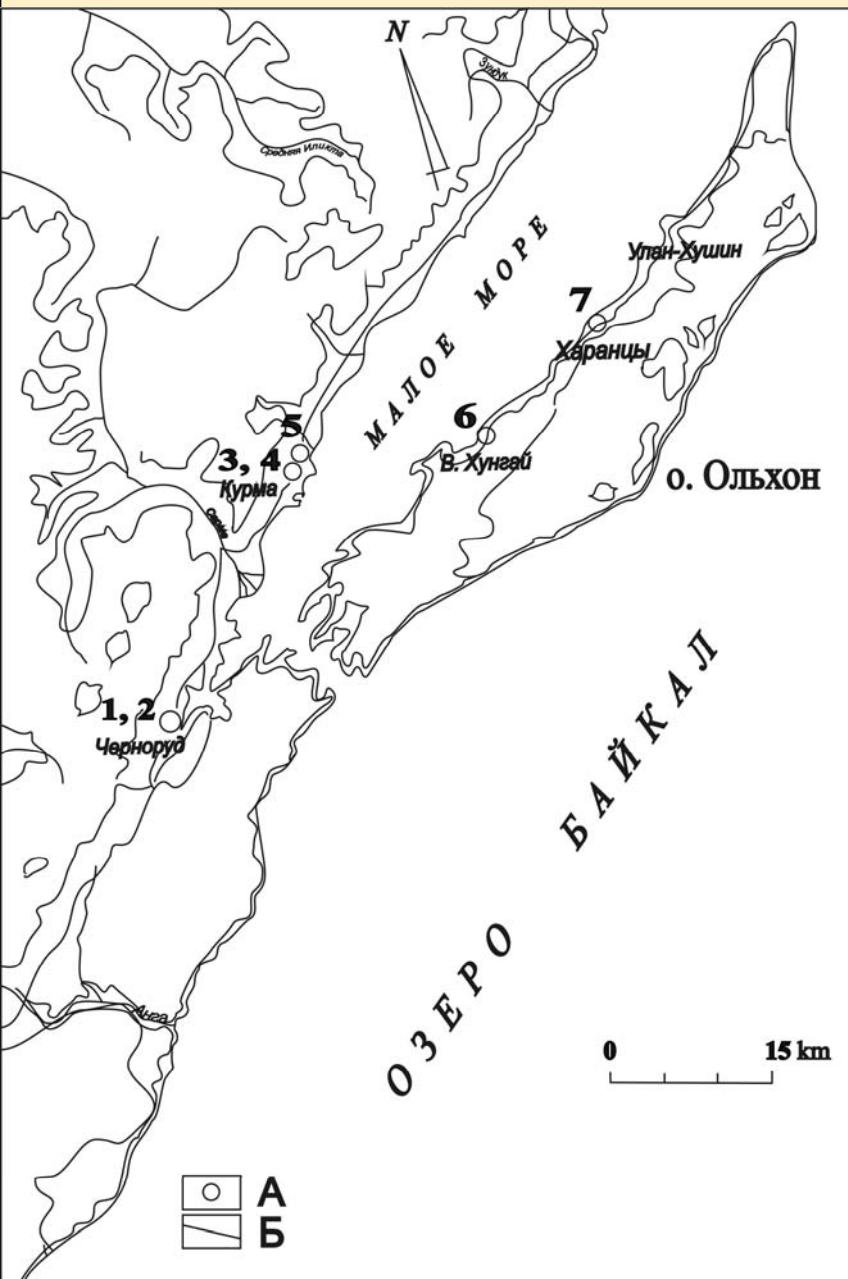


# ВЕЩЕСТВЕННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКИ ШЛАКОВ И ОГНЕУПОРОВ ДРЕВНЕГО ЖЕЛЕЗОДЕЛАТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА В ПРИБАЙКАЛЬЕ

Степанов И.С., Кожевников Н.О., Харинский А.В., Кустов М.С.,  
Иванова Г.Н., Финкельштейн А.Л., Васильева И.Е., Шабанова Е.В.,  
Феоктистова Л.П.



На территории Прибайкалья известны ряд центров, где в конце I тыс. до н.э - I тыс. получали железо.

В Приольхонье они расположены в районах пос. Черноруд, с. Курма.

На о. Ольхон. - близ дер. Харанцы, на мысе В. Хунгай, в районе Улан-Хушинского залива.

## Древнее железоделательное производство

включало ряд операций по выплавке и обработке металла в простейших горнах.

На местах железоделательных центров присутствуют следы производства - шлаки и огнеупоры.



# Вещественная классификация продуктов древнего железоделательного производства

---

## 1. Шлаки

### 1.1. Расплавные шлаки

Силикатно-окисные шлаки

Окисно-стеклянно-силикатные шлаки

Стекло-силикатные шлаки

Силикатно-стеклянные шлаки

### 1.2. Спеченные шлаки.

Рудно-стеклянно-окисно-силикатные шлаки

Железно-стеклянно-окисно-силикатные шлаки

Ксеногенно-силикатно-стеклянные шлаки

## 2. Огнеупоры

### 2.1. Ксеногенно-стеклянные огнеупоры

**Шлаки** - продукты с высоким содержанием кристаллических и некристаллических фаз, образованные в процессе получения железа из руды или при его механической обработке.

Все шлаки подразделяются на расплавные и спеченные. Расплавные шлаки целиком состоят из расплавных фаз. Спеченные шлаки состоят из расплавных фаз и ксеногенных реликтов шихты



# Расплавные шлаки

**Силикатно-окисные шлаки** - продукты, состоящие из окислов железа, силикатных минералов и стекла.

**Окисно-стеклянно-силикатные шлаки** – продукты, состоящие из силикатных минералов, стекла и окислов железа.

**Стекло-силикатные шлаки** – следы, состоящие из силикатных минералов и стекла.

**Силикатно-стеклянные шлаки** - продукты, состоящие из стекл. фазы и силикатных минералов.



# Спеченные шлаки

**Рудно-стеклянно-окисно-силикатные шлаки.**

Состоят из силикатных минералов, окислов железа и реликтов руды.

**Железно-стеклянно-окисно-силикатные шлаки.**

Состоят из силикатных минералов, окислов железа, стекла и металлического железа.

**Силикатно-стеклянные шлаки.**

Состоят из стекла, силикатных минералов, реликтов кварца, пол. шпата, карбоната.



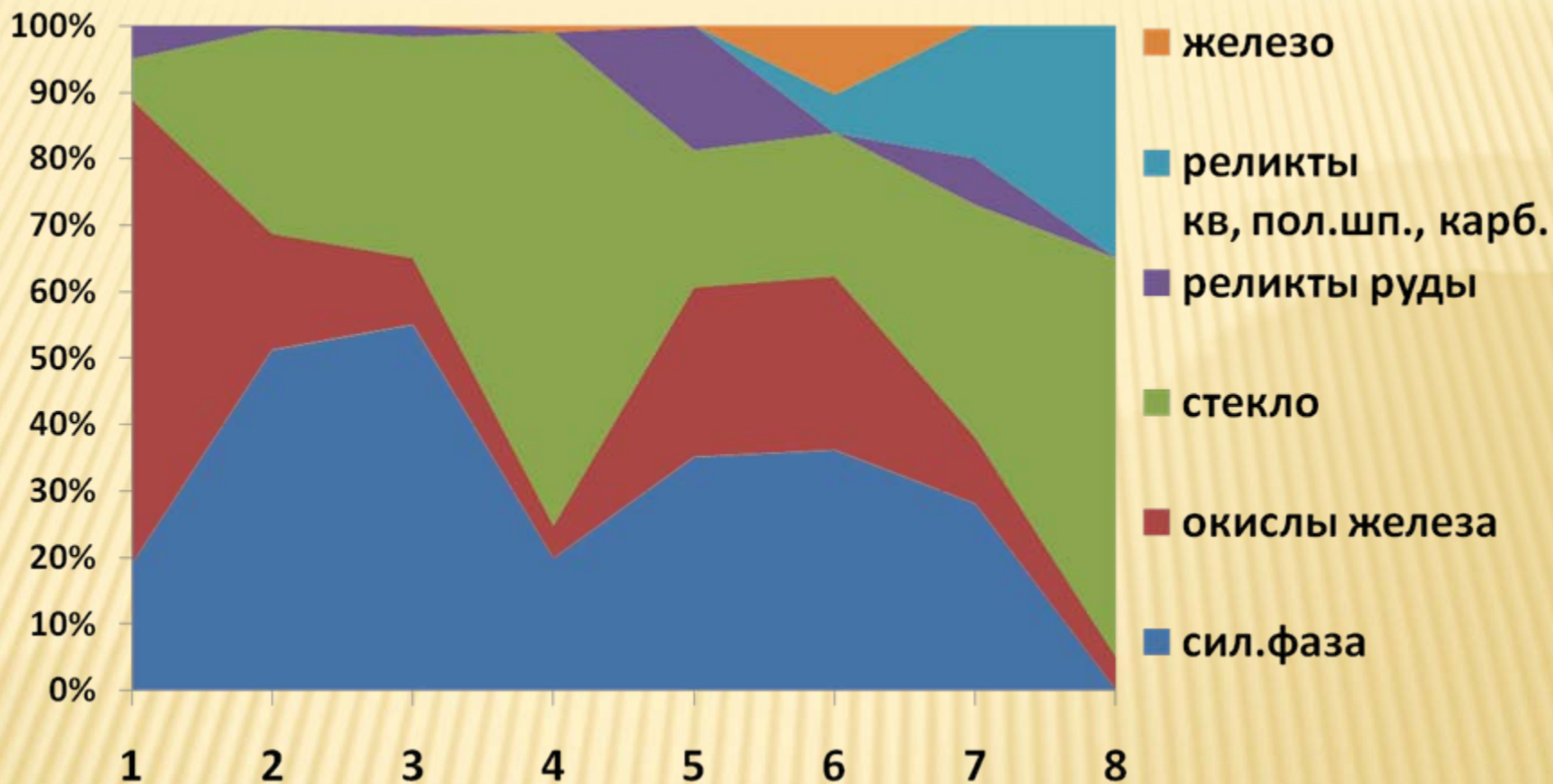
# Ксеногенно-стеклянные огнеупоры

Это продукты краевой части горна, состоящие из стекла, ксеногенных реликтов кварца и полевого шпата.





## Фазовый состав продуктов др. железоделательного производства



**Расплавные шлаки (1-4): 1 - силикатно-окисные шлаки, 2 – окисно-стеклянно-силикатные шлаки, 3 – стеклянно-силикатные шлаки, 4 - силикатно-стеклянные шлаки. Спеченные шлаки (5-7): 5 - рудно-стеклянно-окисно-силикатные шлаки, 6 – железно-стеклянно-окисно-силикатные шлаки, 7 – силикатно-стеклянные шлаки. 8 - Ксеногенно-стеклянные огнеупоры**

## Химический состав продуктов др. железодобывающего производства

Анализ	1	2	3	4	5	6	7	8
SiO <sub>2</sub>	10,09	22,16	26,64	31,55	19,43	22,77	33,66	56,27
TiO <sub>2</sub>	1,36	1,12	0,42	0,32	0,6	1,22	0,35	1,1
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,79	6,27	7,65	5,39	5,4	5,81	10,12	17,45
Fe <sub>Met</sub>	61,74	48,09	40,48	38,01	51,54	46,75	37,7	10,44
MnO	0,42	0,57	0,48	0,63	0,33	0,5	0,3	0,26
MgO	0,74	1,08	1,57	2,86	0,96	1	0,79	1,65
CaO	2,47	5,4	10,75	9	4,29	3,41	5,31	3,79
K <sub>2</sub> O	0,37	0,83	0,73	0,94	0,63	1,05	0,65	2,3
Ba	211	465	542	770	344	463	280	813
Sr	79	188	117	220	143	212	48	463
Zr	30	66	57	58	32	182	60	249
Zn	80	67	57	45	79	75	75	114
Cr	21	40	37	100	55	87	29	76
V	282	167	105	110	227	319	110	149

Расплавные шлаки (1-4): 1 - силикатно-окисные шлаки, 2 – окисно-стеклянно-силикатные шлаки, 3 – стеклянно-силикатные шлаки, 4 - силикатно-стеклянные шлаки. Спеченные шлаки (5-7): 5 - рудно-стеклянно-окисно-силикатные шлаки, 6 – железно-стеклянно-окисно-силикатные шлаки, 7 – силикатно-стеклянные шлаки. 8 - Ксеногенно-стеклянные огнеупоры

Петрогеохимические сходства и различия шлаков и огнеупоров из разных железнорудных центров свидетельствуют о близости и различиях в технологиях, которые применялись в этих центрах.

Это с очевидностью устанавливается при сравнении шлаков из центров Барун-Хал и Курма.

	1		2	
	Барун-Хал	Курма	Барун-Хал	Курма
SiO <sub>2</sub>	25,94	26,84	17,6	16,52
TiO <sub>2</sub>	0,34	0,56	0,5	0,29
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7,49	6,8	4,42	4,64
Fe <sub>Met</sub>	40,37	38,71	54,28	54,46
MnO	0,38	0,44	0,48	0,2
MgO	1,17	2,52	1	1,17
CaO	11,31	14,16	2,64	3,86
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,16	0,16	0,37	0,06
K <sub>2</sub> O	0,79	0,76	0,64	0,57
Na <sub>2</sub> O	0,24	0,26	0,21	0,24
Ba	540	377	500	358
Sr	130	122	92	77
Zr	40	71	20	6
Zn	59	55	52	86
Cr	39	42	110	76
V	94	120	270	100

**1 – Расплавные стеклянно-силикатные шлаки**

**2 – Спеченные рудно-стеклянно-окисно-силикатные шлаки**

# ВЫВОДЫ

---

- ✘ Вещественные характеристики шлаков и огнеупоров представляют научную основу для классификации продуктов древнего железоделательного производства.
- ✘ Разработанная классификация необходима для получения информации о древних технологиях производства железа, известных кочевникам Сибири и народам соседствующих территорий.

***СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!***

