-2(?)}$

# Источник вулканического вещества («скрытой пирокластики») в глинах (и керамике ?)

Останец погребенной древней коры выветривания -  
делювиально-элювиальные раннечетвертичные (?) отложения.  
Поверхность эрозионно-денудационного рельефа пос. Су-Псех.



Полигенные (пролювиально-элювиальные (?))  
отложения



Признаки «транслирования» в глины материала из пирокластических толщ (анапская свита, эоцен)  
– минералы цеолит и амфибол (роговая обманка).

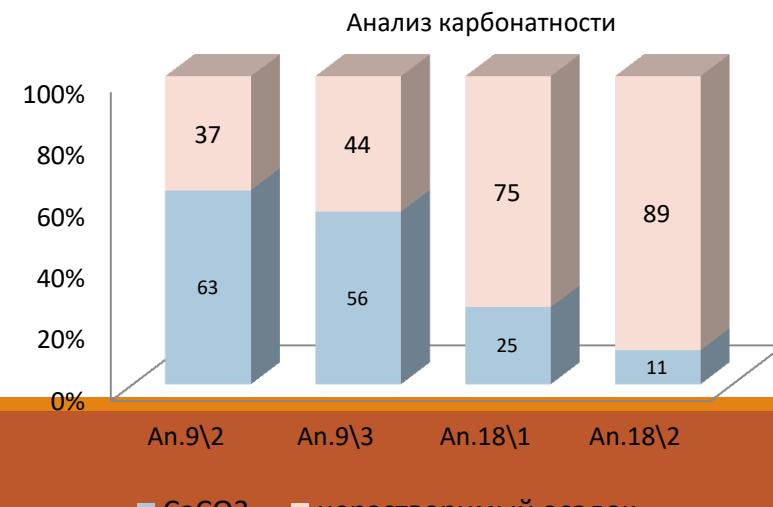
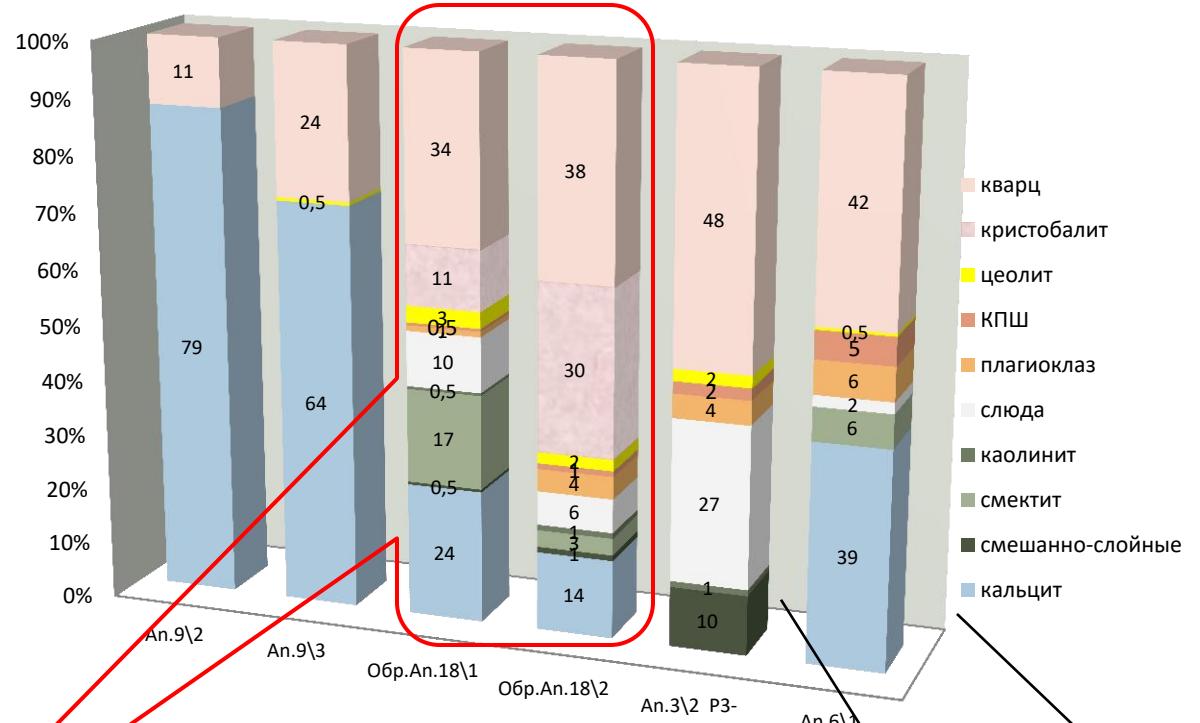
№ обр.	гидро- слюда	Глинистая фракция. Результаты рентгенофазового анализа.									
		смектит	хлорит	каолинит	неолит	кварц	КПШ	плагиоклаз	кальцит	гётит	
An 1-1a	15	58	5	6	0	16	0	0	0	0	100
An 1-2	28	40	8	4	0	15	0	0	0	5	100
An 2	44	33	0	11	0	12	0	0	0	0	100
An 3-2	15	68	4	7	6	0	0	0	0	0	100
An 5-1	5	68	9	10	0	6	0	0	2	0	100
An 6-1	16	72	0	3	2	4	0	3	0	0	100
An 7-1	33	41	8	9	0	6	0	0	3	0	100
An 8-2	26	46	2	8	6	8	1	1	0	0	100
An 10-1	11	61	2	10	0	14	0	0	2	0	100
An 10-2	22	17	4	14	0	12	0	0	31	0	100
An 10-3	30	43	2	11	0	10	0	0	0	4	100
An 12	9	10	следы	3	0	6	0	0	72	0	100
An 17-1	19	73	1	4	0	3	0	0	0	0	100
Xp-1	64	15	0	16	0	4	0	0	0	1	100

№ обр.	слюд а- смект	смек	хлор	каоли	неоли	кристо балит	смек	КПШ	плагио	роговая обманка	СРх	кальцит
1 An 1-1a	1	следы	10	2	2	0	0	59	4	2	0	0
2 An 1-2	4	0	17	0	следы	0	0	73	5	0	0	1
3 An 2	6	следы	следы	1	0	0	0	23	следы	следы	0	70
4 An 3-2	27	10	0	2	5	2	0	48	2	4	0	0
5 An 5-1	7	3	3	7	5	следы	0	25	1	3	0	44
6 An 6-1	2	0	6	0	следы	следы	0	48	5	6	0	33
7 An 7-1	3	0	11	1	2	0	0	73	4	4	0	2
8 An 8-2	33	2	2	0	6	0	0	23	7	1	0	24
9 Ab 9-2	6	следы	3	0	5	0	0	17	следы	1	0	70
10 An 9-3	8	0	следы	1	следы	следы	0	26	2	4	0	55
11 An 10-1	7	следы	10	1	3	0	0	30	следы	3	1	45
12 An 10-2	9	1	4	1	2	0	0	29	4	2	следы	0
13 An 10-3	5	1	4	следы	1	следы	0	23	1	3	0	61
14 An 12	4	1	4	следы	3	0	0	30	1	4	0	53
15 An 17-1	1	0	0	0	0	0	0	86	6	2	0	5
16 An 18-1	10	0	17	0	следы	следы	11	34	следы	1	0	24
17 An 18-2	6	1	3	0	1	2	30	38	1	4	0	14
18 Xp 1	5	1	4	5	1	0	0	46	2	8	1	27



Фото А.Клочко

Минеральный состав  
кристаллической фазы дочетвертичных пород



## Материалы экспериментального керамического обжига



A1 - светложгущаяся. "проявление" рыжизны = лимонад аморфный, но мало. предсказуемо.

A2 - между бело- и светложгущимися, удивил - думала, будет как A1, к тому же Аня говорила, что там гётит. Рядышком лежали? А разные. В работе идеальны, я писала.

A3 Начальная литификация, да. В работе проблемна, понятно как готовить, но геморрой.

A4 - светложгущаяся, предсказуемо. Правда, я думала что чуть покраснее будет. Но нет. По свойствам - как A3. На фото с телефона видны микротрешины на обоих,

A3 и A4: готовить для использования их надо больше, чем сутки)

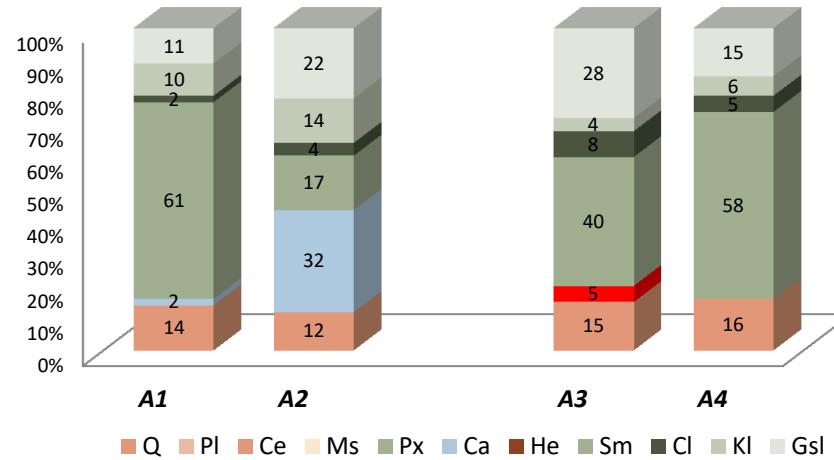
Рис... Материалы экспериментального керамического обжига глин, отобранных в окрестностях г.Анап (два генетических типов отложений и четыре литологические разности глин). Вверху – образцы глин до обжига В центре – образцы полученной при 950<sup>0</sup> керамики сразу после обжига и не следующий день (внизу).

Полигенные пролювиально-озерные глины: **A1** и **A2**.

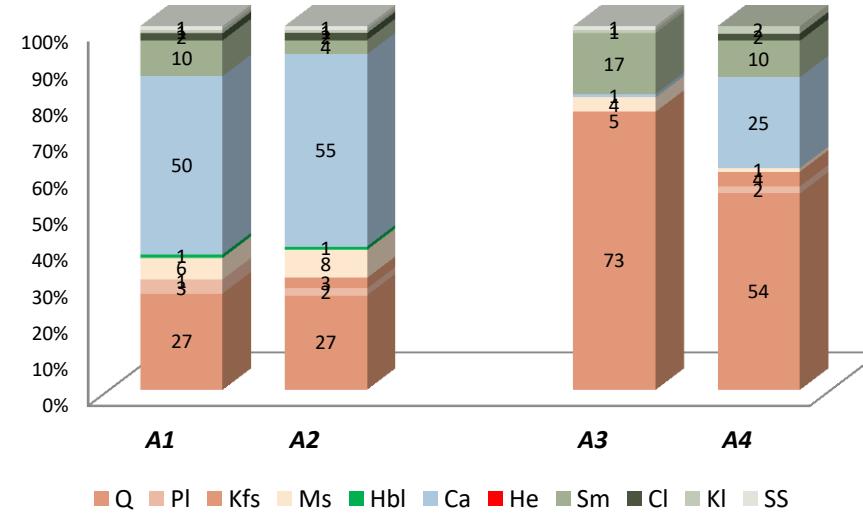
Глины коры выветривания (элювиальные): **A3** и **A4** (*обр.1.2, и обр.1.1., Таблица....*)



Минеральный состав глин (пелитовая фракция),  
использованных для экспериментального обжига



Минеральный состав глин (валовый состав),  
использованных для экспериментального обжига



Минеральный состав экспериментальной керамики

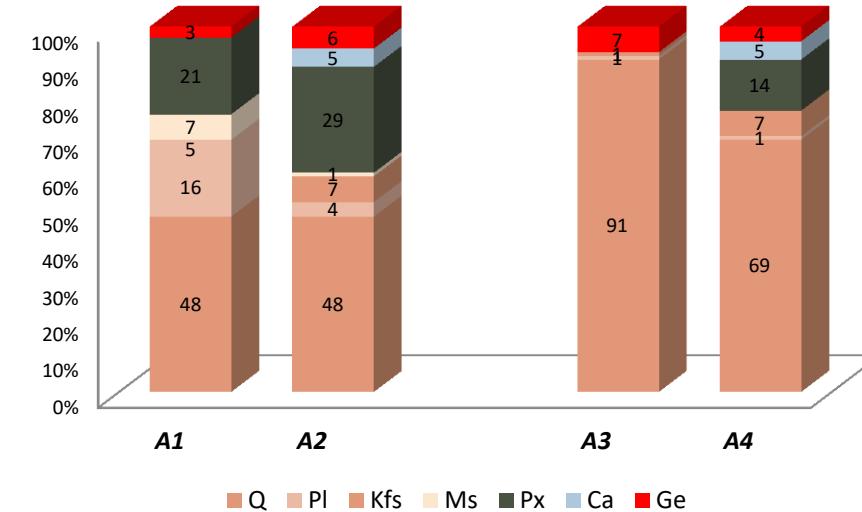


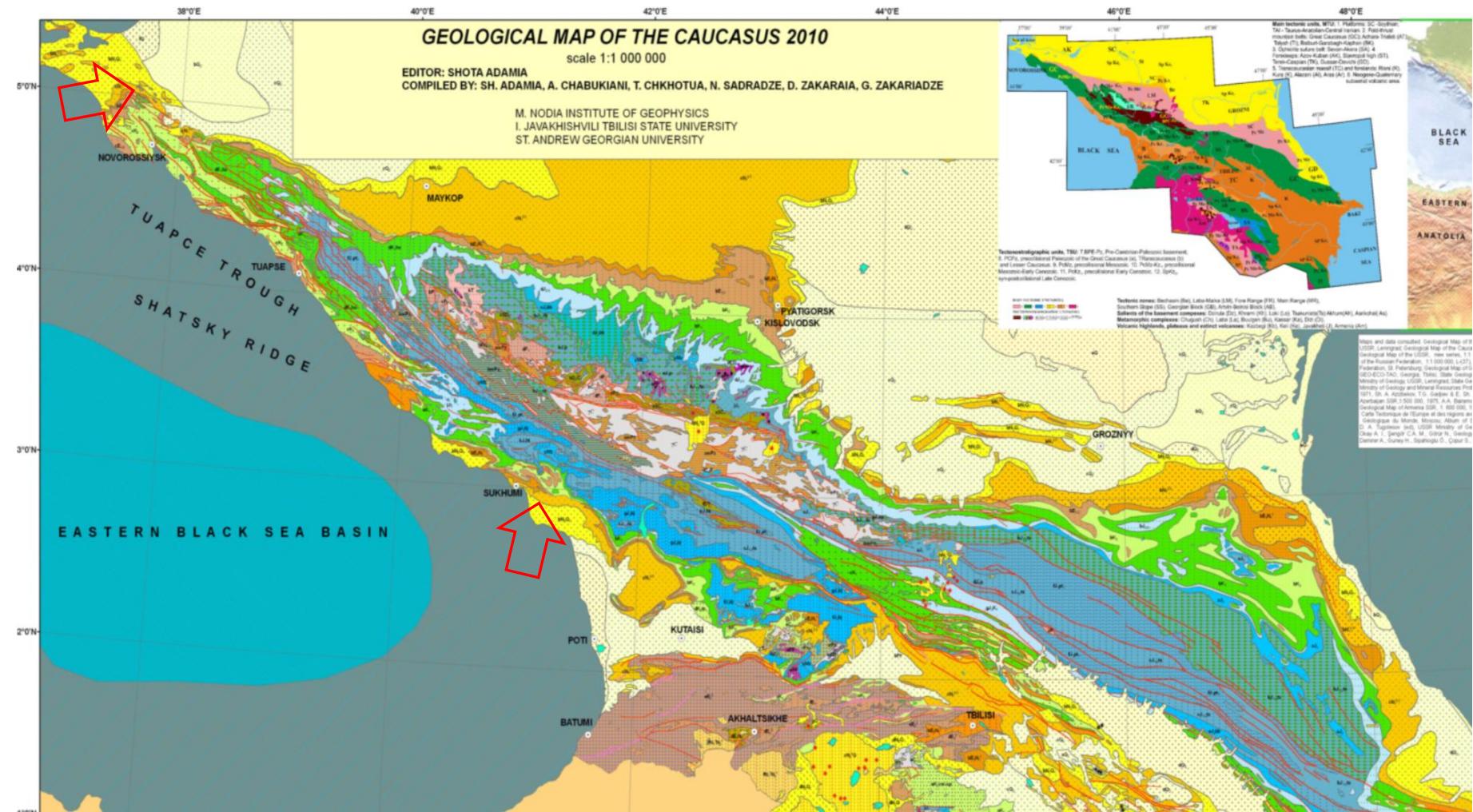
Рис... Минеральный состав глин (...) и полученной из них керамики экспериментального обжига (...)

\*значения содержания минерала на грани чувствительности метода (сл.) для отображения на диаграммах округлены до 1%.

# Геологические обстановки формирования глинистого сырья.



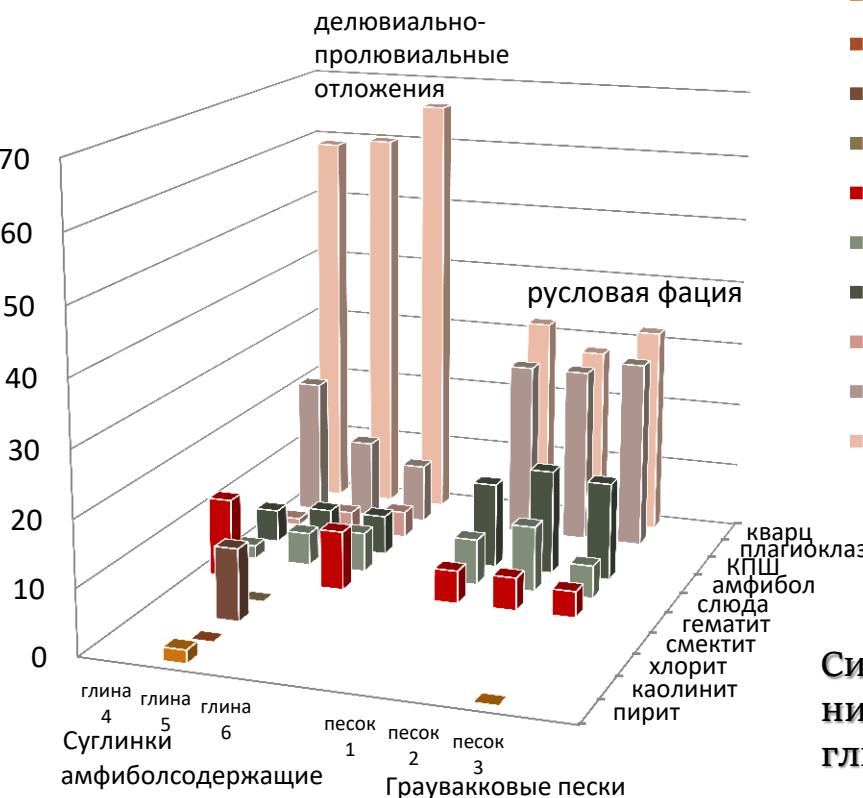
Принципиальные  
различия в тектонической  
позиции и  
геодинамических режимах  
между соседними  
регионами нахождения  
комплексов античной  
амфорной тары





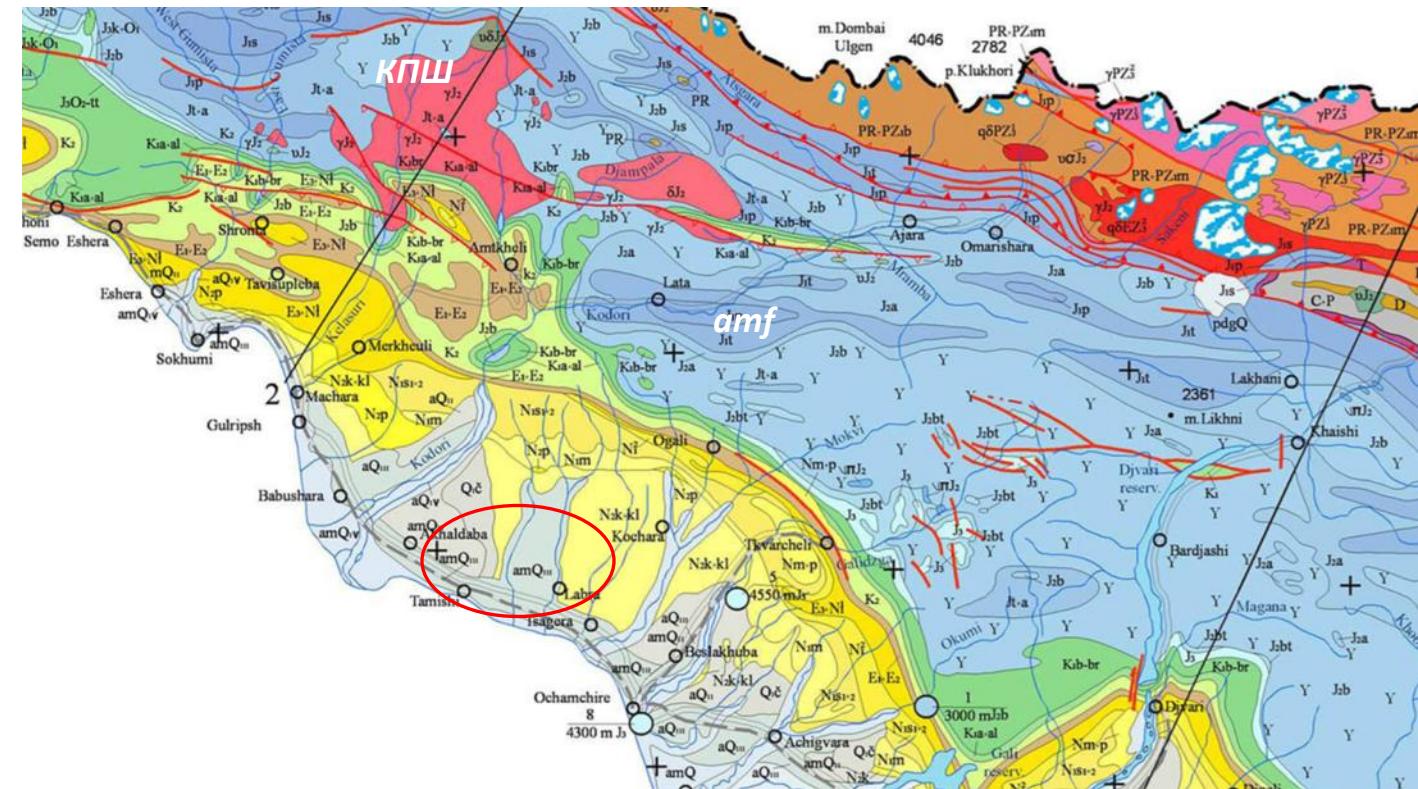
# Глинистые отложения бассейна р.Кодори – источник керамического сырья коричневоглиняной керамики

Минеральный состав кристаллической фазы разных генетических типов рыхлых четвертичных отложений



Силикатные  
низкокарбонатные  
глины

Фрагмент геологической карты Юго-Западного Кавказа



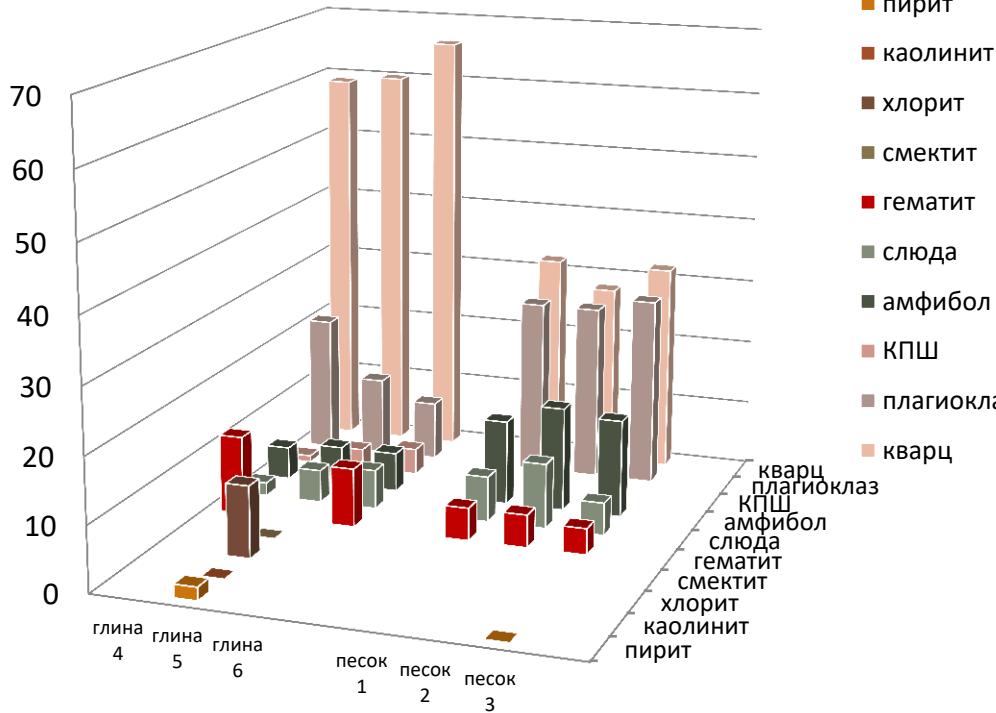
Зона делювиально-пролювиальный шлейфов на высоких морских террасах



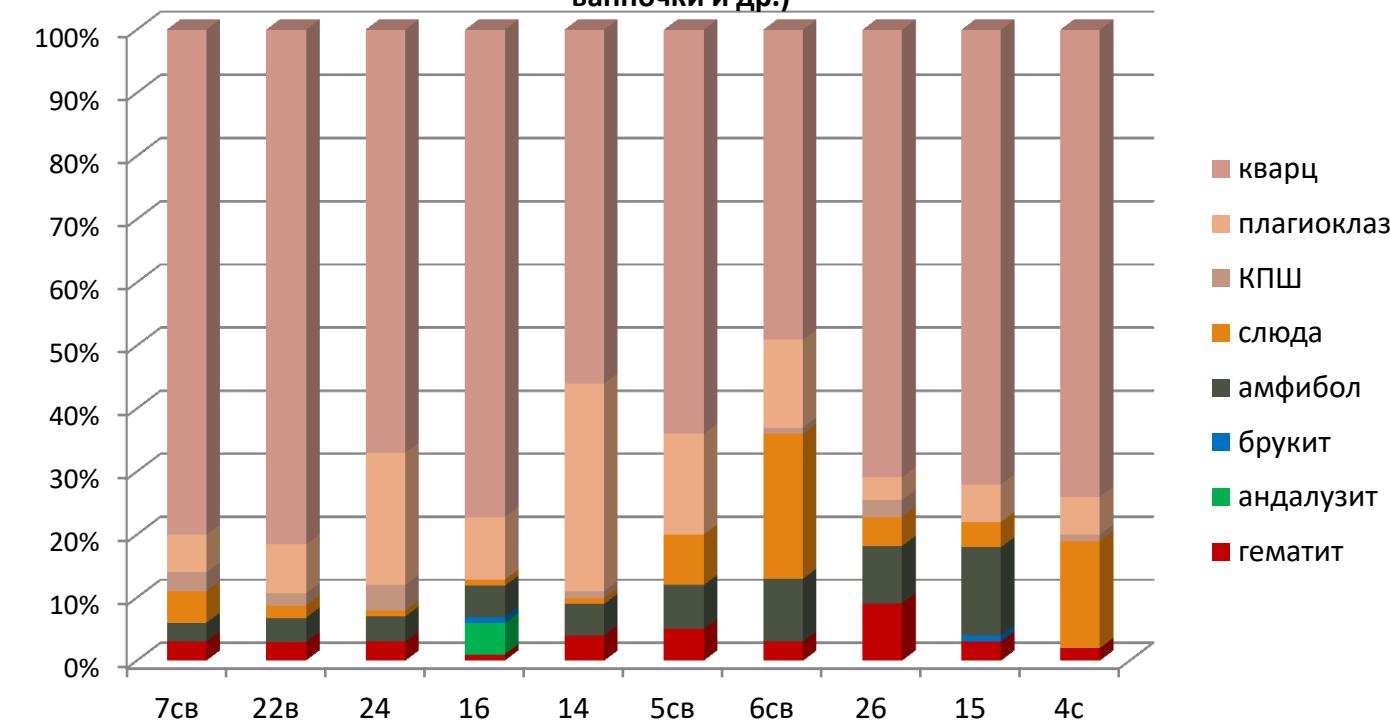
# Соотношение составов коричневоглиняной керамики Колхиды и глинистых отложений бассеина р.Кодори

## Минералогические особенности набора «глина – керамика»

- Глина – силикатная безкарбонатная
- Керамика – брукит-амфиболовая силикатная, железистая.
- Типоморфный минерал – **амфибол** (роговая обманка)
- Минерал **пироксен** не диагностирован ни в керамике, ни в осадочных отложениях
- Полное разрушение глинистых минералов (**хлорит, смектит, каолинит**) в керамике (более 750<sup>0</sup>)
- Существенное, но неравномерное ожелезнение (**гематит**) керамики.
- Керамический парагенез – **брекит, андалузит, гематит**.
- Признаки разрушения **КПШ** (около 950<sup>0</sup>)
- Сульфидная минерализация (**пирит**)



## Минеральный состав кристаллической фазы образцов коричневоглиняной керамики разного типа (амфорная тара, ванночки и др.)

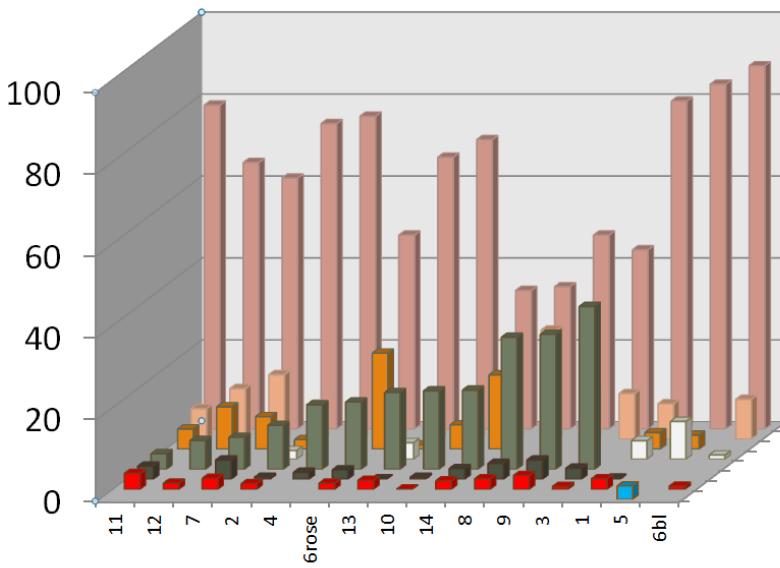




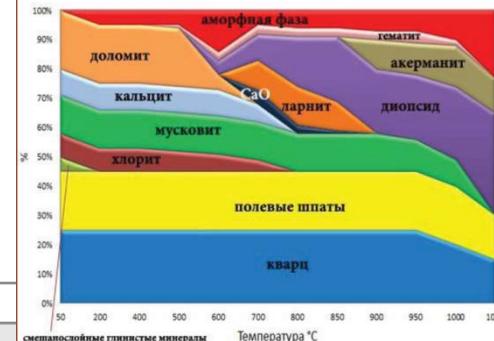
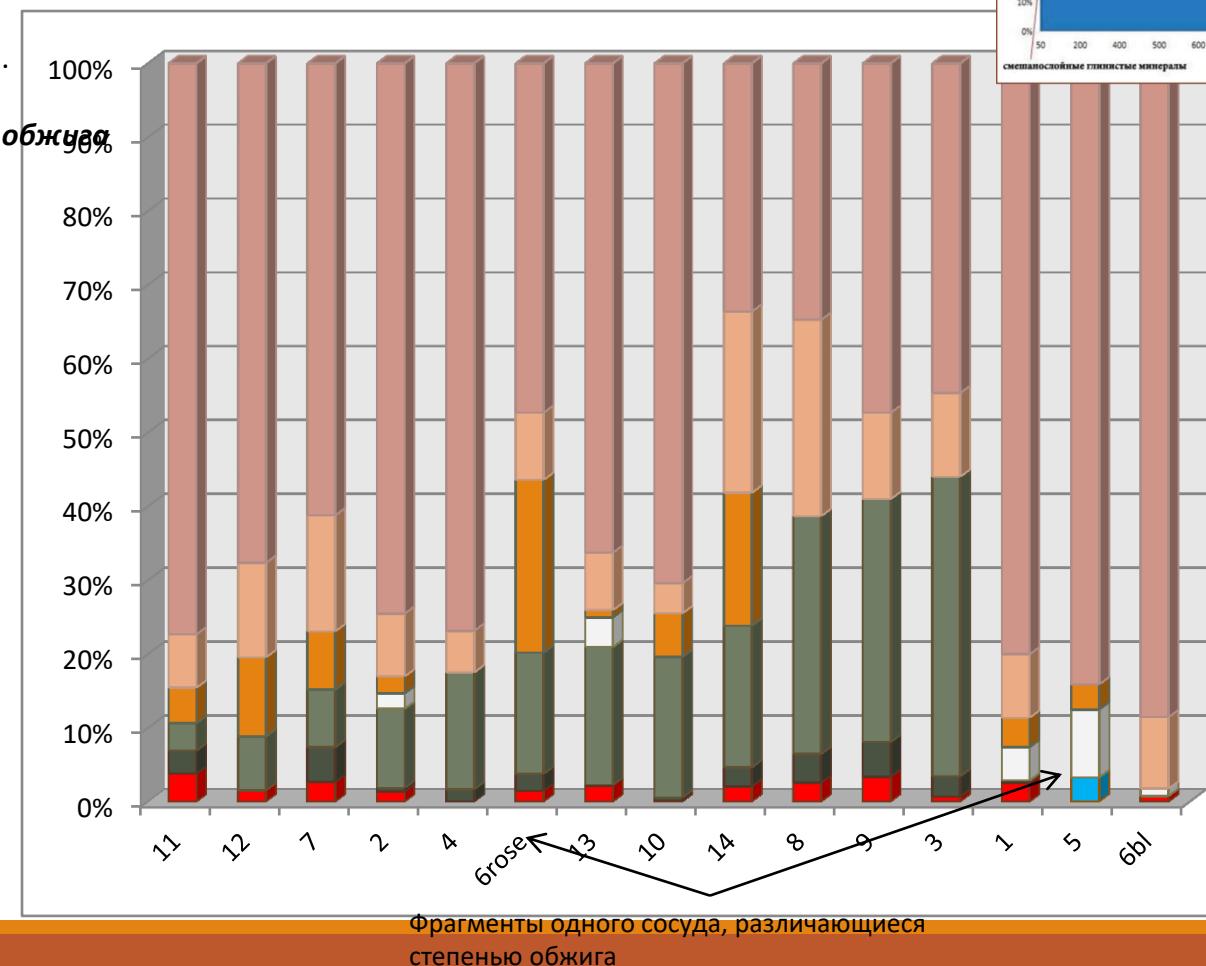
# Особенности состава коричневоглиняной керамики из Танаиса

## Минералогические особенности керамики

- Керамика – брукит-диопсидовая силикатная.
- Типоморфный минерал – **пироксен** (диопсид)
- Минерал **пироксен** не диагностирован в осадочных отложениях в ближайших локациях.
- Полное отсутствие глинистых минералов в керамике (более 750°)
- Незначительное неравномерное окжелезнение (**гематит**) керамики.
- Керамический парагенез – **пироксен (диопсид), брукит, гематит**.
- **Различия минеральных ассоциаций – результат неравномерного обжига**
- В целом, достаточно однородная (однотипная?) выборка керамики.
- Возможно выделение подвида с большим кол-вом КПШ.



## Минеральный состав коричневоглиняной керамики Горгиппии, Танаиса и Елизаветинского городища

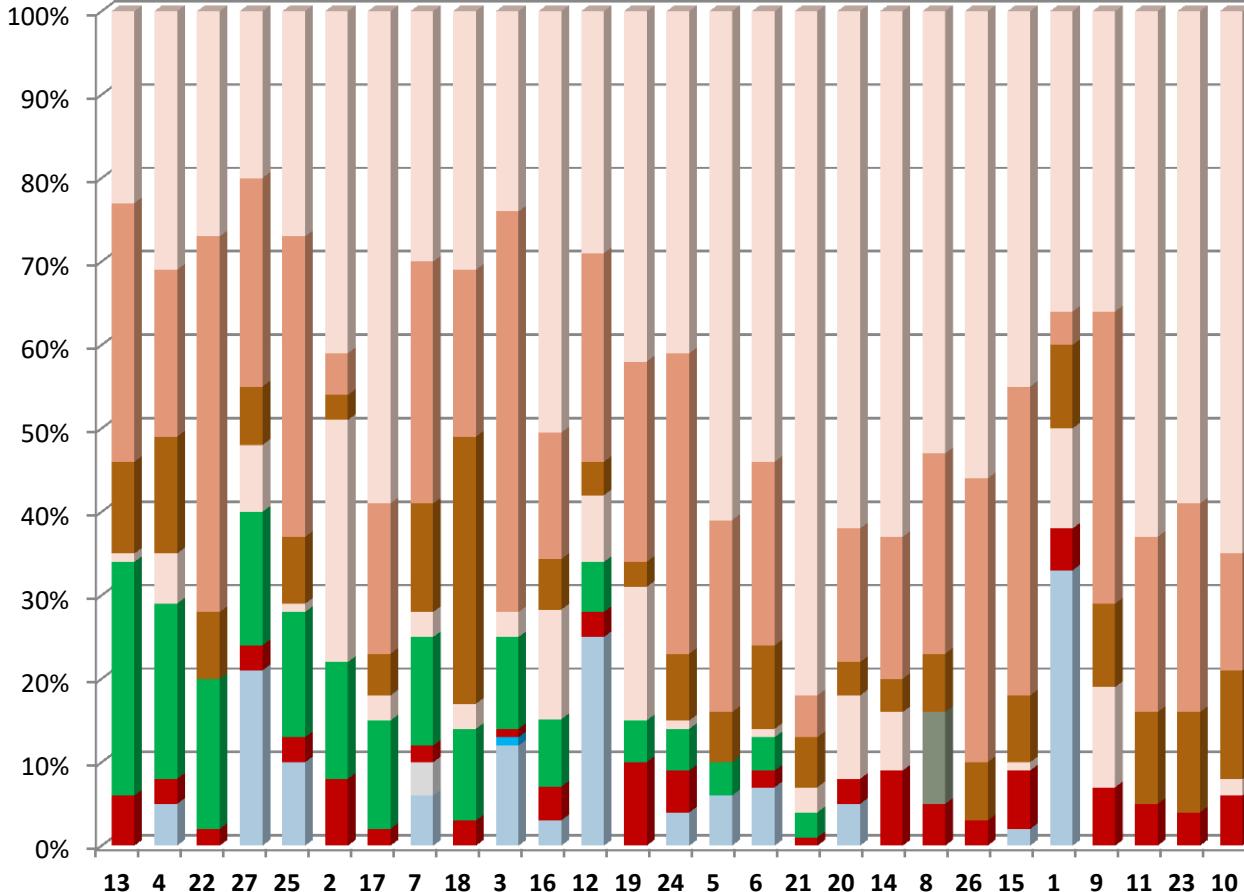


(Салахов и др., 2016)



# Особенности состава краснолакового керамического материала Танаиса

Минеральный состав кристаллической фазы краснолакового материала Танаиса

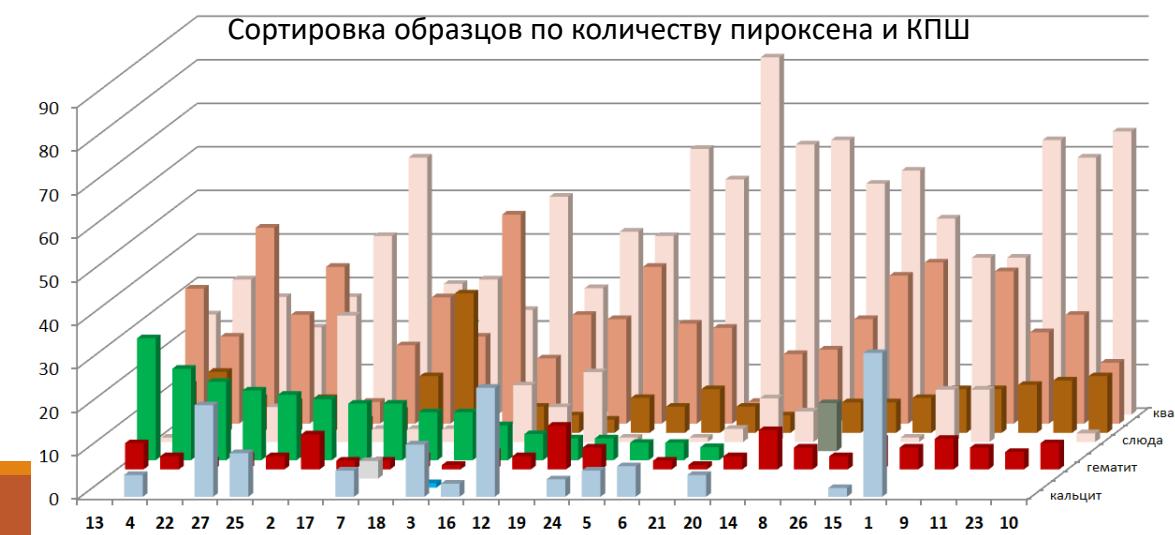


В выборке образцов керамики - признаки смешения нескольких групп, отличающихся соотношением основных генетических групп минералов в выборке образцов



## Рабочий вариант типизации керамики

- Пироксенсодержащая керамика
- Пироксенсодержащая керамика без КПШ
- Керамика без темноцветных минералов
- Керамика с пироксеном и амфиболом

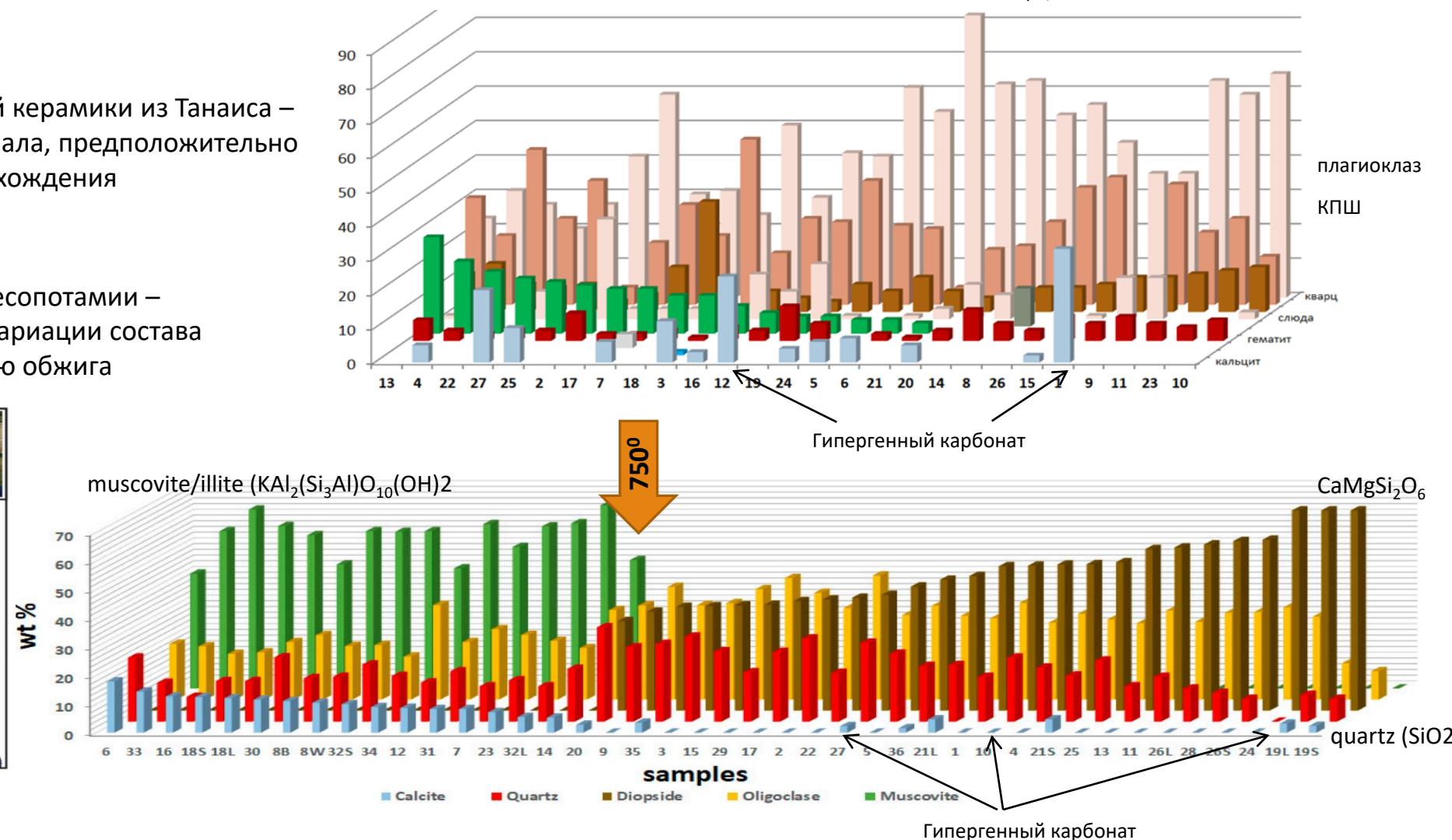
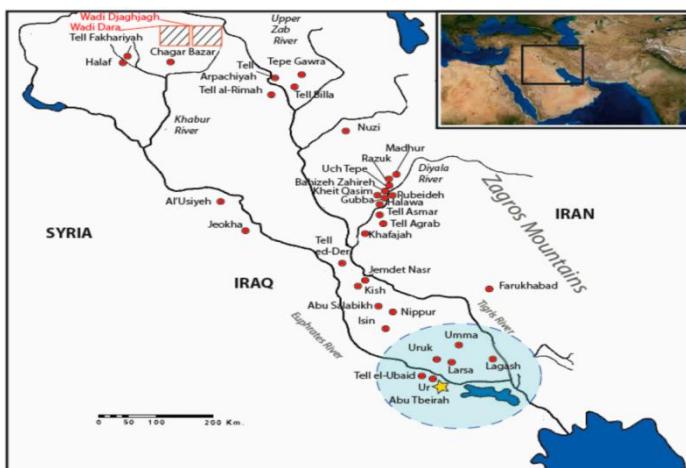




# Сравнение гистограмм распределения основных «керамообразующих» минералов в выборках разнородного и однородного археологического материала

Выборка краснолаковой керамики из Танаиса – несколько групп материала, предположительно разных регионов происхождения

Выборка керамики из Южной Месопотамии – материал из одного источника, вариации состава обусловлены различной степенью обжига



# Геологический анализ минерального состава неолитической керамики (пример подхода)

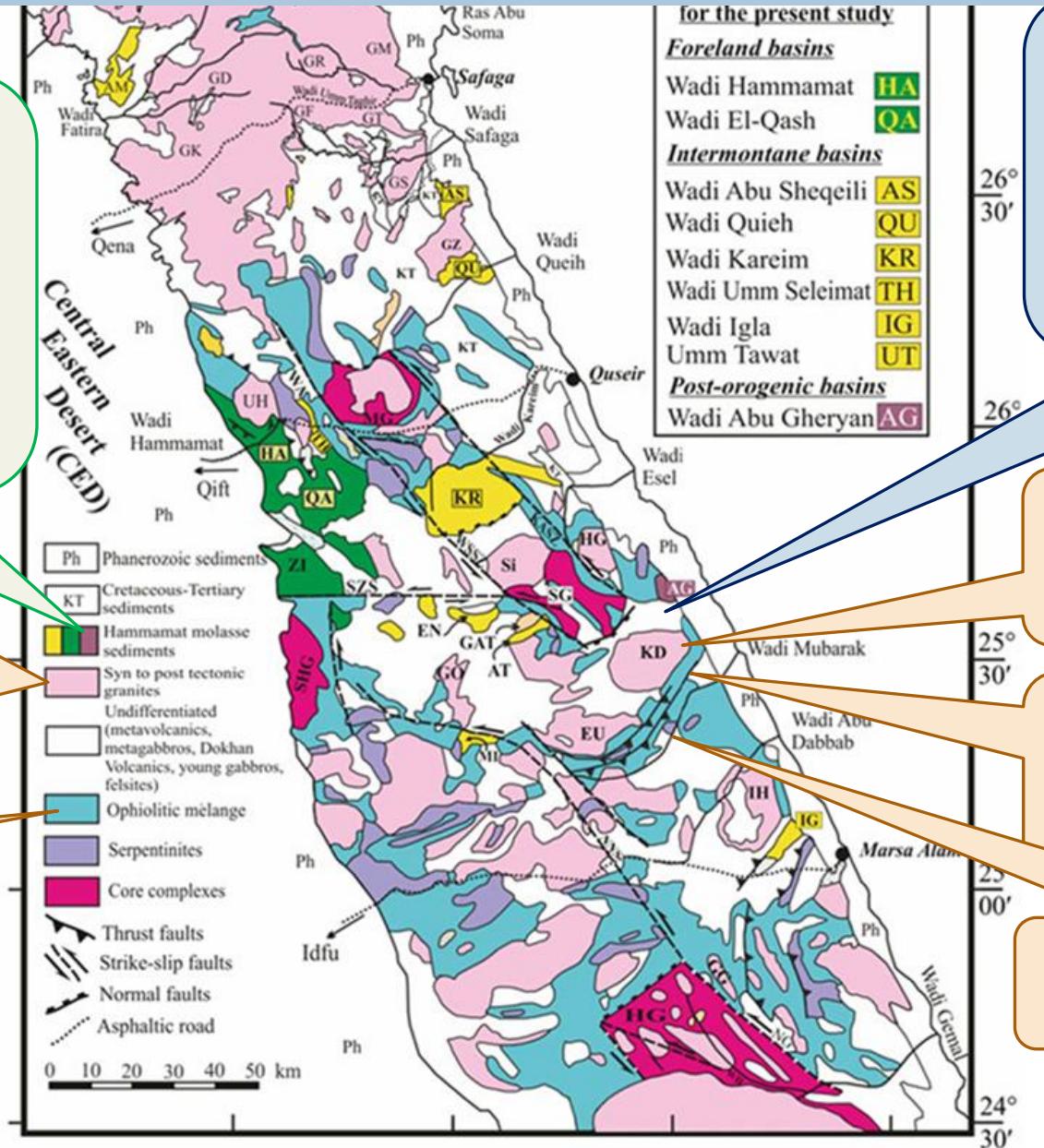


В составе кластической части керамики диагностирован материал трех основных комплексов пород: офиолитов, гнейсов и гранитов в различных соотношениях.

Диагностирован «локальный» керамический материал.

1. Керамика полевошпат-кварцевая (с калиевым полевым шпатом), содержащая темноцветный минерал амфибол, существенно слюдистая (с мусковитом). **Гнейсы+граниты (+офиолиты)**

2. Керамика кварц-полевошпатовая (без калиевого полевого шпата), с меньшим количеством амфиболя, слюдистая (мусковит) и относительно более железистая. **Офиолиты+ гнейсы**



Местные четвертичные отложения – результат выветривания пород как основного-ультраосновного состава (офиолиты?), так и кислого состава (граниты, гнейсы). Вероятны различные источники керамических глин из разных генетических типов четвертичных отложений

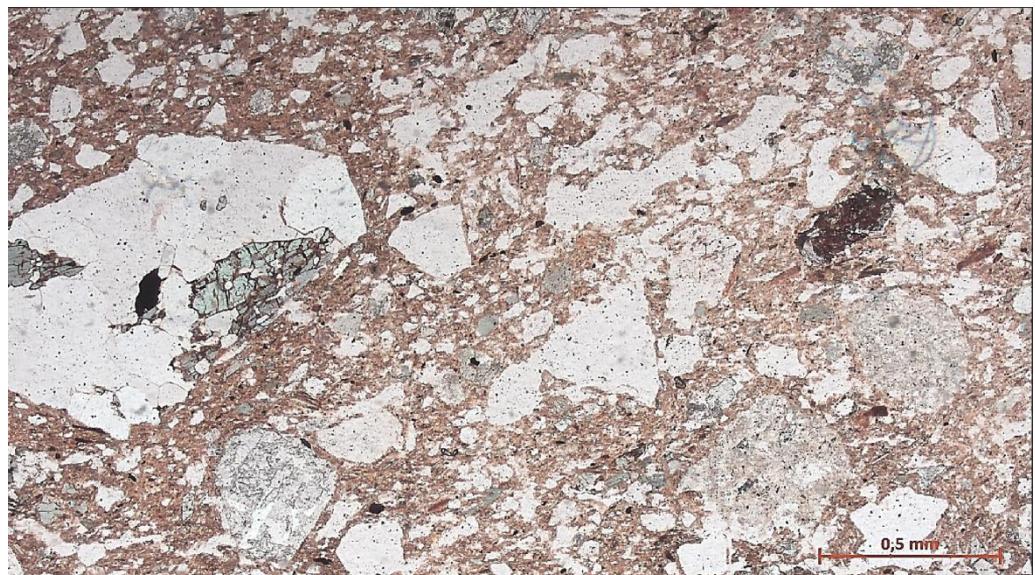
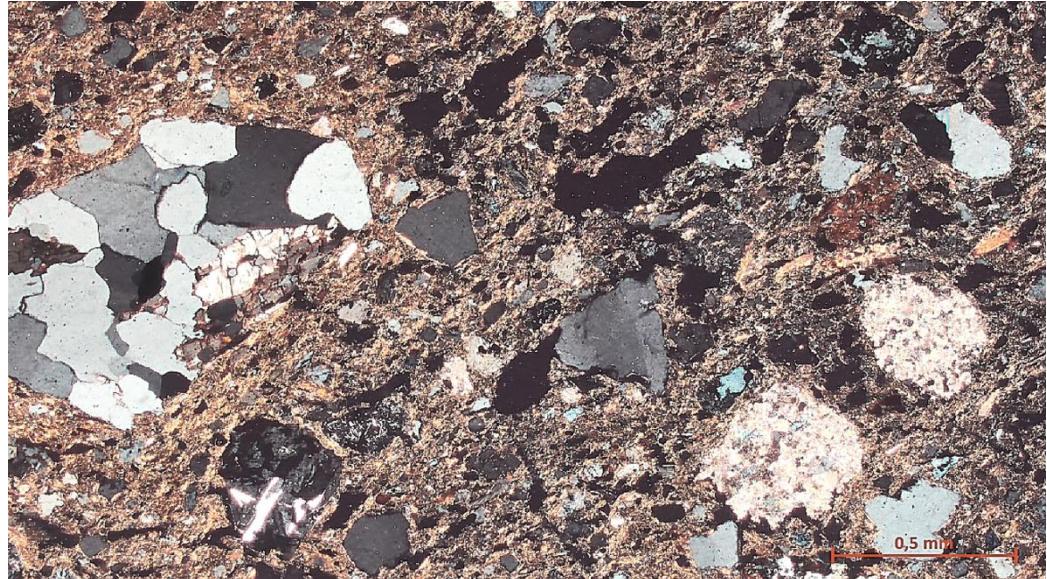
5. Керамика со значительным содержанием калиевого полевого шпата (до 17%), без амфиболя и с большим количеством слюды **Граниты (?)**

4. Керамика кварц-полевошпатовая (плагиоклаза в два раза больше, чем кварца), без амфиболя и калиевого полевого шпата. Очень сильно слюдистая **Граниты+офиолиты (?)**

3. Керамика с большим количеством амфиболя (до 18%), без калиевого полевого шпата **Офиолиты**

# Минералогические типы неолитической керамики

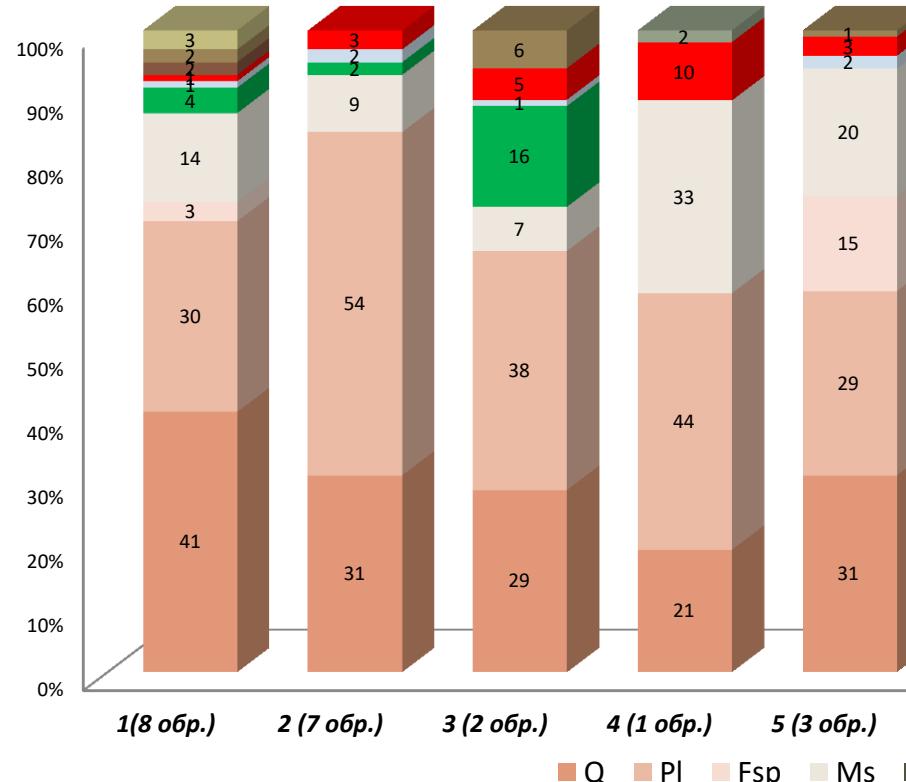
Керамика грубообломочная со слюдистым матриксом и «экзотической» кластикой



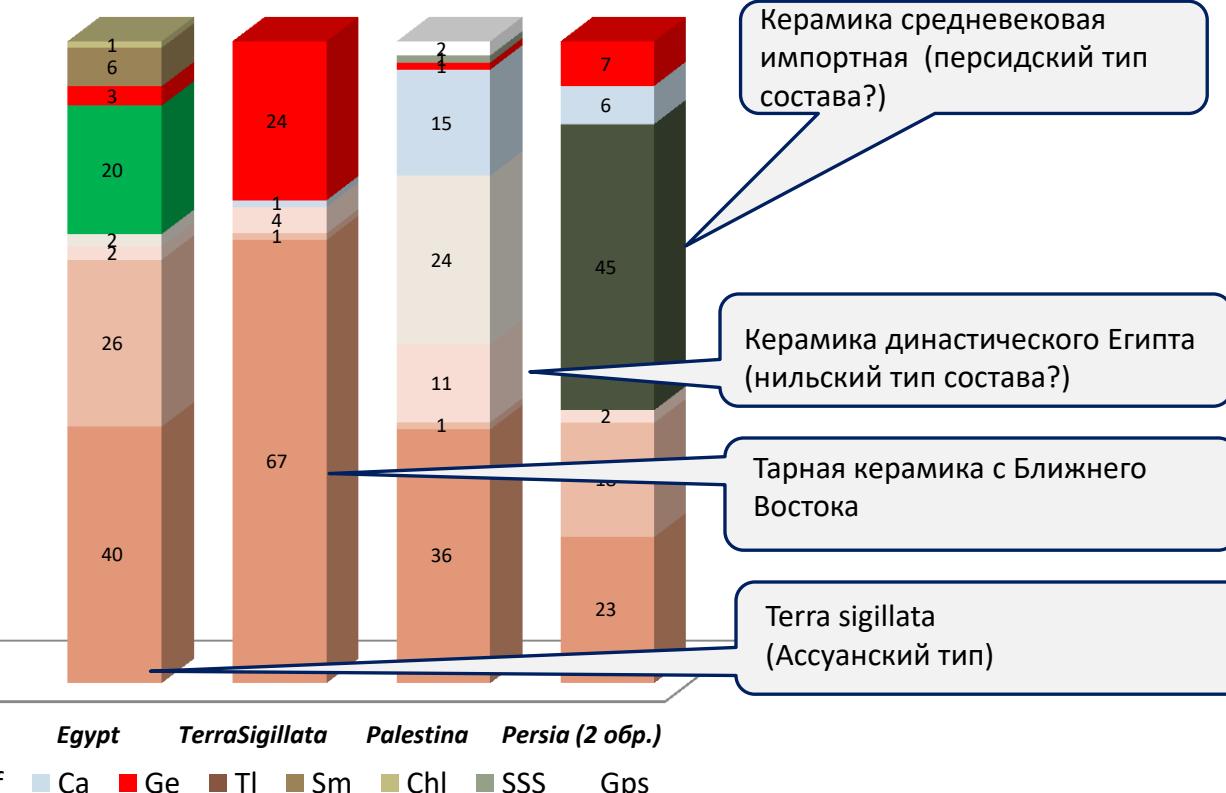
Образец керамики 25/2-14 под микроскопом Вверху – при скрещенных николях, внизу – в проходящем свете.

# Минеральный состав (кристаллической фазы) керамики разных типов

## Неолитическая керамика



## Археологическая керамика других типов



Уверенно разделяется неолитическая керамика региона и различные типы иного археологического материала

### Минералы :

Q – кварц, Pl – плагиоклаз, Fsp – минералы группы калиевых полевых шпатов, Ms – мусковит, Px – пироксен, Amf – амфиболы, Ca / Di – карбонаты (кальцит, доломит), He – гематит, Tl – тальк, Gps – гипс

Глинистые минералы: Sm – смектит, SSS – смешанно-слойные глинистые минералы + смектит, Chl – хлорит, Kl – каолинит.



# «Жизненный цикл» древней керамики

Выбор глинистых отложений

Создание формовочных масс

Обжиг

Использование керамики

Захоронение в культурном слое

Механическое разрушение

Химическая деградация

Гипергенные изменения

С изменениями и дополнениями, на основе:



Кластика исходных горных пород  
(аллогенные минералы)

Глинистые минералы исходных пород  
(аутигенные минералы)

Минералы, образованные при обжиге  
(керамический парагенез)

Гипергенный парагенез

«...физические, механические и термические свойства раскопанной керамики могут отличаться от свойств недавно сделанного продукта».

(Rouse I., 1944)

Этап захоронения в «истории жизни» артефакта является самым длительным, а иногда и самым трудным этапом всего его существования!



## Характер гипергенных изменений различных видов керамики

Фрагмент краснолаковой (?) керамики.  
о.Кос (Эгейское море)



Изменения керамики в аридной обстановке  
Вторичная поверхностная карбонатизация  
(связанная с использованием сосуда???)

Фрагмент коричневоглиняного керамического изделия  
Колхидского региона (Абхазия)



Вторичное минералообразование: выщелачивание аллогенного амфиболя (?) с образованием вторичных ореолов вокруг пустот, заполненных вторичным карбонатом.  
Изменения керамики в кислой среде в субтропическом климате.

Фото А.Ключко

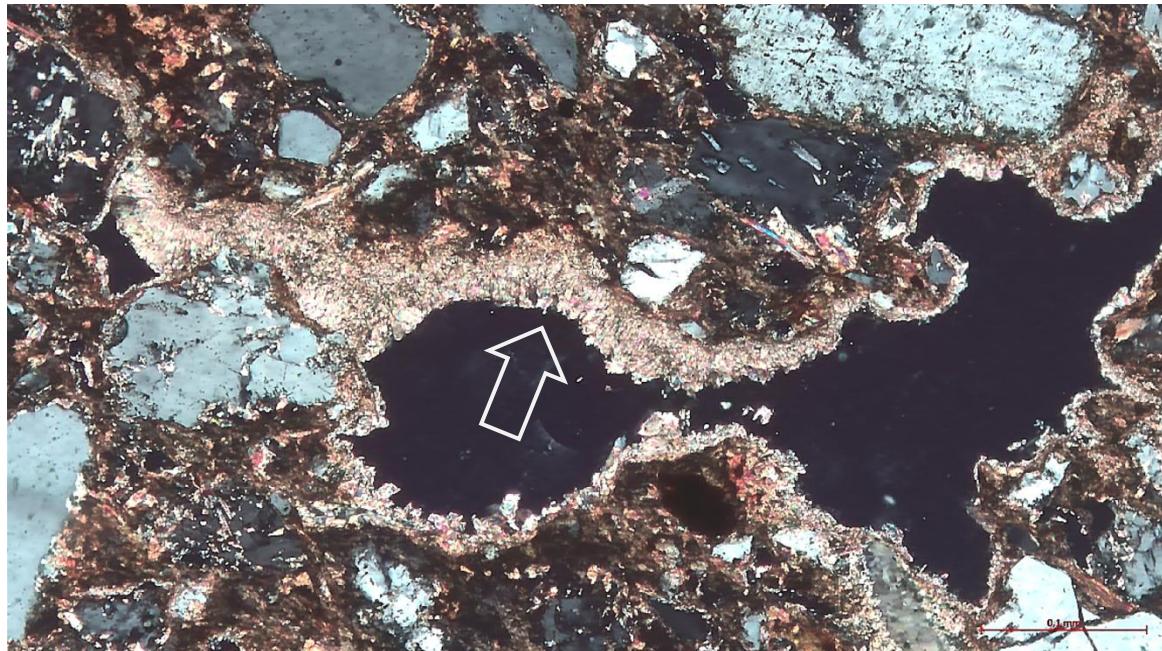


## Пример неолитической керамики

Керамика Кварц-полевошпатовая сильно слюдистая с малым количеством темных минералов (амфибола+биотита)

### Признаки использования сосуда

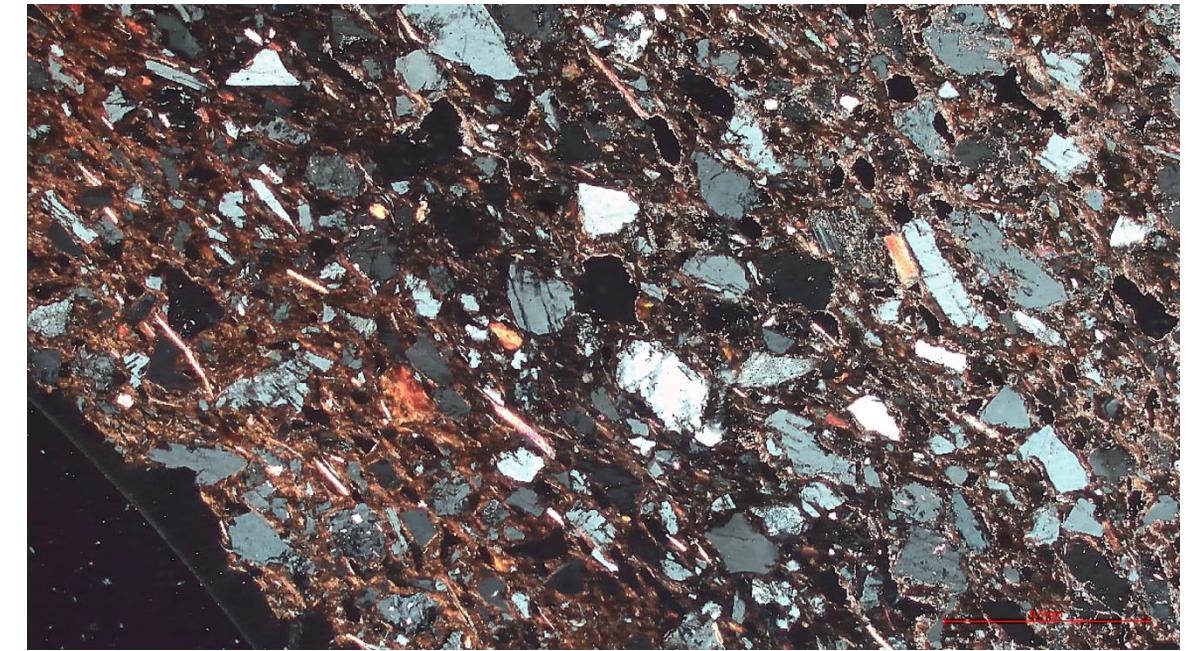
25/11-11



Карбонатный крустикационный цемент в порах – «накипь», минеральный осадок из воды при использовании сосуда

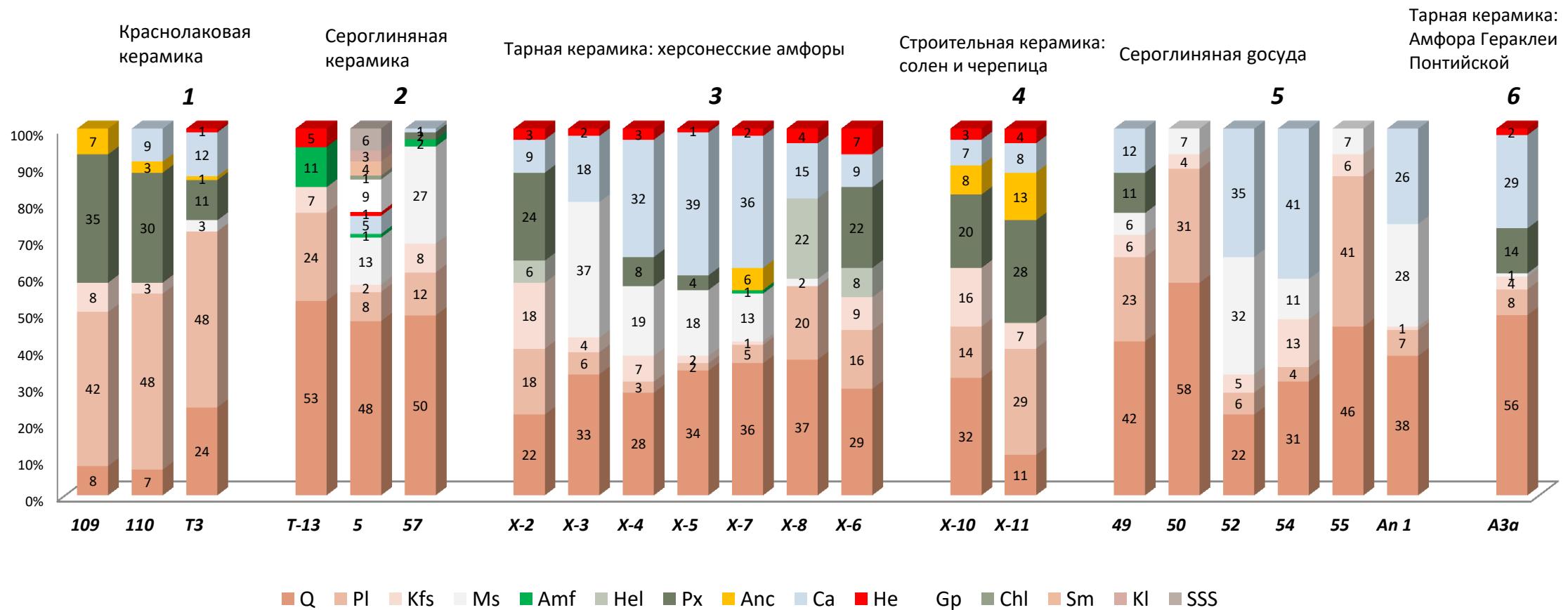
### Индикаторы параметров обжига

25/11-11



Отличия в составе матрикса (соотношения окислов железа и слюды мусковита) в краевой и внутренней частях черепка, связанные с различием в температуре обжига

## Минеральный состав образцов различных видов керамики одного из производственных центров СВ Причерноморья





## Значение системной разработки современного междисциплинарного подхода...

Цель современного междисциплинарного подхода – максимально однозначное сопоставление **«геологическое строение района – четвертичные глинистые отложения – керамические глины – древняя керамика»**.

Применение терминологического аппарата литологии обломочных пород к описанию керамических глин, а минералогических представлений – к описанию состава керамики – **основа для единообразного рассмотрения материала** и накопления информации для методических и региональных обобщений.

Оптимальным по соотношением **информативность - стоимость** представляется сочетание минералогического анализа кристаллической фазы глин и керамики с определением геохимических (элементного состава) характеристик этого материала.



Спасибо за внимание



