

ГОСУДАРСТВЕННАЯ КОРПОРАЦИЯ ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ «РОСАТОМ»
ГНЦ РФ ОАО «НИФХИ ИМ. Л.Я.КАРПОВА», Г.МОСКВА
СУНЦ МГУ, Г. МОСКВА

Определение и исследование оптических характеристик ядерных фильтров, модифицированных массивами нано- и микрочастиц серебра

ДОКЛАДЧИК:

МАСЛЁНКОВА ЕЛЕНА, СУНЦ МГУ

НАУЧНЫЕ РУКОВОДИТЕЛИ:

ЖЕЛТОВА А. В., студент ФББ МГУ им. М.В. Ломоносова



СУНЦ МГУ
Школа им. А.Н.Колмогорова

ЦЕЛЬ

Цель - определить взаимосвязь между характеристиками аэрозоля, микрошероховатостью поверхности и оптическими свойствами покрытий на основе НМЧ серебра, осаждённых на поверхности ядерных фильтров (ЯФ), посредством изучения спектров оптического поглощения/пропускания образцов.

ЗАДАЧИ

- методом сухого аэрозольного осаждения осуществить синтез опытной партии образцов тонких плёнок пористого серебра на поверхности подложек из ЯФ;
- методами оптической спектроскопии исследовать закономерности прохождения света при взаимодействии с образцами ЯФ;
- на основании полученных экспериментальных данных произвести расчёт толщины и оптических характеристик пористых плёнок серебра на поверхности ЯФ;
- осуществить теоретический анализ и математическое моделирование закономерностей прохождения света сквозь пористые плёнки серебра

АКТУАЛЬНОСТЬ

- Стерилизация биологических сред
- Изготовление индикаторных матриц
- Изготовление антиотражающих покрытий

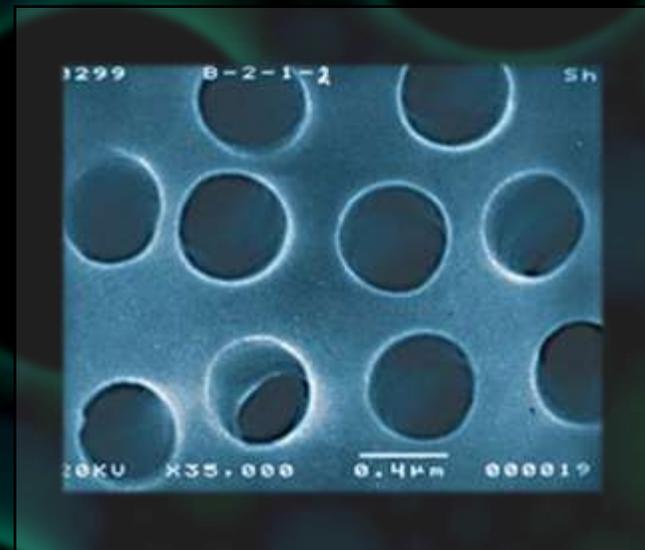


ЯДЕРНЫЕ ФИЛЬТРЫ

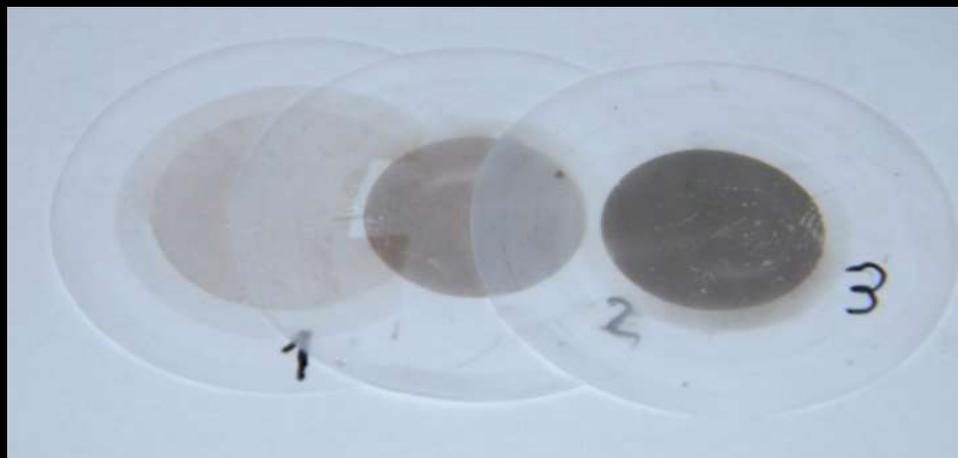
Ядерные фильтры – тонкие полимерные плёнки, облученные потоками тяжёлых ионов и подвергшиеся химической обработке, на поверхности которых в результате образуется пористая структура.

В настоящее время можно получать ЯФ с размерами пор от 4 нм до ~10 мкм

ЯФ устойчивы по отношению к агрессивным средам, пассивны в биологическом отношении, они не разрушаются бактериями



МЕТОДЫ НАПЫЛЕНИЯ

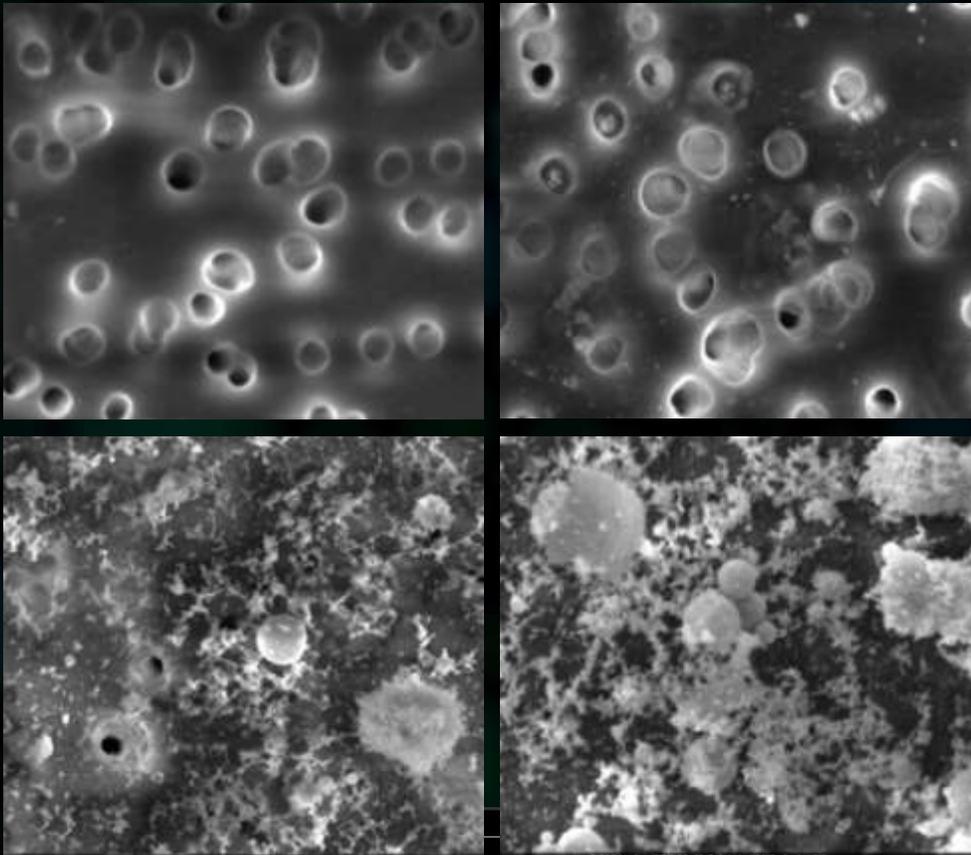


Образцы ЯФ, модифицированных Ag-НМС

Условия эксперимента, характеристика аэрозоля	Образец		
	Ag-ЯФ-1	Ag-ЯФ-2	Ag-ЯФ-3
Время напыления, час	2	2	2
Концентрация частиц серебра в аэрозоле, см ³	$1,56 \cdot 10^5$	$3,34 \cdot 10^6$	$4,38 \cdot 10^6$
Среднеквадратичная дисперсия распределения частиц Ag по размерам, нм	$8 \cdot 10^{-9}$	$5,5 \cdot 10^{-9}$	$6,6 \cdot 10^{-9}$
Диаметр частиц Ag, соответствующий max распределения по размерам, нм	49	28	30

Сравнительная таблица методов напыления

МЕТОДЫ НАПЫЛЕНИЯ

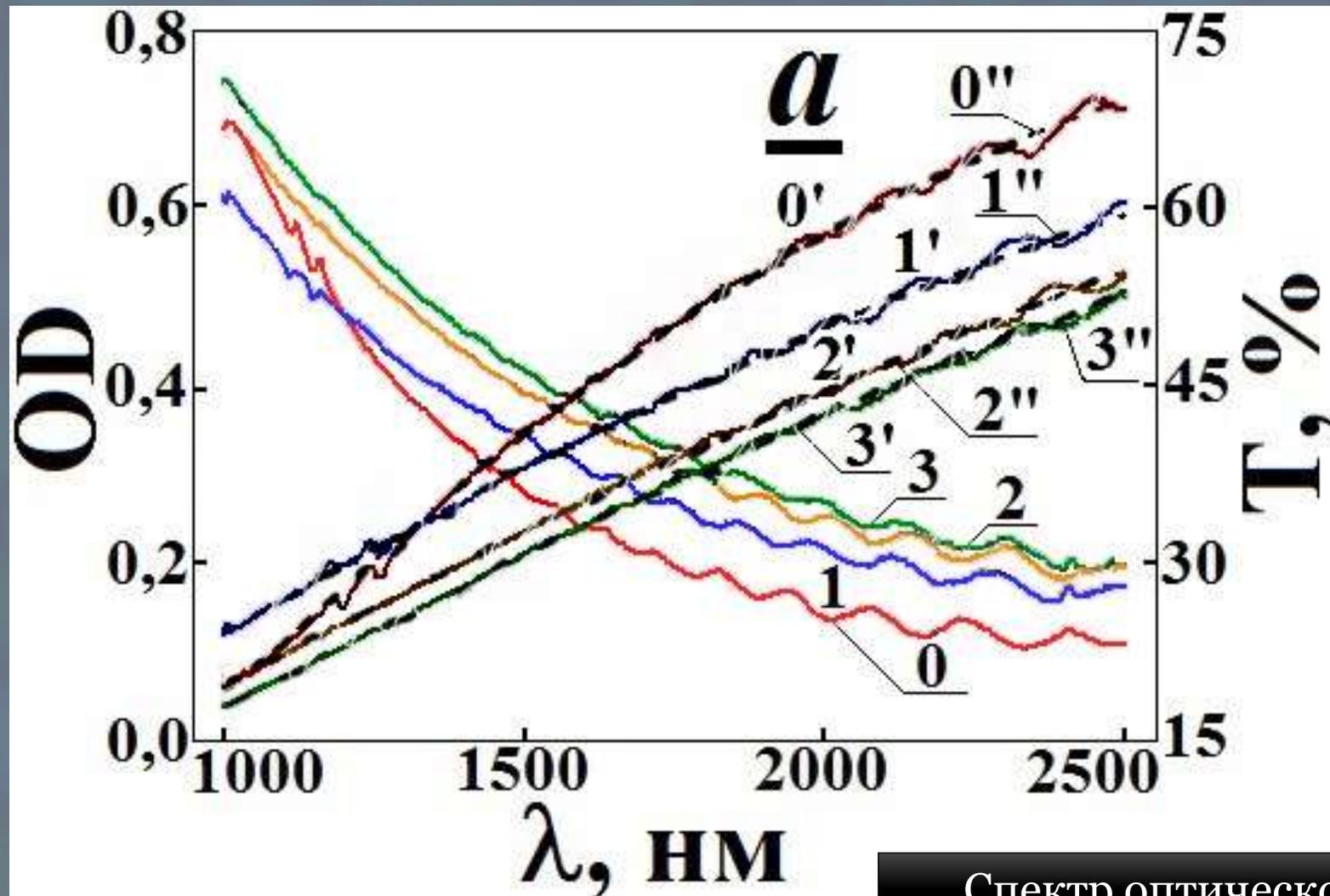


РЭМ изображения Ag-НМС

Условия эксперимента, характеристика аэрозоля	Образец		
	Ag-ЯФ-1	Ag-ЯФ-2	Ag-ЯФ-3
Время напыления, час	2	2	2
Концентрация частиц серебра в аэрозоле, см ³	$1,56 \cdot 10^5$	$3,34 \cdot 10^6$	$4,38 \cdot 10^6$
Среднеквадратичная дисперсия распределения частиц Ag по размерам, нм	$8 \cdot 10^{-9}$	$5,5 \cdot 10^{-9}$	$6,6 \cdot 10^{-9}$
Диаметр частиц Ag, соответствующий max распределения по размерам, нм	49	28	30

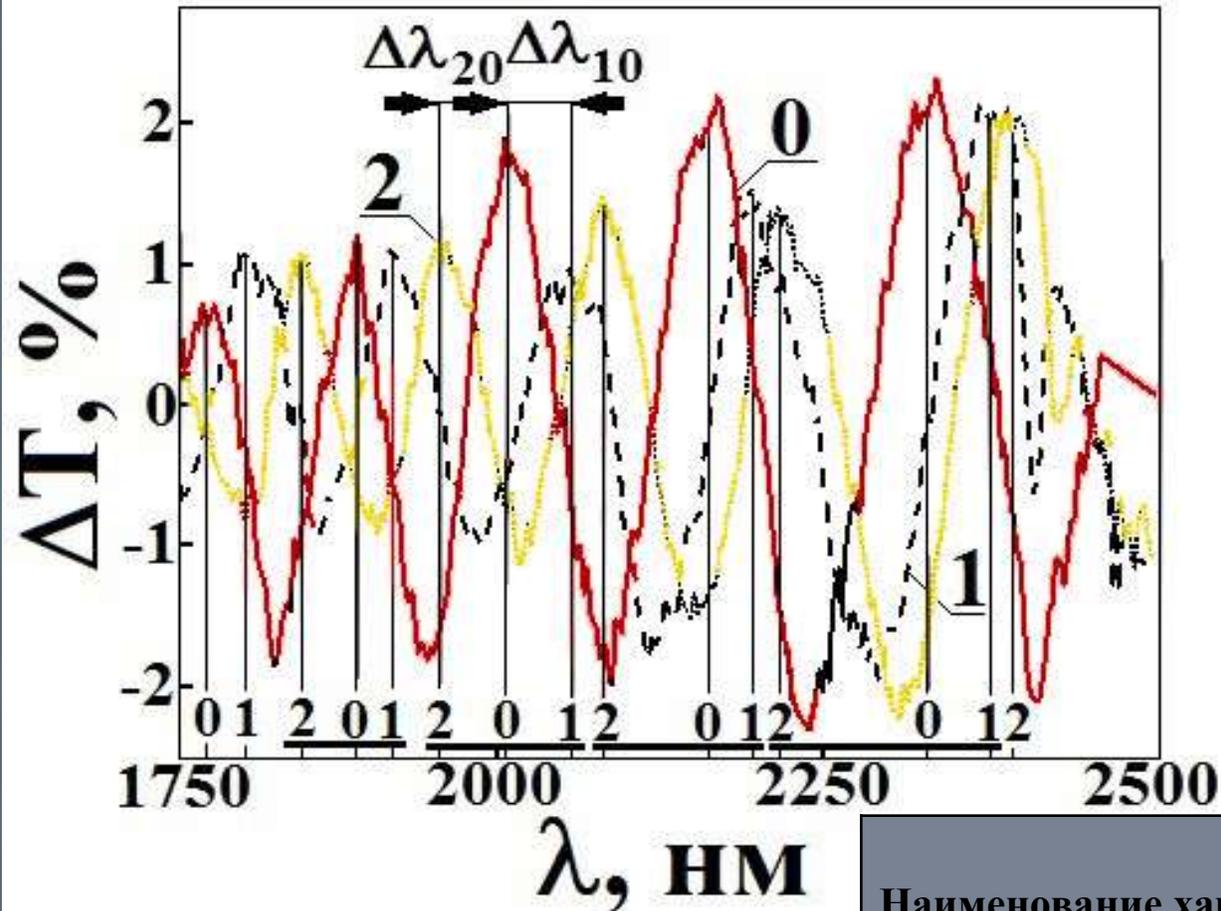
Сравнительная таблица методов напыления

АНАЛИЗ КОНТРАСТА ИНТЕРФЕРЕНЦИОННОЙ КАРТИНЫ



Спектр оптического поглощения

АНАЛИЗ КОНТРАСТА ИНТЕРФЕРЕНЦИОННОЙ КАРТИНЫ

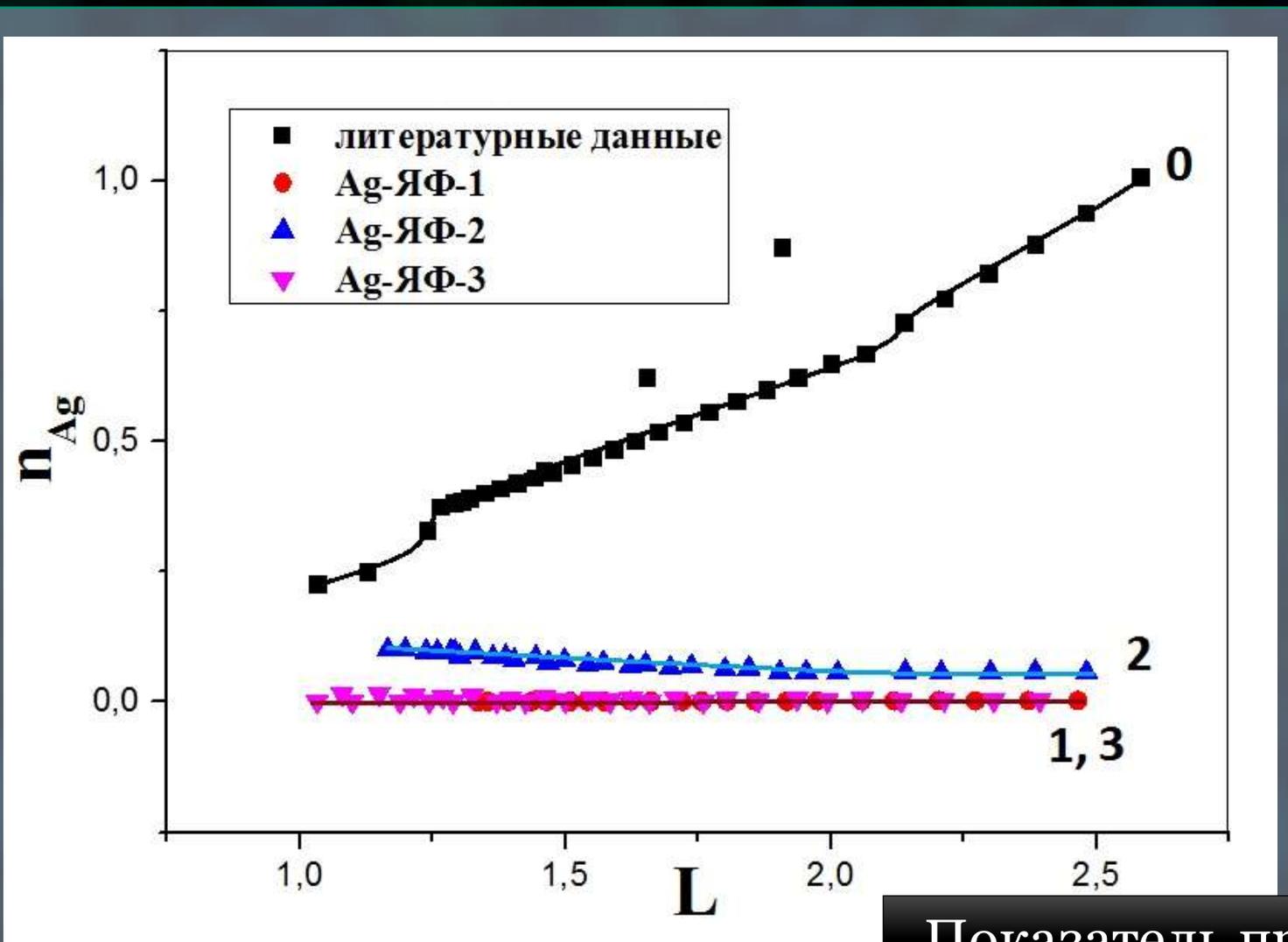


Толщина нанесённой плёнки серебра:

$$d_{Ag} = \frac{\Delta\lambda}{n_{\text{ПЭТФ}}}$$

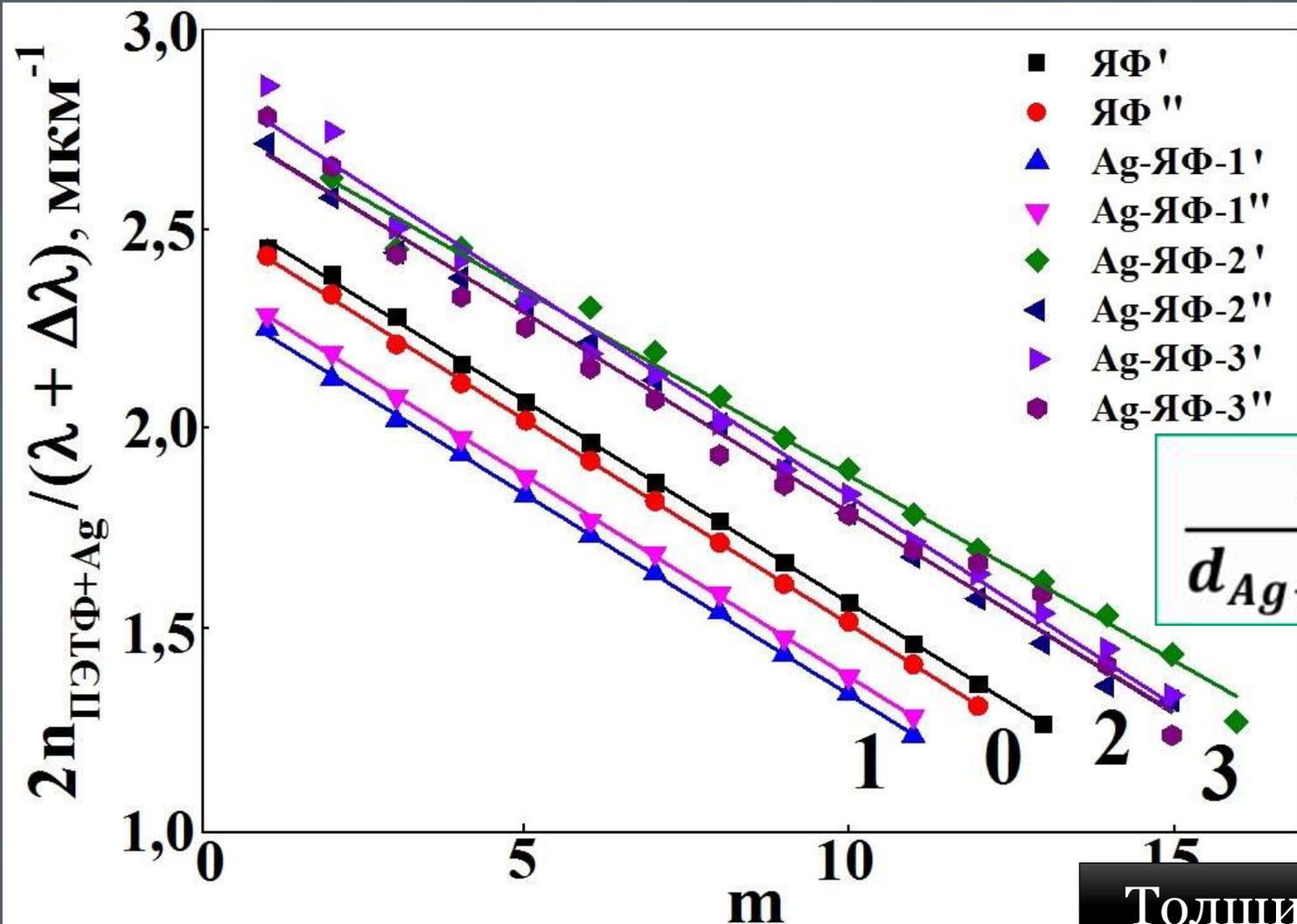
Наименование характеристики	ЯФ	Ag- ЯФ-1	Ag- ЯФ-2	Ag- ЯФ-3
Средняя шероховатость R, нм	17,971	28,342	79,473	107,142

АНАЛИЗ КОНТРАСТА ИНТЕРФЕРЕНЦИОННОЙ КАРТИНЫ



Показатель преломления Ag

АНАЛИЗ КОНТРАСТА ИНТЕРФЕРЕНЦИОННОЙ КАРТИНЫ



$$\frac{1}{d_{\text{Ag+ПЭТФ}}} * \frac{2n_{\text{ПЭТФ+Ag}}}{\lambda + \Delta\lambda} = m$$

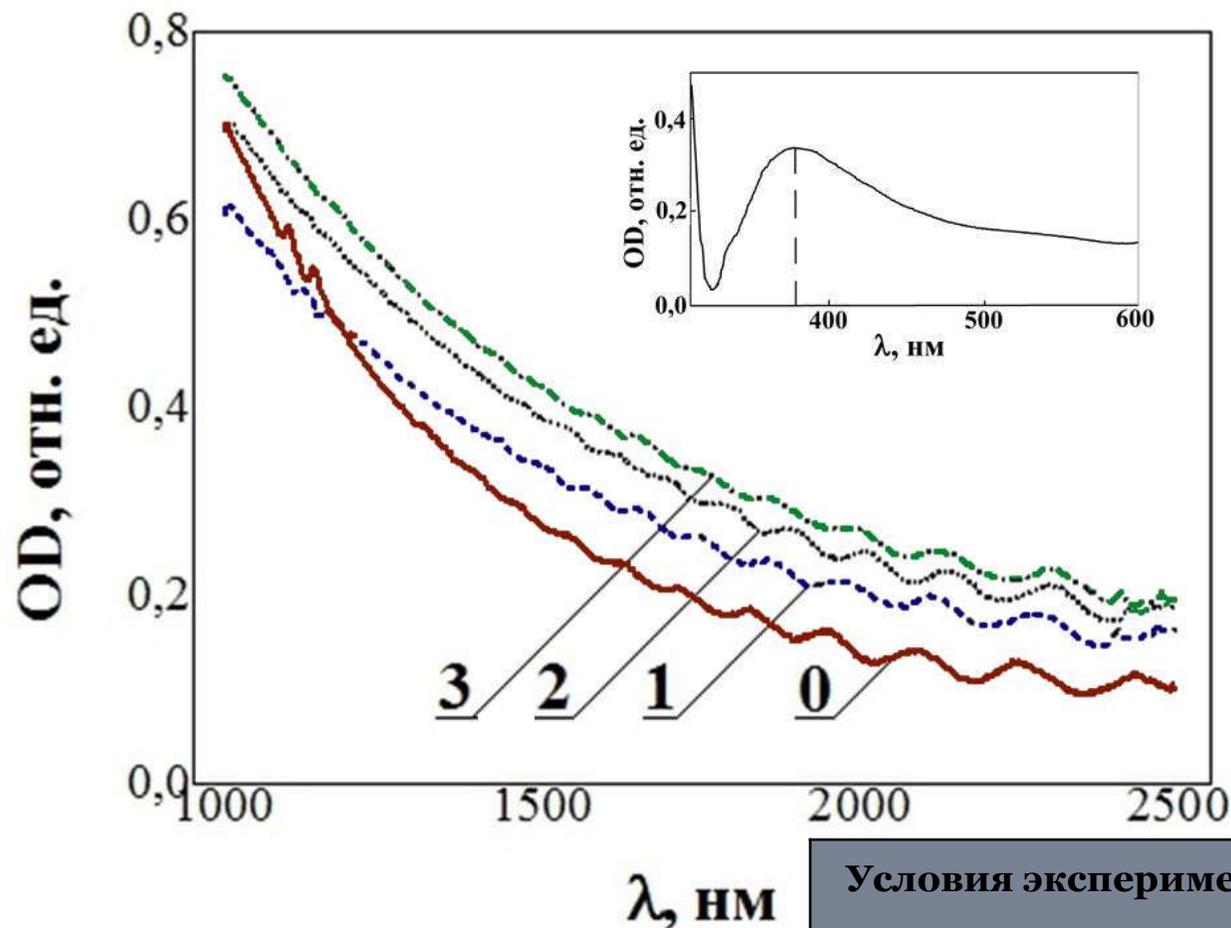
Толщина напылённого слоя

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

- Обнаружено влияние ППП, образующихся при прохождении света сквозь плёнки пористого серебра, на дифракцию и интерференцию света в образцах Ag-ЯФ
- Обнаружена взаимосвязь сдвига ИК в спектрах оптического поглощения образцов Ag-ЯФ, модифицированных массивами НМЧ серебра, с толщиной нанесённого покрытия
- Предложен подход для определения характеристик нано-/микроструктурированных плёнок металлов на поверхности матовых подложек

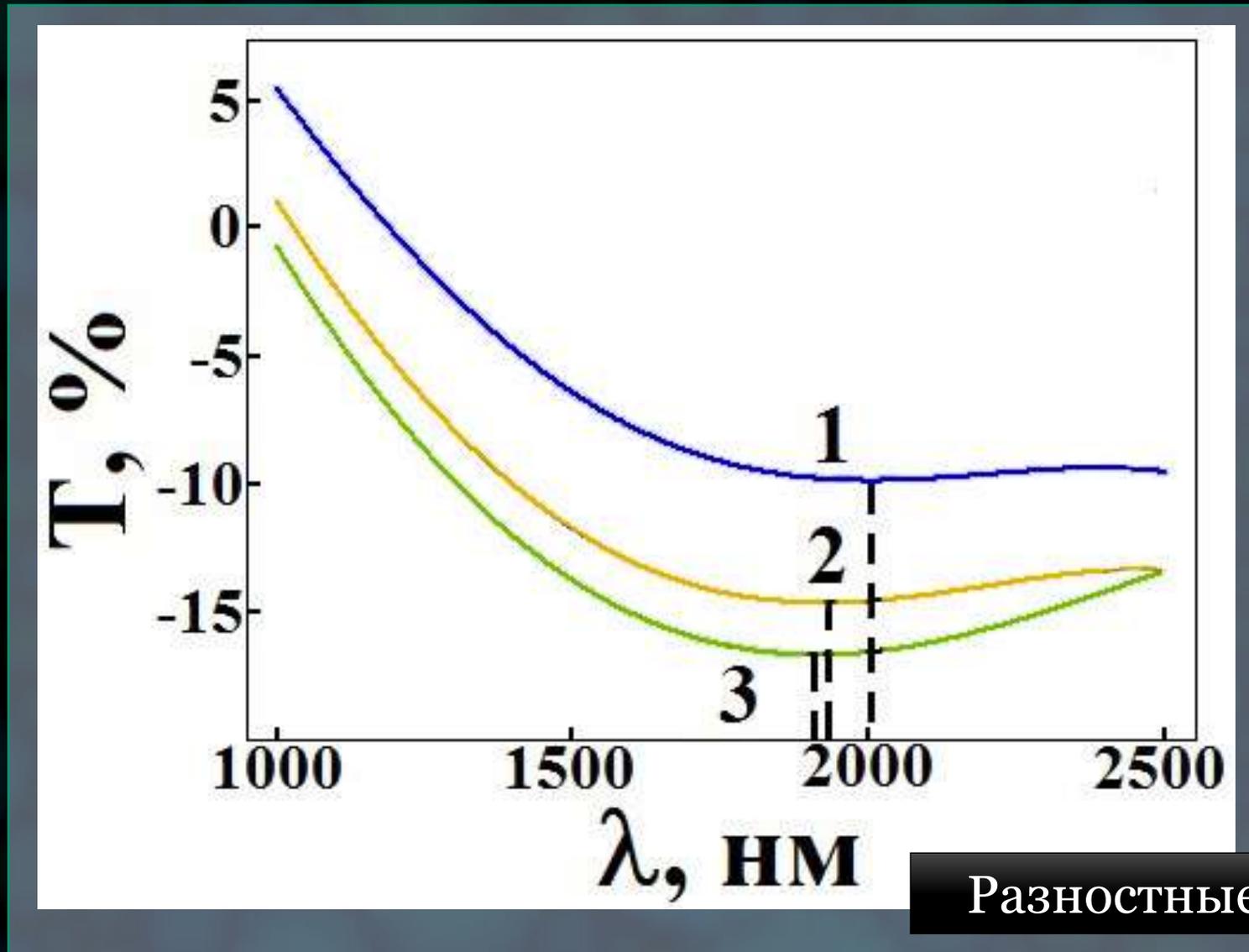
СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ

АНАЛИЗ КОНТРАСТА ИНТЕРФЕРЕНЦИОННОЙ КАРТИНЫ



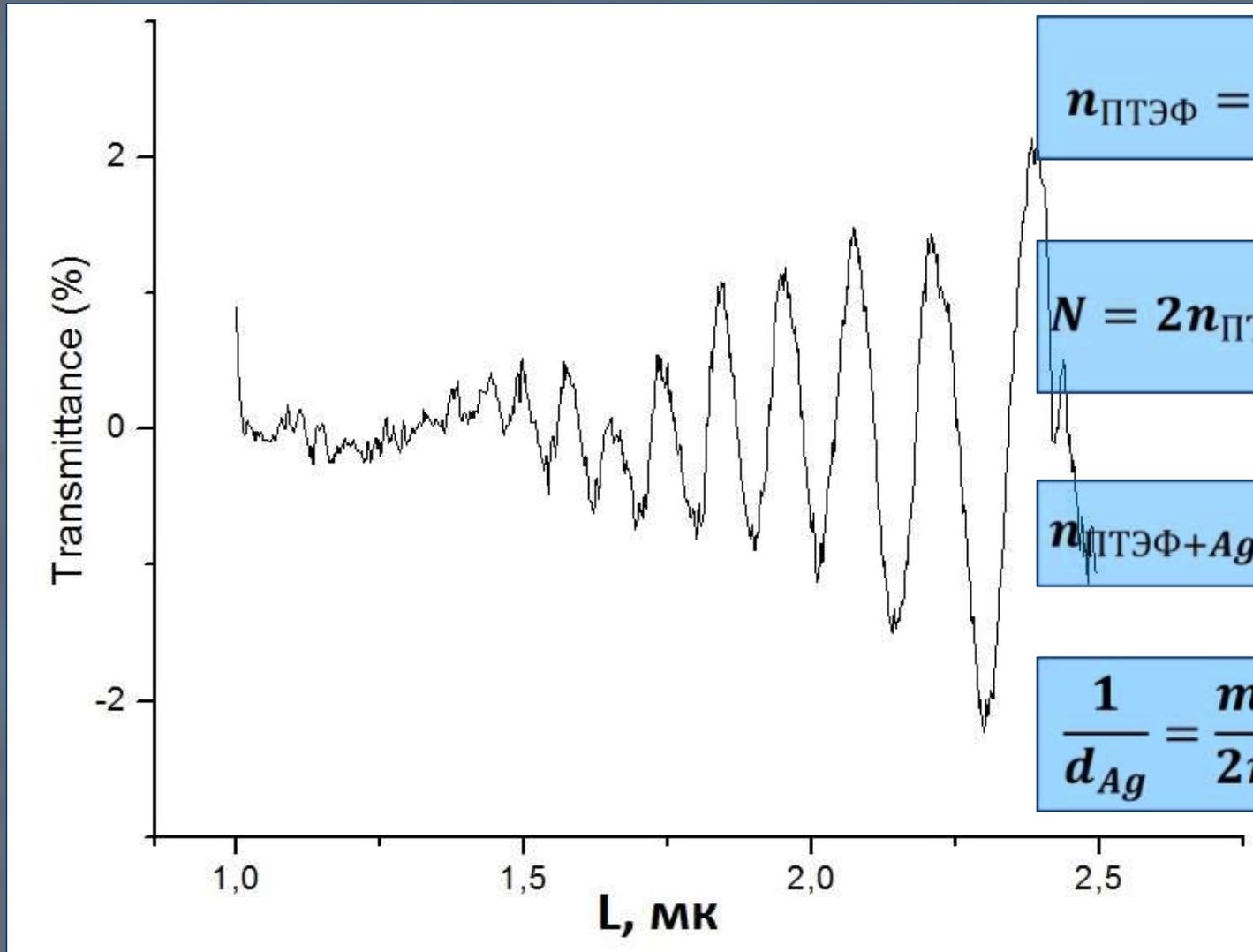
Условия эксперимента, характеристика аэрозоля	Образец		
	Ag-ЯФ-1	Ag-ЯФ-2	Ag-ЯФ-3
Диаметр частиц Ag, соответствующий max	49	28	30

АНАЛИЗ КОНТРАСТА ИНТЕРФЕРЕНЦИОННОЙ КАРТИНЫ



Разностные спектры

АНАЛИЗ КОНТРАСТА ИНТЕРФЕРЕНЦИОННОЙ КАРТИНЫ



$$n_{\text{ПТЭФ}} = 1,526 + \frac{2,4 * 10^{-3}}{\lambda^2} + \frac{8,9 * 10^{-7}}{\lambda^4}$$

$$N = 2n_{\text{ПТЭФ}} \frac{T_{\text{max}} - T_{\text{min}}}{T_{\text{min}}T_{\text{max}}} + \frac{n_{\text{ПТЭФ}}^2 + 1}{2}$$

$$n_{\text{ПТЭФ+Ag}} = \left\{ N + (N^2 - n_{\text{ПТЭФ}}^2)^{1/2} \right\}^{1/2}$$

$$\frac{1}{d_{\text{Ag}}} = \frac{m(\lambda + \Delta\lambda)}{2n_{\text{ПЭТФ+Ag}}}$$