

**С.В. Карпов, В.В. Слабко**

**ОПТИЧЕСКИЕ И ФОТОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА  
ФРАКТАЛЬНО-СТРУКТУРИРОВАННЫХ ЗОЛЕЙ  
МЕТАЛЛОВ**

**Издательство СО РАН, 2003, 265 с.**

**Аннотация:**

В книге излагаются результаты экспериментальных исследований оптических и нелинейно-оптических свойств золей металлов, а также фотохромных эффектов, наблюдаемых в этом типе сред. На основе как традиционных теорий, так и новых физических концепций обсуждаются причины появления нетривиальных физических свойств у ансамблей металлических наночастиц при их объединении во фрактальные структуры. Книга представляет интерес для специалистов, работающих в области физики и физико-химии дисперсных сред, а также для студентов университетов и аспирантов соответствующих специальностей.

Ил. 60, Библиогр. 195 назв.

Ответственный редактор:  
доктор физико-математических наук Л.Е. Парамонов

Рецензенты:  
доктор физико-математических наук  
Е.М. Аверьянов,  
доктор физико-математических наук  
С.Я. Ветров,  
доктор физико-математических наук  
В.Н. Лопатин

**По вопросу приобретения книги обращаться по адресу:**

Сергей Васильевич Карпов,  
доктор физ.-мат. наук,  
ведущий научный сотрудник,  
Институт физики им. Л.В. Киренского СО РАН,

**Почтовый адрес:**

Институт физики им. Л.В. Киренского СО РАН,  
Красноярск, 660036  
tel/office: (3912) 494-613  
fax: (3912) 438-923  
**e-mail:** karpov@iph.krasn.ru

## Оглавление

Предисловие	
Глава 1. Элементы теории	13
1.1. Векторы поля и уравнения Максвелла. Основные понятия.	13
1.2. Оптические свойства золей с изолированными частицами	16
1.2.1. Оптические резонансы малых металлических частиц. Поверхностные плазмоны.	18
1.2.2. Оптические характеристики металлов	31
1.2.2.1. Оптические константы металлов и взаимодействие света с металлической поверхностью	34
1.2.3. Некоторые сведения из теории Ми	40
1.2.3.1. Основные соотношения	43
1.3. Оптические свойства агрегированных золей	48
1.3.1. Фрактальная структура коллоидных агрегатов	50
1.3.2. Линейные оптические поляризуемости фрактальных агрегатов (в модели бинарного взаимодействия частиц)	54
1.3.3. Неоднородное уширение оптических спектров агрегатов и связь спектров с фрактальной размерностью	60
1.3.4. Эффекты усиления локального электромагнитного поля во фрактальных агрегатах	62
Заключение к главе 1	76
Глава 2. Линейные спектры поглощения золей серебра	77
2.1. Математические модели роста фрактальных агрегатов	82
2.2. Математическое моделирование спектров поглощения фрактальных агрегатов в рамках точной теории	84
2.3. Влияние электродинамического взаимодействия частиц на их спектры поглощения	89
2.4. Особенности спектров плазменного поглощения реальных золей серебра	92
2.4.1. Методики приготовления гидрозолей серебра	94
2.5. Факторы, определяющие свойства золей в теории оптических свойств фрактальных кластеров	95
2.6. Анализ рассчитанных спектральных зависимостей	98
2.7. Спектральное определение степени агрегации золей	118
Заключение к главе 2	122
2.2. Математическое моделирование спектров поглощения фрактальных агрегатов в рамках точной теории	84
2.3. Влияние электродинамического взаимодействия частиц на их спектры поглощения	89
2.4. Особенности спектров плазменного поглощения реальных золей серебра	92
2.4.1. Методики приготовления гидрозолей серебра	94
2.5. Факторы, определяющие свойства золей в теории оптических свойств фрактальных кластеров	95
2.8. Анализ рассчитанных спектральных зависимостей	98
2.9. Спектральное определение степени агрегации золей	118
Заключение к главе 2	122

Основные понятия нелинейной оптики	
Исследование нелинейно-оптических характеристик гидрозолей серебра методом вырожденного четырехволнового параметрического рассеяния	132
Введение	132
Механизмы оптической нелинейности металлических наночастиц	134
Экспериментальные исследования	143
Исследование нелинейно-оптических характеристик гидрозолей серебра методом Z-сканирования	149
Экспериментальная методика	150
Результаты экспериментов по нелинейной рефракции гидрозолей серебра	152
Механизмы изменения оптических характеристик гидрозоля в поле лазерного излучения	158
Механизм увеличения электродипольных моментов переходов воды	160
	160
Механизм изменения резонансной частоты частиц серебра. Динамические резонансы	162
	163
Механизмы изменения концентрации компонент золя	
Анализ сопутствующих процессов и их кинетики	
Заключение к главе 3	
Глава 4.	
Фотомодификация фрактальных агрегатов серебра, селективная по частоте и поляризации	168
4.1. Введение	168
4.2. Экспериментальные исследования	169
Заключение к главе 4	180
Глава 5. Закономерности фотостимулированной агрегации золей металлов	
5.1. Эволюция спектров поглощения гидрозолей серебра при фотостимулированной агрегации дисперсной фазы	181
	182
5.2. Кинетика фотохромных реакций металлического коллоидного серебра	190
5.3. Зависимость скорости фотостимулированной агрегации гидрозолей серебра от длины волны облучающего света	195
5.4. Наблюдение двухфотонного фотоэффекта в оптических полях низкой интенсивности при фотостимулированном образовании фрактальных агрегатов коллоидного серебра,	205
Заключение к главе 5	212
Глава 6. Физические механизмы фотостимулированной агрегации золей металлов	
6.1 Основные факторы устойчивости золей	216

6.2.	Оптические эффекты, сопутствующие фотоагрегации золей	219
6.3.	Описание коллоидов, использованных в экспериментах, и способов их стабилизации	221
6.3.1.	Электростатически стабилизированный золь серебра	222
6.3.2.	Гидрозоль серебра, стабилизированный полиэлектролитом	225
6.3.3.	Гидрозоль серебра, стабилизированный неионогенным полимером	226
6.4.	Кинетика агрегации золей	
6.5.	Анализ механизмов фотостимулированной агрегации золей с различным способом стабилизации	23
6.5.1.	Фотоагрегация электростатически-стабилизированных золей	23
6.5.1.1.	Механизм сжатия ионной составляющей адсорбционного слоя	23
6.5.1.2.	Анализ механизмов изменения величины собственного заряда частиц	23
6.5.2.	Общие закономерности фотоагрегации золей с белковыми стабилизаторами (полиэлектролитами)	238
6.5.3.	Электрострикционный механизм фотоагрегации золей, стабилизированных полиэлектролитом	241
6.5.4.	Фотоагрегация золей, стабилизированных неионогенным полимером	245
6.6.	О возможности коагуляции частиц золя вследствие диполь-дипольного взаимодействия	251