

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

Кафедра «Проектирование и технология производства ЭА» (ИУ-4)

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

на тему:

**«Разработка методики комплексной
оценки качественных характеристик
нанокомпозитов на основе опаловых
матриц с использованием нейросетевого
прогнозирования»**

Студент: Фомина Т.В.

Руководитель: к.т.н. доцент Власов А.И.

Москва, 2010 г.

Цели и задачи

Цель работы - разработка методики, позволяющей прогнозировать свойства нанокompозитов на основе опаловых матриц

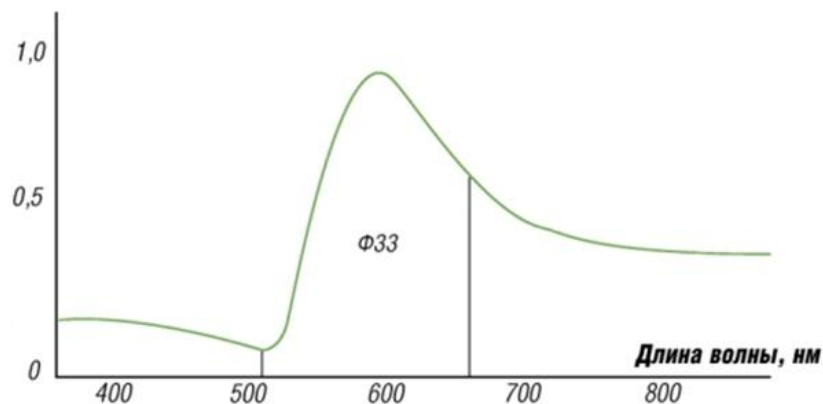
Задачи:

- Классифицировать методы получения нанокompозитов на основе опаловых матриц;
- Разработать прикладную библиотеку типовых маршрутов синтеза опаловых нанокompозитов;
- Исследовать метод формирования нанокompозитов на основе опаловых матриц с заполнением межглобулярных пустот металлами Ni, Fe, Ag с помощью магнетронного напыления;
- Разработать методику комплексной оценки характеристик нанокompозитов на основе опаловых матриц с использованием нейросетевого прогнозирования;
- Разработать стенд и комплект методических материалов, обеспечивающий использование результатов исследований в образовательном процессе;

Наноконпозиты на основе опаловых матриц

Наноконпозиты на основе опаловых матриц обладают фотонной запрещенной зоной

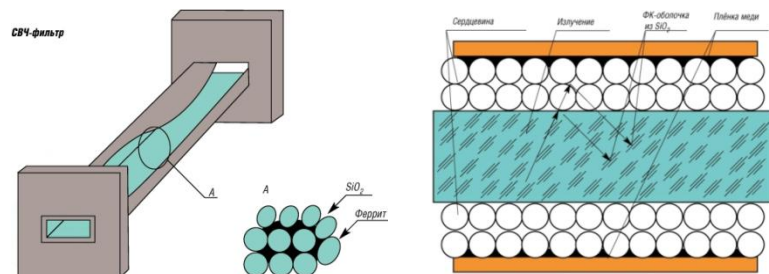
ФЗЗ - диапазон частот $\omega(k)$, где распространение света определённой частоты (или длины волны) запрещено в фотонном кристалле во всех направлениях, при этом падающий на фотонный кристалл свет полностью отражается от него.



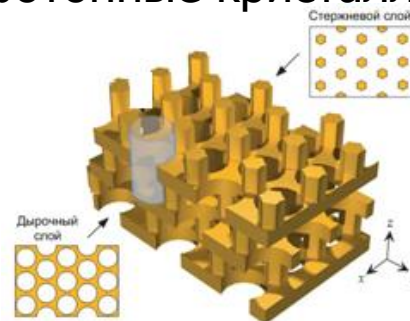
Спектр отражения наноконпозита опал+Ni

Применение наноконпозитов на основе опаловых матриц:

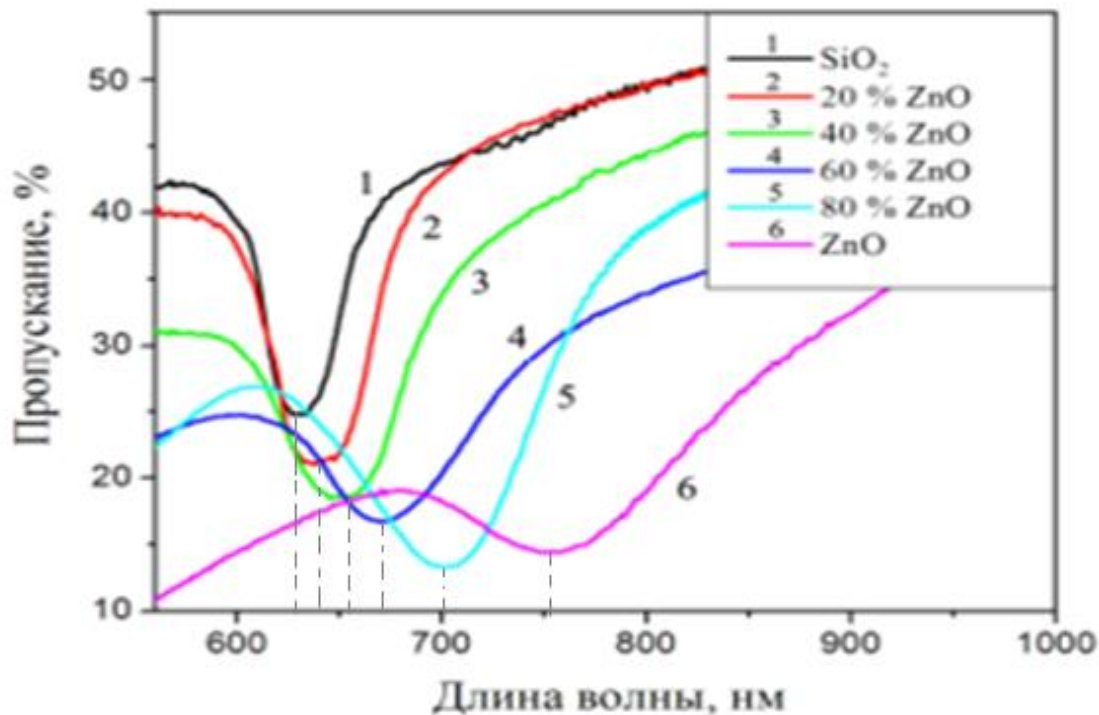
- волноводы, резонаторы, фильтры



- фотонные кристаллы (перспектива)



Анализ положения ФЗЗ



Спектры пропускания
нанокomпозитов опал--ZnO

Факторы, влияющие на положение ФЗЗ:

- Диаметр глобул
- Метод формирования матрицы
- Отжиг
- Температура
- Материал внедрения
- Метод заполнения пустот
- Характер заполнения пустот
- Процент заполнения пустот

Методы получения структур на основе опаловых матриц

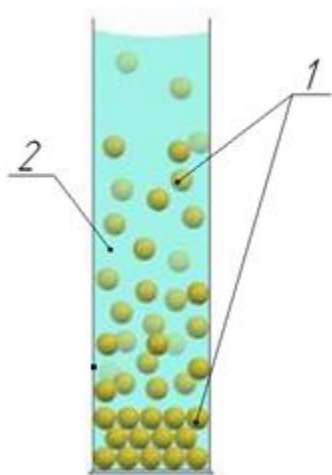


Получение опалового нанокompозита методом магнетронного напыления

Исходные данные	
№ документа	Дата
ИЗМ. 01	2015.10.11
ИЗМ. 02	2015.10.11
ИЗМ. 03	2015.10.11
ИЗМ. 04	2015.10.11
ИЗМ. 05	2015.10.11
ИЗМ. 06	2015.10.11
ИЗМ. 07	2015.10.11
ИЗМ. 08	2015.10.11
ИЗМ. 09	2015.10.11
ИЗМ. 10	2015.10.11
ИЗМ. 11	2015.10.11
ИЗМ. 12	2015.10.11
ИЗМ. 13	2015.10.11
ИЗМ. 14	2015.10.11
ИЗМ. 15	2015.10.11
ИЗМ. 16	2015.10.11
ИЗМ. 17	2015.10.11
ИЗМ. 18	2015.10.11
ИЗМ. 19	2015.10.11
ИЗМ. 20	2015.10.11
ИЗМ. 21	2015.10.11
ИЗМ. 22	2015.10.11
ИЗМ. 23	2015.10.11
ИЗМ. 24	2015.10.11
ИЗМ. 25	2015.10.11
ИЗМ. 26	2015.10.11
ИЗМ. 27	2015.10.11
ИЗМ. 28	2015.10.11
ИЗМ. 29	2015.10.11
ИЗМ. 30	2015.10.11
ИЗМ. 31	2015.10.11
ИЗМ. 32	2015.10.11
ИЗМ. 33	2015.10.11
ИЗМ. 34	2015.10.11
ИЗМ. 35	2015.10.11
ИЗМ. 36	2015.10.11
ИЗМ. 37	2015.10.11
ИЗМ. 38	2015.10.11
ИЗМ. 39	2015.10.11
ИЗМ. 40	2015.10.11
ИЗМ. 41	2015.10.11
ИЗМ. 42	2015.10.11
ИЗМ. 43	2015.10.11
ИЗМ. 44	2015.10.11
ИЗМ. 45	2015.10.11
ИЗМ. 46	2015.10.11
ИЗМ. 47	2015.10.11
ИЗМ. 48	2015.10.11
ИЗМ. 49	2015.10.11
ИЗМ. 50	2015.10.11

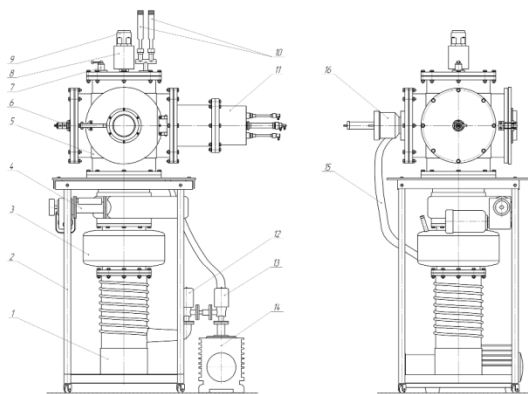
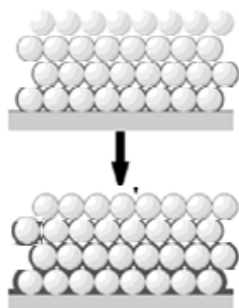
Библиотека типовых ТП

Технология получения нанокompозитов методом магнетронного распыления



Получение опаловой матрицы методом седиментации : 1-глобулы опала, 2-суспензия

Седиментация



Технические параметры вакуумного универсального поста (ВУП)

1. Предельное остаточное давление в рабочей камере: не более 10^{-3} Па;
2. Время получения высокого ($2 \cdot 10^{-3}$ Па) вакуума: 25 мин;
3. Количество технологических источников: 3;
4. Тип источников:
 - магнетрон на постоянном токе (МРС);
 - автономный источник ионов (АИИ);
 - дуговой источник ИД-200-01;
5. Рабочее напряжение магнетронной системы распыления: 400...500 В;
6. Рабочее напряжение дугового источника: 20...40 В;
7. Максимальное ускоряющее напряжение АИИ: 20 кВ;

Общий вид ВУП (каф. МТ11): диффузионный насос Н-250 (1), рама (2), азотная ловушка (3), высоковакуумный затвор (4), рабочая камера (5), магнетрон (6), клапан напуска атмосферы (7), ввод вращения (8), двигатель РД-09 (9), датчики измерения вакуума (10), дуговой источник ИД-200-01 (11), электромагнитные клапана (12, 13), форвакуумный механический насос НВР-16Д (14), автономный источник ионов (15), байпасная магистраль (16).

Магнетронное распыление

Экспериментальные данные



Образец 1

D=360 нм

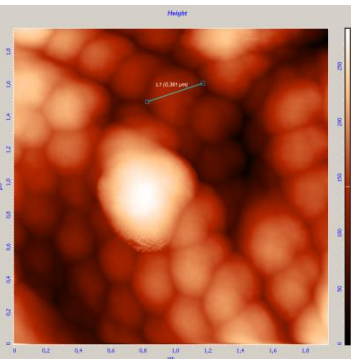
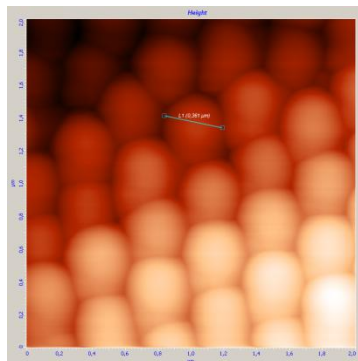
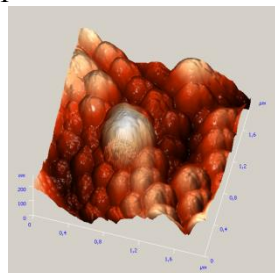
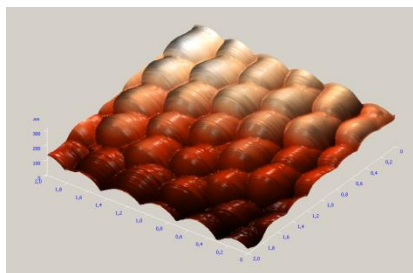
Метод: седиментация

Образец 2

D=360 нм

Метод: седиментация

Материал внедрения: Ni
магнетронное напыление



Сканирующий Зондовый Микроскоп

Технические характеристики

Измерительная система Измерительные головки АСМ и СТМ (стационарные, с автоматической установкой); жидкостная и наносклерометрическая (сменные, с ручной установкой) Доступные СЗМ методы АСМ, СТМ, наносклерометрия на воздухе АСМ, в жидкости Система регистрации отклонений кантилевера автоматизированная юстировка

Образец Размер до 20 мм в диаметре, до 10 мм в высоту Вес образца до 100 г Температурный контроль образца от комнатной до 150° С

Система сканирования Область сканирования 100x100x10 мкм (с датчиками обратной связи) 3x3x2 мкм в режиме высокого разрешения Нелинейность, XY 0.1 % (с датчиками обратной связи)

Разрешение Шум XY не более 0.3 нм (с датчиками обратной связи) Уровень шума Z (RMS в полосе 10 — 1000 Гц) 0.03 нм (типично) с датчиками обратной связи 0.02 нм в режиме высокого разрешения

Система позиционирования образца Способ позиционирования автоматизированный, привязанный к системе видеонаблюдения Диапазон, XY 5x5 мм Минимальный шаг 0.3 мкм

Спектроэллипсометр Эльф

Техническая характеристика:

Диапазон длин волн 380 – 1050 нм

Спектральное разрешение 2,5-4 нм

Воспроизводимость и стабильность при измерении эллипсометрических параметров в диапазоне длин волн 400-1000 нм не хуже 0,010

Точность– не хуже 0,1 нм

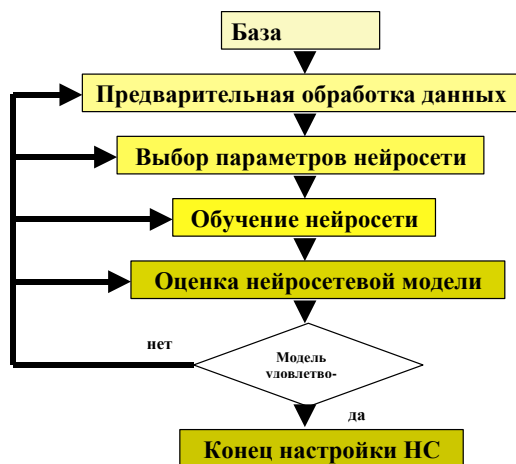
показатель преломления – 0,005

Угол падения светового луча 450 – 900

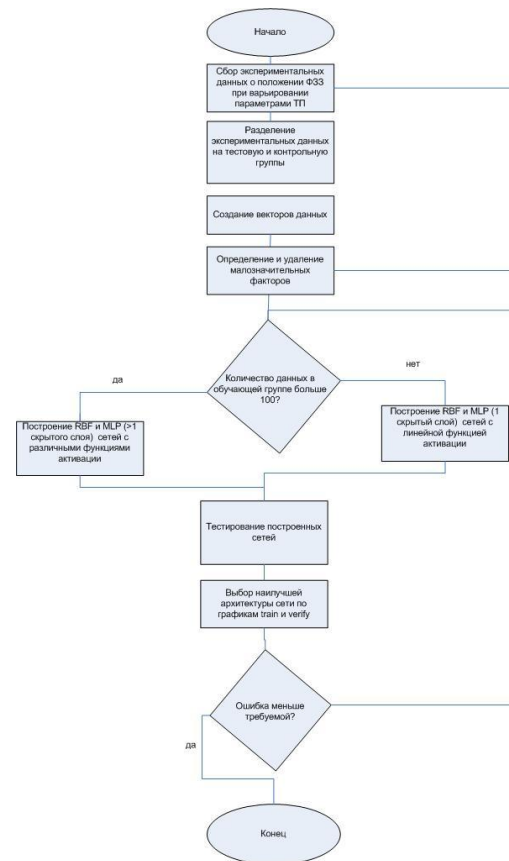
Время измерения спектра 0,5-2 сек

Дискретность измерения спектра 400 точек

Методика комплексной оценки качественных характеристик нанокompозитов на основе опаловых матриц с использованием нейросетевого прогнозирования

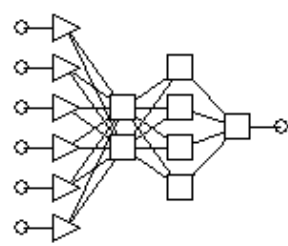
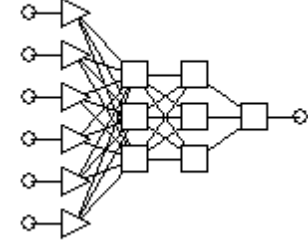
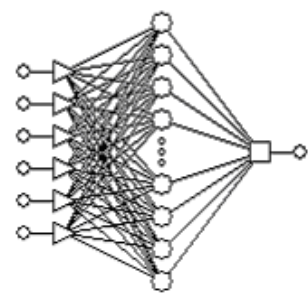


Общий алгоритм решения задачи с использованием нейросетевого моделирования



Алгоритм построения нейросети для прогнозирования свойств нанокompозитов на основе опаловых матриц в приложении Statistica Neural Network

Применение методики оценки качественных характеристик нанокompозитов для методов седиментации и магнетронного напыления

		
<p>Многослойный персептрон (2 скр. 2-4 нейрона)</p>	<p>Многослойный персептрон (2 скр. 3-3 нейрона)</p>	<p>Радиальная базисная функция</p>

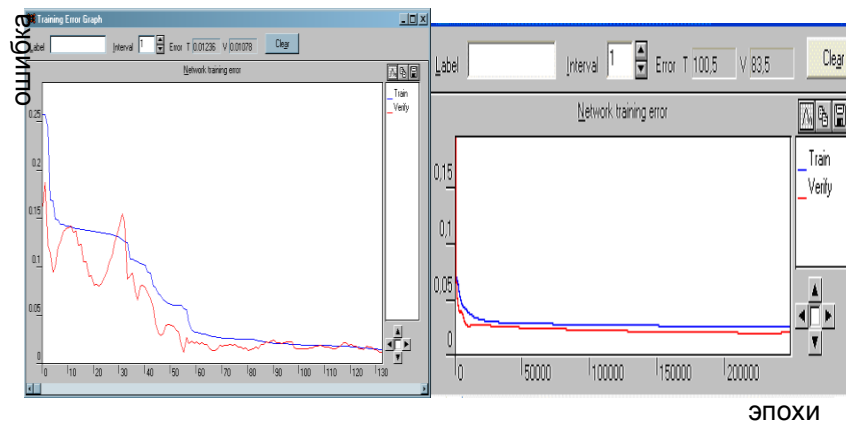
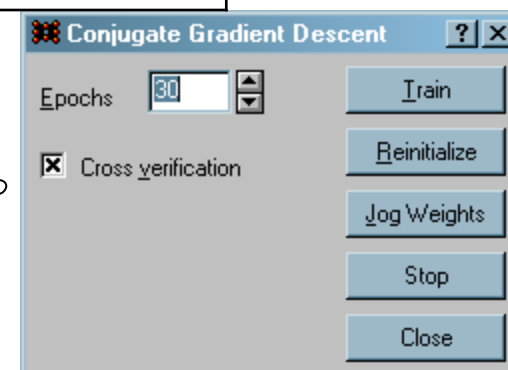
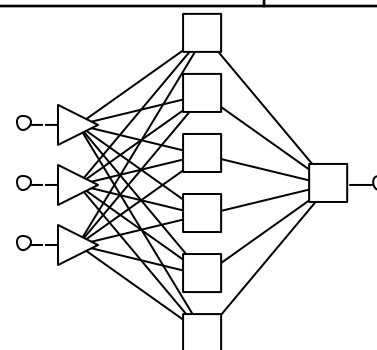


График процесса обучения сетей типа MLP



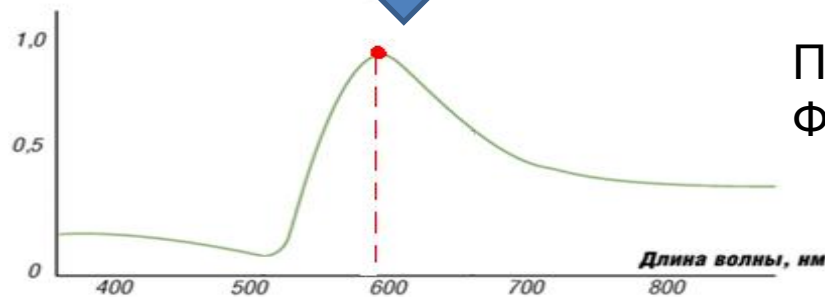
Структура оптимальной сети и параметры процесса ее обучения (процесс: седиментация. Входные параметры: размер глобул, время выдержки, температура отжига Контролируемый параметр: Ф33)

Результат



Типовой ТП

+ Параметры ТП



Положения максимума
Ф33

Выводы

- Проведена классификация методов получения нанокompозитов на основе опаловых матриц;
- Разработана прикладная библиотека типовых маршрутов синтеза опаловых нанокompозитов;
- Экспериментально исследован метод формирования нанокompозитов на основе опаловых матриц с заполнением межглобулярных пустот металлами Ni, Fe, Ag с помощью магнетронного напыления;
- Разработана методика комплексной оценки характеристик нанокompозитов на основе опаловых матриц с использованием нейросетевого прогнозирования;
- Разработан стенд и комплект методических материалов, обеспечивающий использование результатов исследований в образовательном процессе;

Апробация

- По материалам работ опубликовано 5 работ, основная из которых «Разработка методики прогнозирования свойств нанокompозитов на основе опаловых матриц» ”Программа второй всероссийской школы-семинара студентов и молодых учёных по наноинженерии. 2010 стр. 371-378
- Работа награждена золотой медалью «За лучшую научную студенческую работу» Всероссийского конкурса научно-исследовательских работ студентов ВУЗов в области нанотехнологий и наноматериалов Федерального Агентства по образованию



Благодарю за внимание