

# Влияние природы носителя на каталитические свойства наночастиц Ni и Pd, полученных методом лазерного электродиспергирования

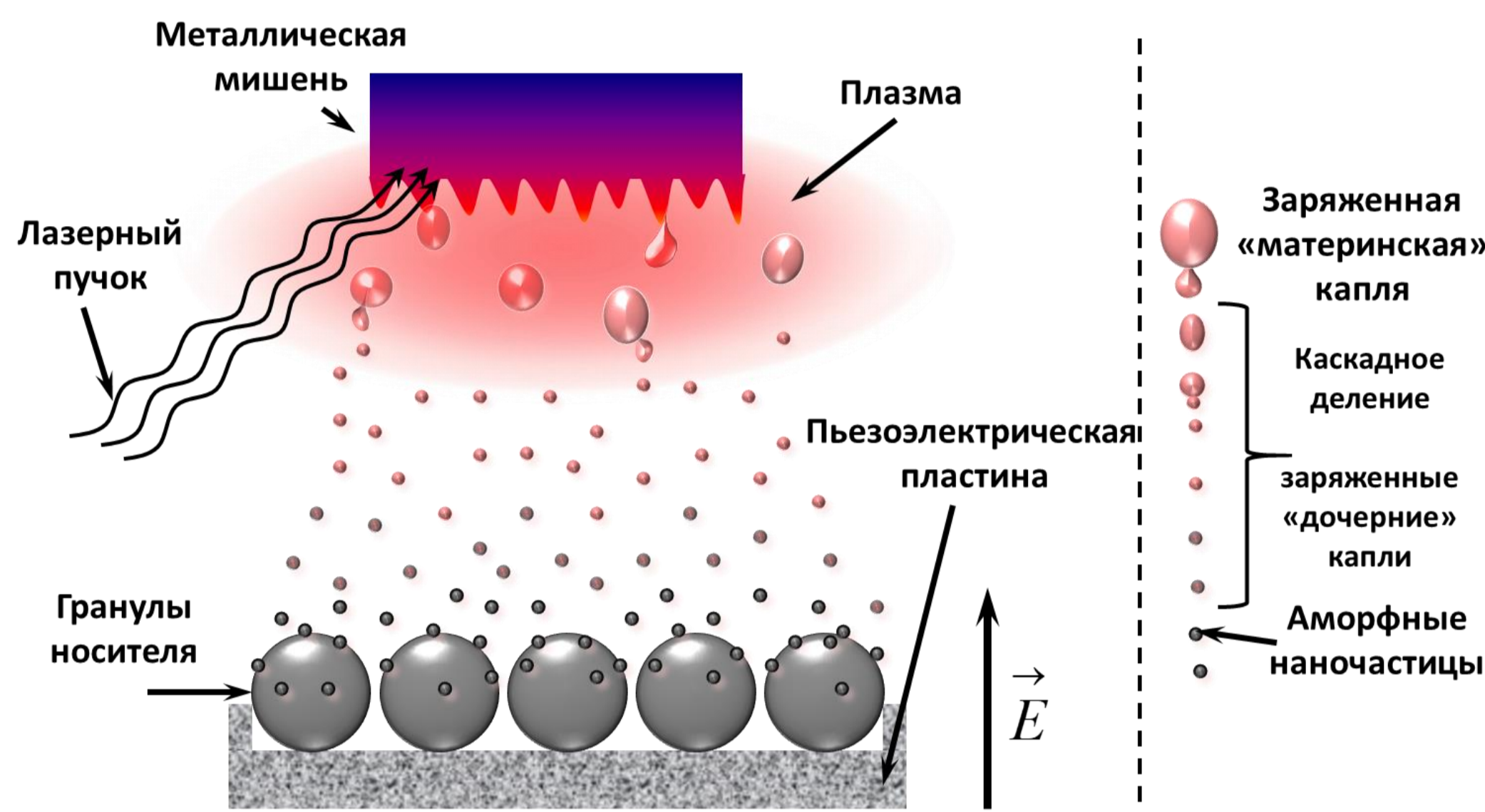
Голубина Е.В.<sup>1\*</sup>, Ростовщикова Т.Н.<sup>1</sup>, Локтева Е.С.<sup>1</sup>, Маслаков К.И.<sup>1</sup>, Кожевин В.М.<sup>2</sup>, Гуревич С.А.<sup>2</sup>, Явсин Д.А.<sup>2</sup>

1 - Химический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова, г. Москва

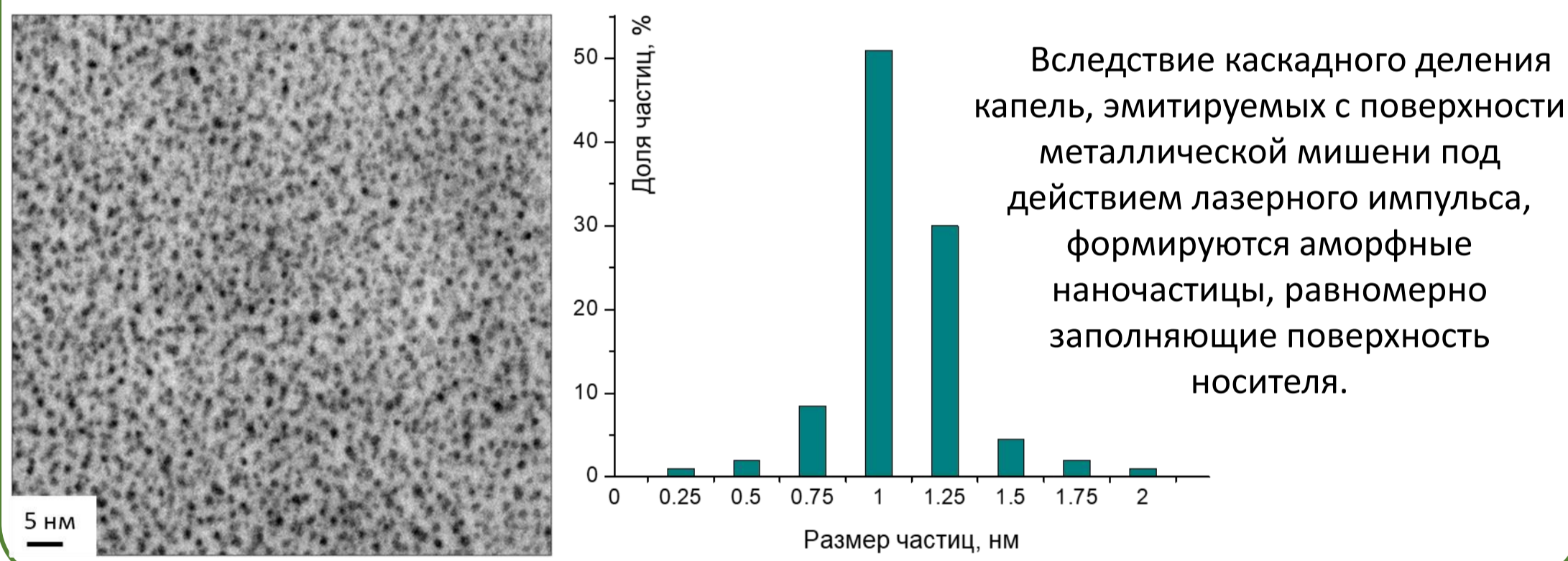
2 - Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе РАН, г. Санкт-Петербург

[golubina@kge.msu.ru](mailto:golubina@kge.msu.ru)

## Схема нанесения частиц методом лазерного электродиспергирования (ЛЭД)



## ПЭМ ВР биметаллических PdNi частиц (на Si сетке ПЭМ)



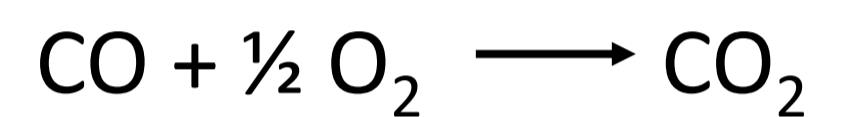
## Катализаторы

Состав мишени:  
Pd, Ni, сплав Ni<sub>77</sub>Pd<sub>23</sub>

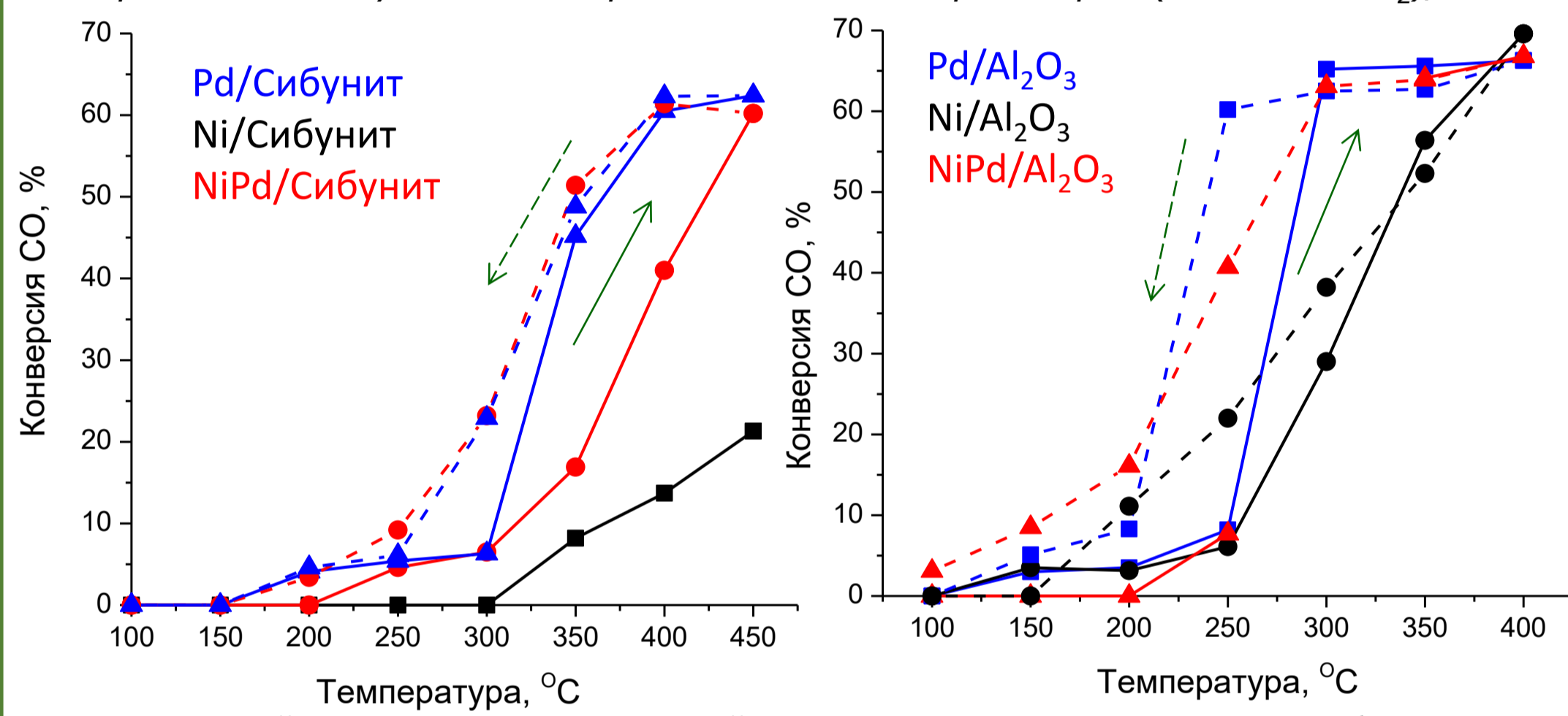
Катализатор	масс.% Ni	масс.% Pd
Pd/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	0.005
Ni/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.005	—
NiPd/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.0032	0.0018
Pd/Сибунит	—	0.001
Ni/Сибунит	0.001	—
NiPd/Сибунит	6,4 × 10 <sup>-4</sup>	3,6 × 10 <sup>-4</sup>

Носители:  
γ-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> или Сибунит

## Окисление CO



• Проточный импульсный микрокаталитический реактор • (2%CO+1%O<sub>2</sub>)/He



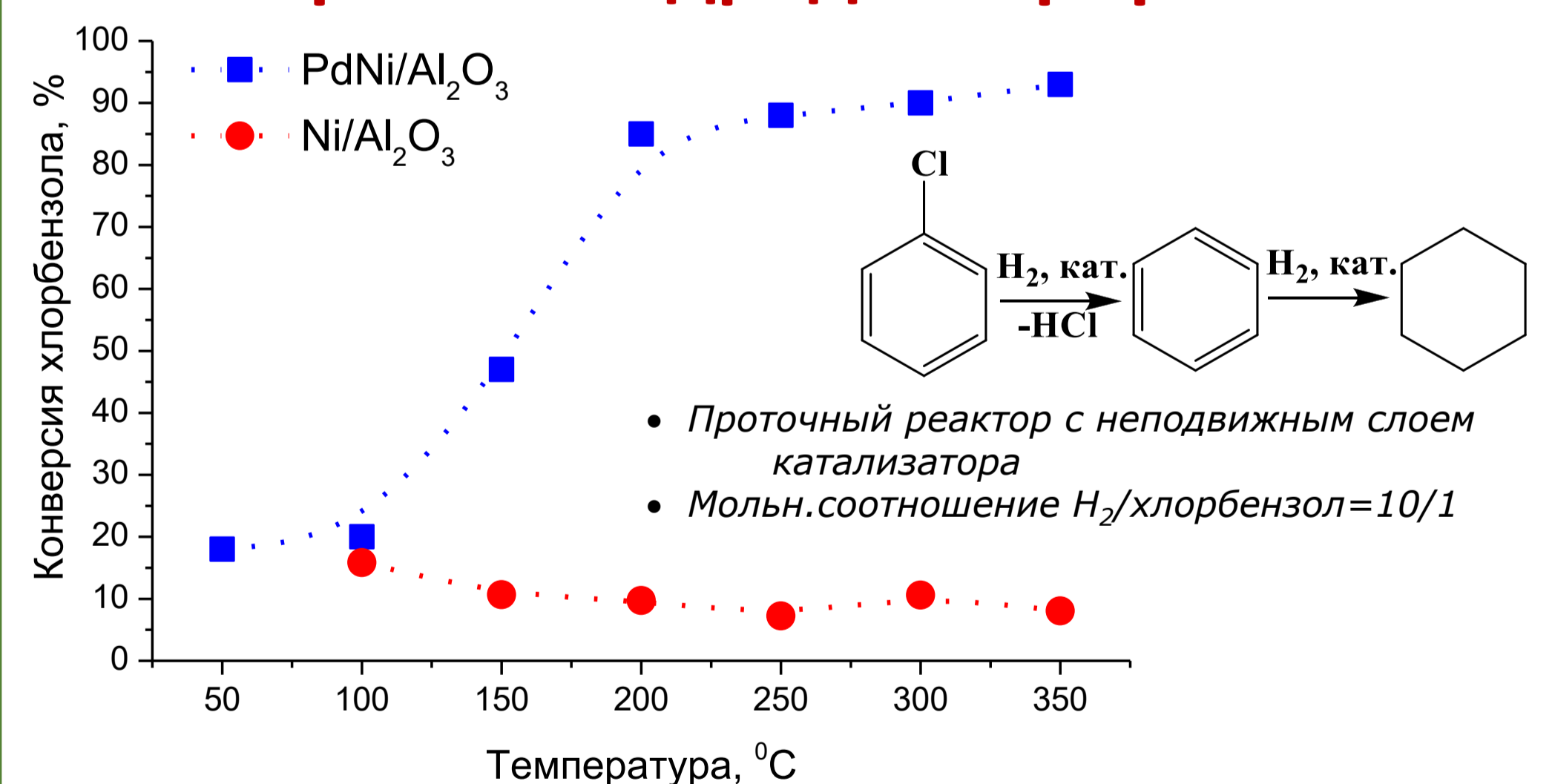
Положительный гистерезис температурной зависимости конверсии вероятно обусловлен распадом метастабильного PdC<sub>x</sub> (в случае Сибунита) и восстановлением Pd<sup>2+</sup> (в случае Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) в диапазоне температур 300–450°C с образованием высокоактивных металлических частиц.

## Влияние носителя на электронное состояние металлов (по данным РФЭС)

	Доля различных электронных состояний Ni и Pd, %				
	Ni <sup>0</sup>	Ni <sup>2+</sup>	Pd <sup>0</sup>	Pd <sup>2+</sup>	PdC <sub>x</sub>
NiPd/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6	94	72	28	—
Ni/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2	98	—	—	—
Pd/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	—	47	56	—
NiPd/Сибунит	16*	84	3	4	93
Ni/Сибунит	20*	80	—	—	—
Pd/Сибунит	—	—	7	35	58

\* - соответствует суммарному содержанию Ni<sup>0</sup> и NiC<sub>x</sub>

## Газофазное гидродехлорирование



## Изменение электронного состояния металлов в ходе хранения и in situ обработки в ячейке РФЭС

Обработка	Доля электронных состояний, %				
	Ni <sup>0</sup>	Ni <sup>2+</sup>	Pd <sup>0</sup>	Pd <sup>2+</sup>	Pd <sup>n+</sup>
Исходный	6	94	72	18	10
Хранение на воздухе (6 месяцев)	0	100	14	51	35
5%H <sub>2</sub> в Ar, 150°C (30 мин)	<1	100	32	43	25
5%H <sub>2</sub> в Ar, 300°C (30 мин)	<1	100	68	22	10
5%H <sub>2</sub> в Ar, 450°C (30 мин)	<1	100	85	10	5

Работа выполнена в рамках программы приоритетных направлений фундаментальных научных исследований РФ («Катализ и физикохимия поверхности» № АААА-А16-116061750194-5) и с использованием оборудования, приобретенного за счет средств Программы развития Московского университета.

## Ni2p РФЭС спектры

