

Белорусский государственный университет  
химический факультет

## Магистерская диссертация на тему:

*Электрохимическое формирование мезопористых  
оксидных покрытий, модифицированных  
наночастицами металлов*

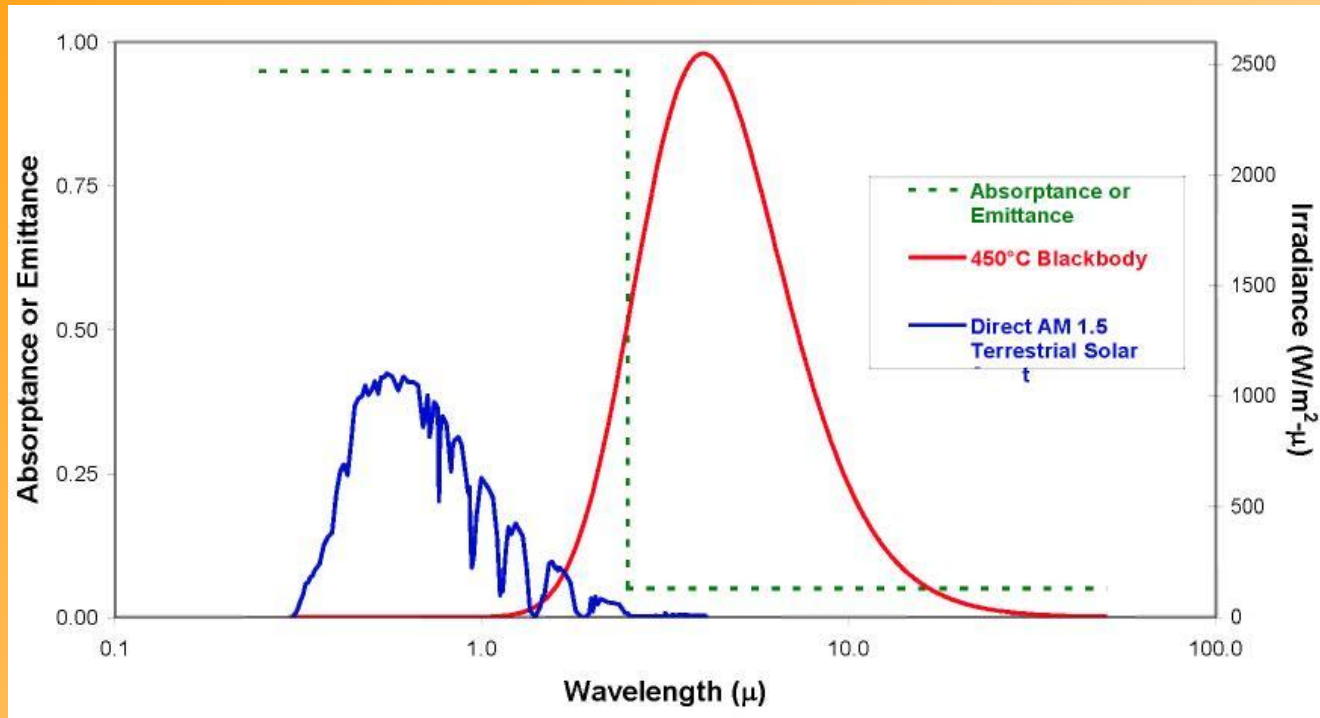
Выполнила: магистрант Ивашкевич Н. М.

Научный руководитель: д.х.н., проф. Кулак А. И.

# АКТУАЛЬНОСТЬ РАБОТЫ

обусловлена начавшимся в 70-е годы 20 в. и продолжающимся в настоящее время энергетическим кризисом, что определило возрастающую потребность в возобновляемых источниках энергии. Солнечная энергия, доступная в большой степени во многих регионах мира, достаточно широко используется в качестве альтернативного источника энергии. Одним из главных направлений работ в области преобразования солнечной энергии в настоящее время является прямой тепловой нагрев для нагревания воды и воздуха внутри зданий. Для данной цели используются тепловые солнечные коллекторы.

## Спектр Солнца вблизи земной поверхности и спектр идеального ОСПП для солнечного теплового коллектора:



### Требования к ОСПП:

при длине волны  $\lambda \leq 3$  мкм поглощение  $\alpha \rightarrow 100\%$

при длине волны  $\lambda \geq 3$  мкм поглощение  $\rho \rightarrow 100\%$

# Цель работы:

разработка метода анодирования алюминия, обеспечивающего формирование пористого оксида алюминия, пригодного для его последующего использования в качестве матрицы для получения черного оптически селективного покрытия

# Методика получения покрытий:

## Предварительная обработка:

1. Очистка пастой из моющего средства
2. Травление в 20% NaOH + осветление в 10% HNO<sub>3</sub>

## Анодирование алюминия:

$c(\text{H}_3\text{PO}_4) = 0.06-45\%$

постоянный ток

$U = 16 \text{ V}$

$I = 1.9 \text{ A}$

$t_{\text{анодирования}} = 2.5 - 240$   
МИН

## Электрохимическое осаждение никеля:

$c(\text{NiSO}_4) = 60 \text{ г/л}$

$c(\text{H}_3\text{BO}_3) = 30 \text{ г/л}$

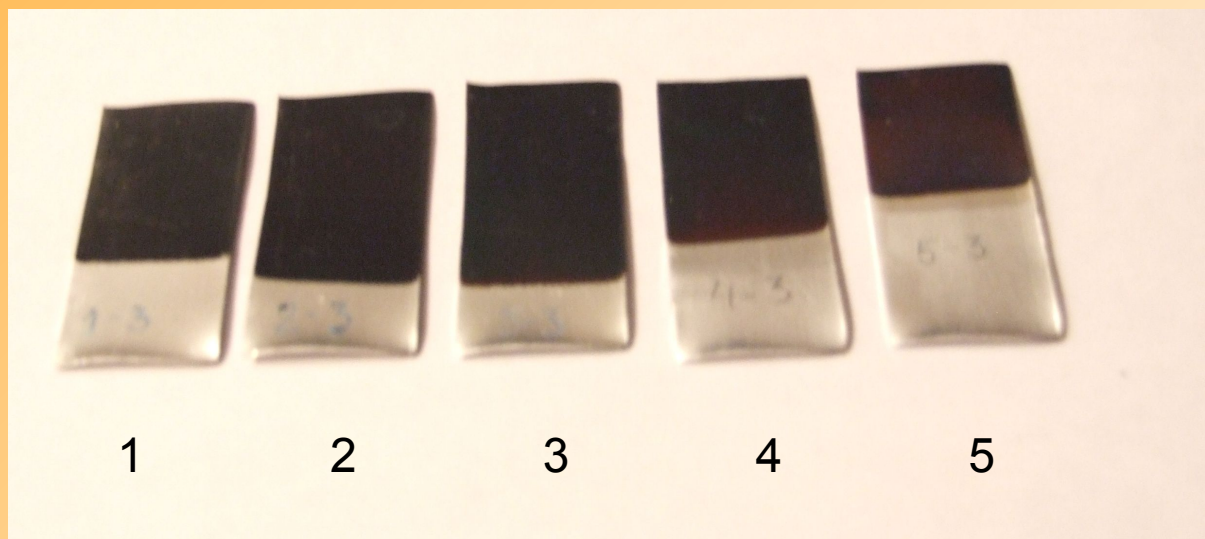
переменный ток  
(частота 50 Гц)

$U = 5 - 25 \text{ V}$

$U_{\text{опт}} = 9 \text{ V}$

Таблица 1. Изменение цвета покрытия образцов с уменьшением концентрации никеля в растворе

№ образца	Концентрация $\text{NiSO}_4$ , %	Цвет покрытия
1	6	черный
2	3	Фиолетово-черный
3	1.5	Темно-зеленый
4	0.75	Красно-зеленый, светлый
5	0.375	Светло-голубой



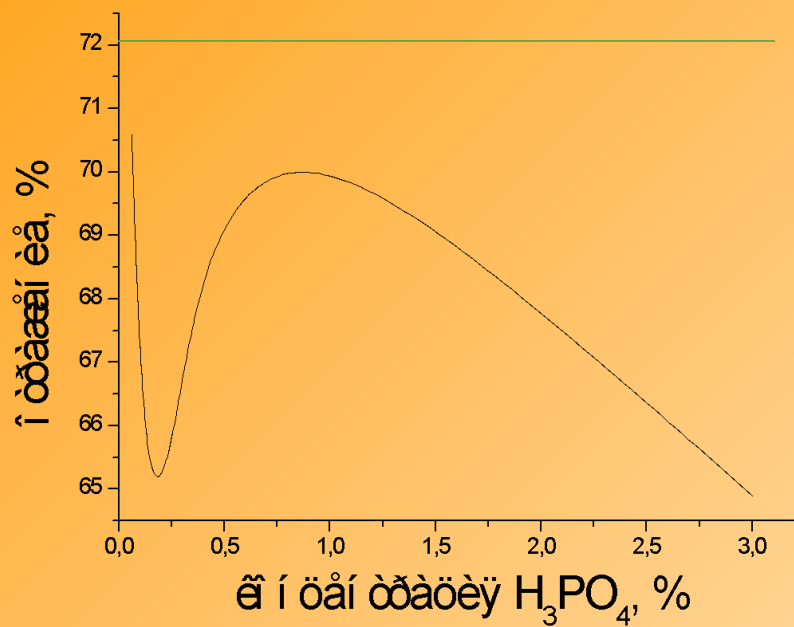


Таблица 2. Коэффициенты отражения образцов, полученных анодированием в растворах с различной концентрацией  $H_3PO_4$  в области длин волн 7,5-8 мкм.

№ образца	Концентрация $H_3PO_4$ , %	Время анодирования, мин	Время осаждения никеля, мин	Отражение в ИК-области, %
1	3	30	3	64.90
2	1.5	45		69.29
3	0.75	60		70.47
4	0.38	90		68.70
5	0.25	150		65.38
6	0.13	210		64.64
7	0.06	240		70.58

Таблица 3. Условия получения образцов серий 1, 2, 3

	№ серии		
	1	2	3
Время анодирования, мин	№ образца		
0.5	1	13	25
1	2	14	26
1.5	3	15	27
2	4	16	28
2.5	5	17	29
3	6	18	30
3.5	7	19	31
4	8	20	32
4.5	9	21	33
5	10	22	34
5.5	11	23	35
6	12	24	36
Состав раствора анодирования	8% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	20% H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	45% H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>



**Зависимости показателя отражения в ИК области при длине волны 7,9 мкм от времени анодирования для образцов серий 1 (а), 2 (б), 3 (в):**

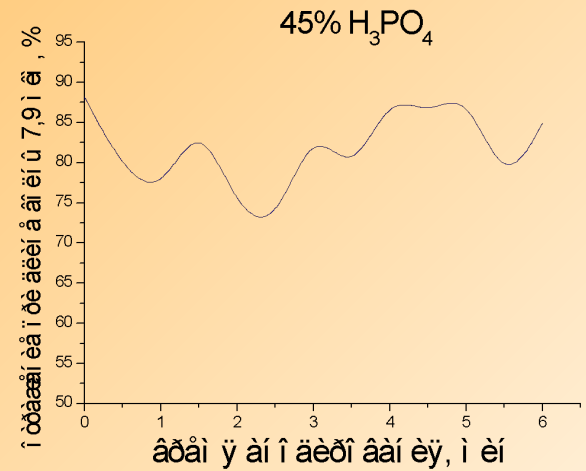
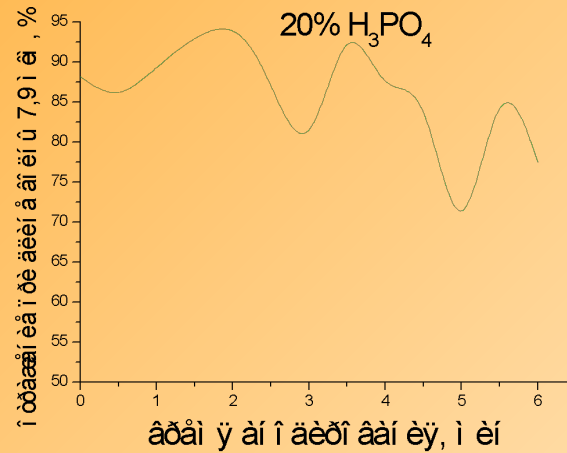
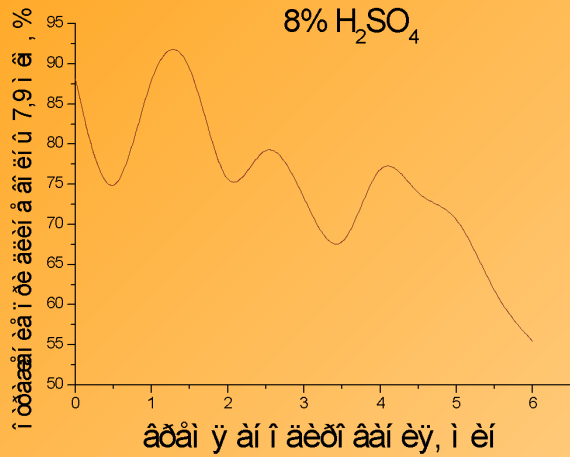
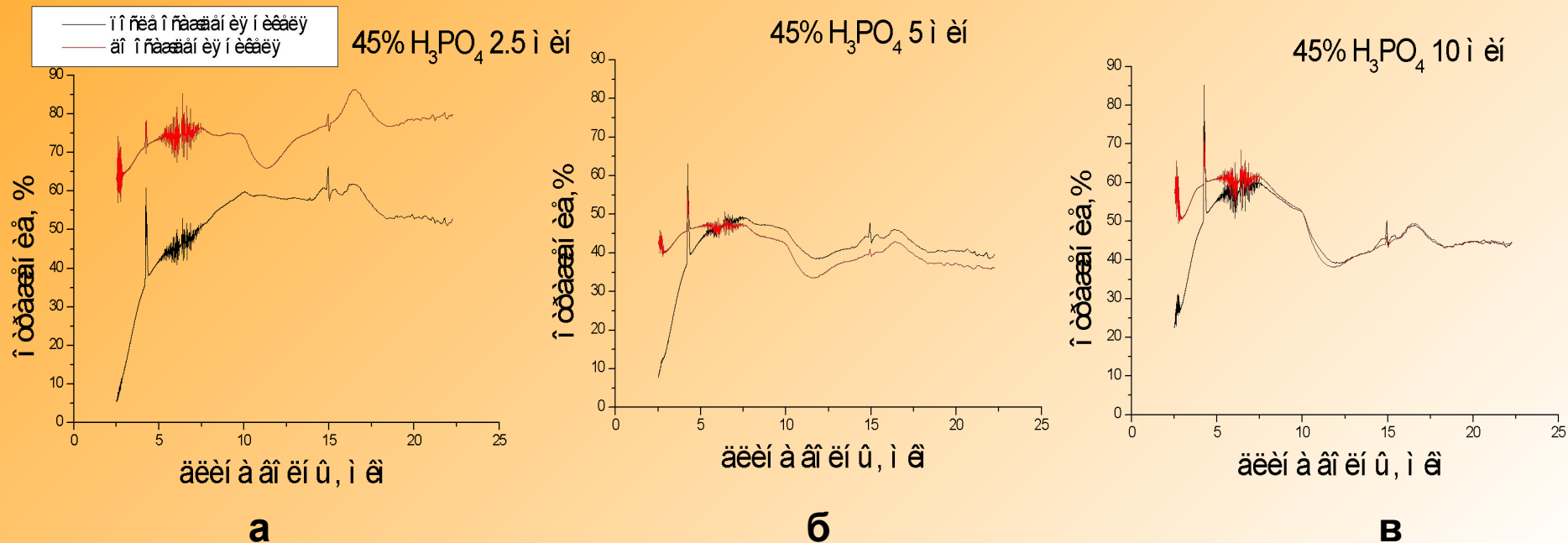


Таблица 4. Условия получения образцов

№ образца	Время анодирования, мин	Время осаждения Ni, мин
1	2.5	3
2	5	
3	10	

**ИК спектры образцов до и после осаждения никеля для времени анодирования в 45%-ной H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>: а- 2.5 мин., б- 5 мин., в- 10 мин.:**



## Условия получения образцов:

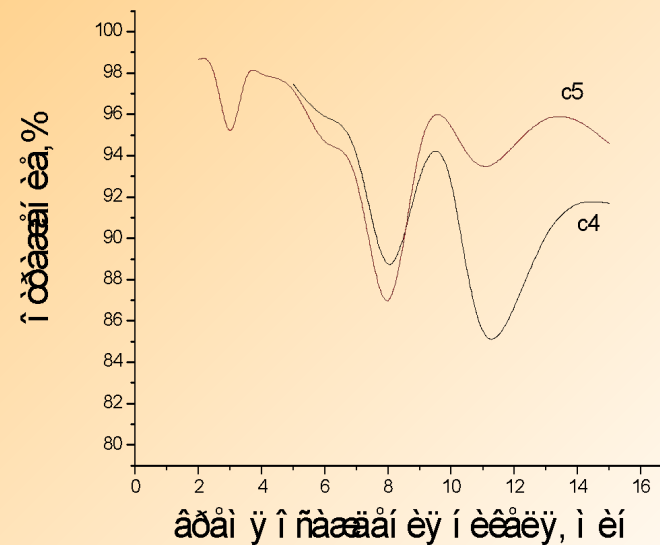
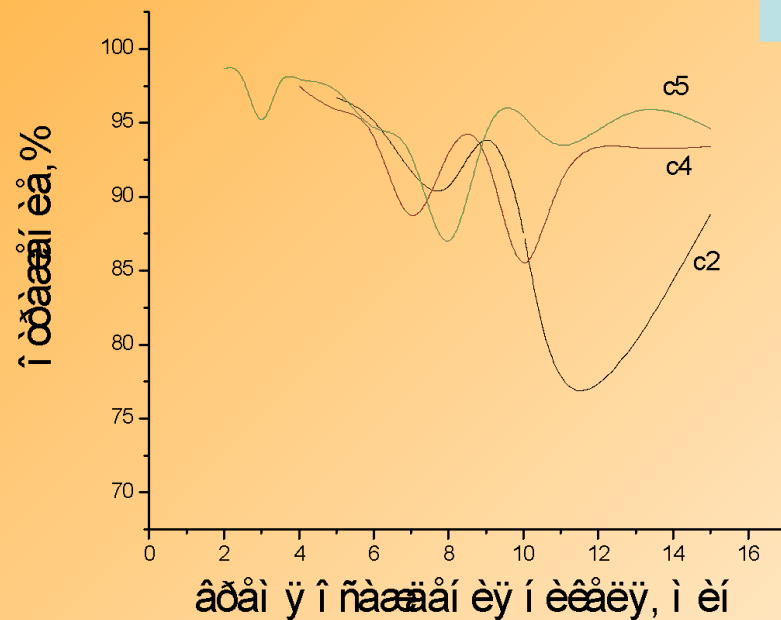
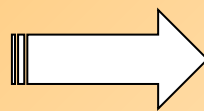
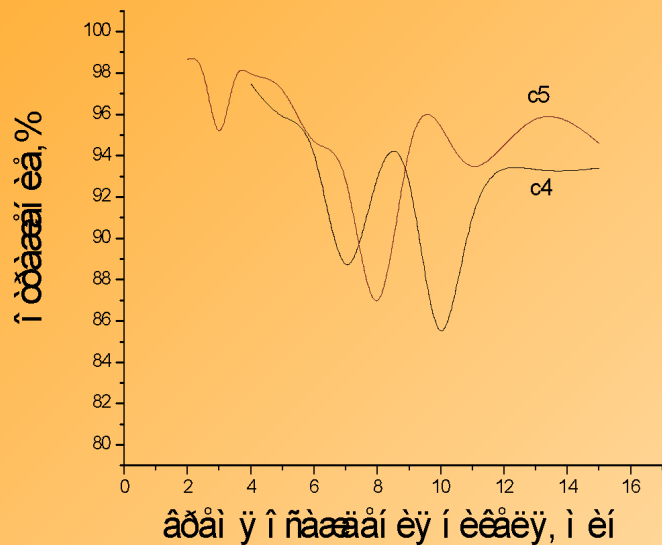
45%  $H_3PO_4$

$U_{\text{анодирования}} = 13 \text{ В}$

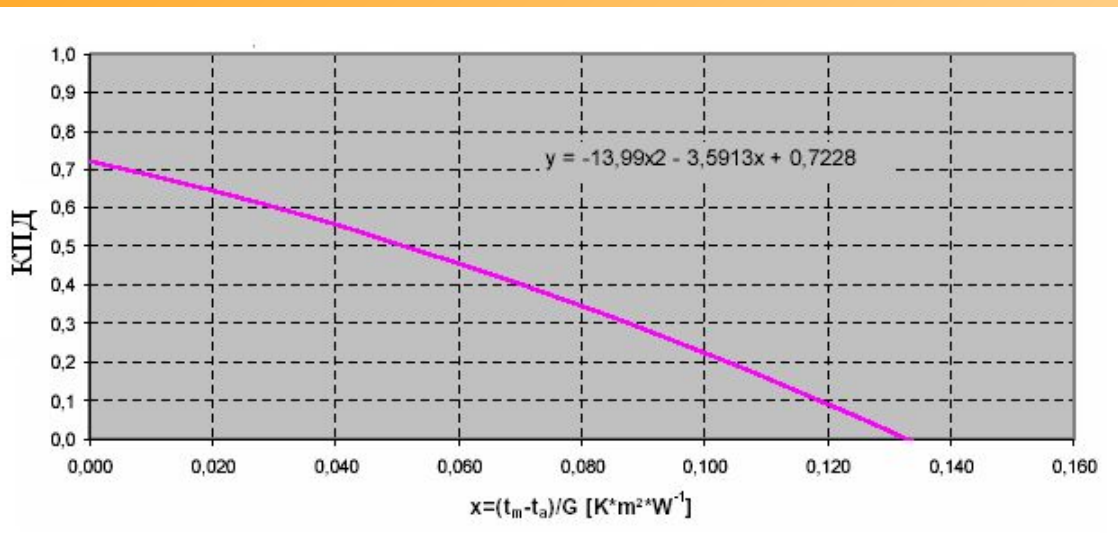
$t_{\text{анодирования}} = 5 \text{ мин}$

$U_{\text{окрашивания}} = 8.5 \text{ В}$

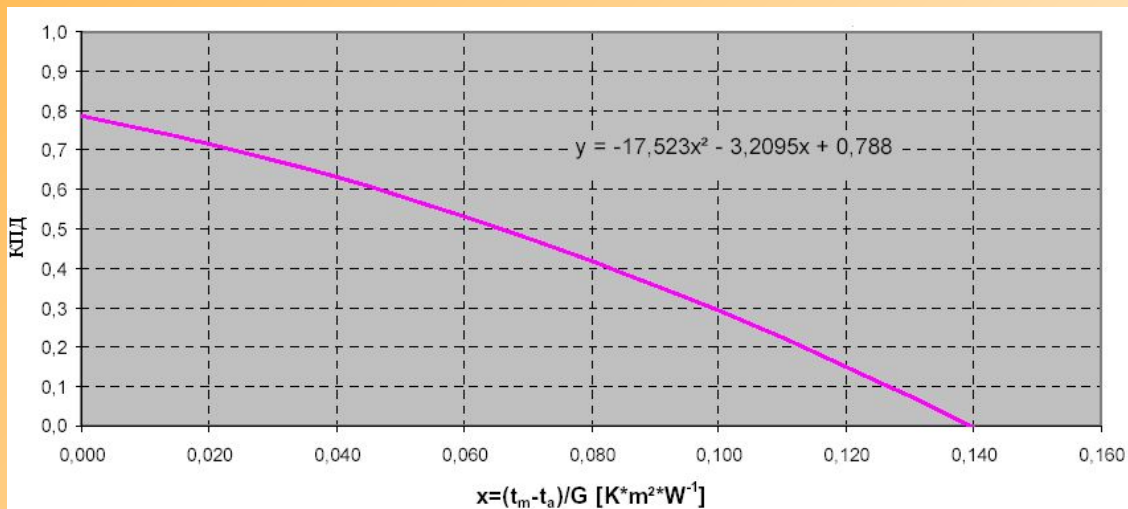
$t_{\text{окрашивания}}$  - варьировалось



Изменение КПД с изменением разницы температур окружающей среды и коллектора для:  
а- образца Al/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/Ni ; б- покрытия Bluetec

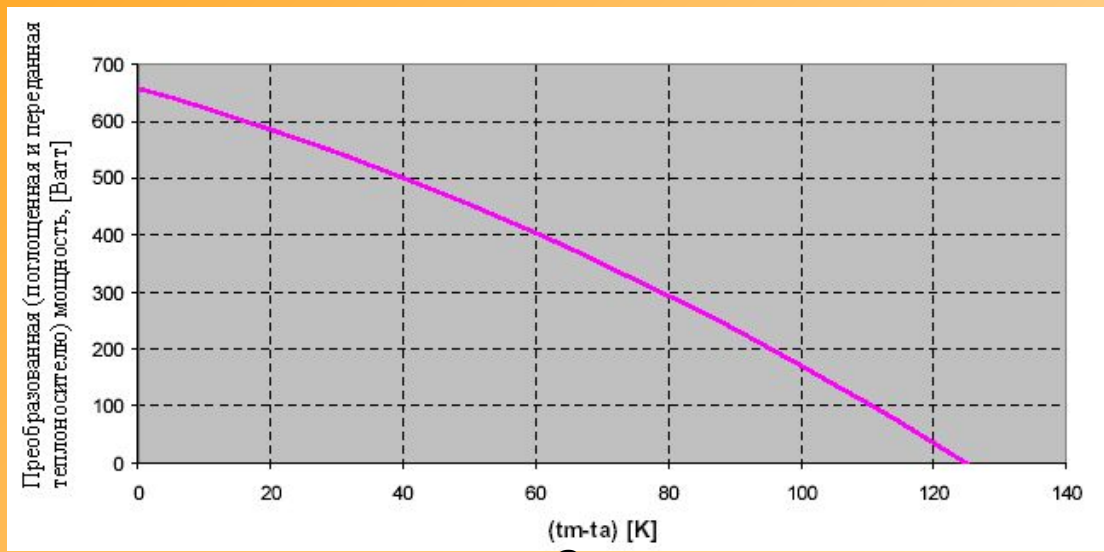


а

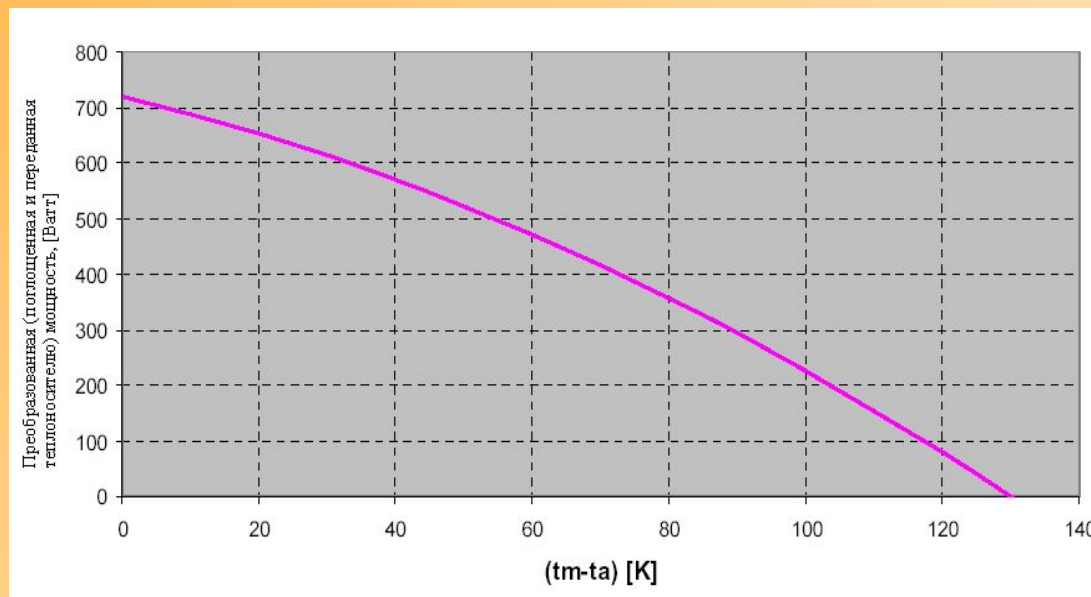


б


# Изменение преобразованной мощности с изменением разницы температур окружающей среды и коллектора для : а- образца Al/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/Ni ; б- покрытия Bluetec



а



б



В рамках данной работы разработана методика получения композиционных покрытий Al/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/Ni, на основе которых были изготовлены плоские солнечные коллекторы с достаточно высоким уровнем спектральной селективности – высоким коэффициентом оптического поглощения в видимой части солнечного спектра (достигающим 95,3%) и низкой эмитирующей способностью, для лучших образцов не превышающей 12,9 %.



**Спасибо за внимание!**