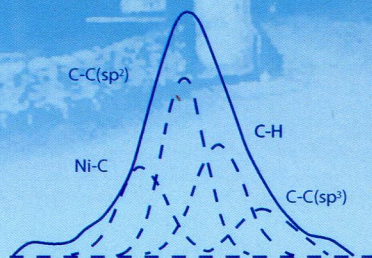
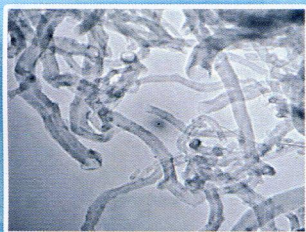


И. Н. Шабанова, В. И. Кодолов,  
Н. С. Теребова, В. В. Тринеева

# РЕНТГЕНОЭЛЕКТРОННАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ В ИССЛЕДОВАНИИ МЕТАЛЛ/УГЛЕРОДНЫХ НАНОСИСТЕМ И НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ МАТЕРИАЛОВ



**И. Н. Шабанова, В. И. Кодолов,  
Н. С. Терехова, В. В. Тринеева**

**РЕНТГЕНОЭЛЕКТРОННАЯ  
СПЕКТРОСКОПИЯ В ИССЛЕДОВАНИИ  
МЕТАЛЛУГЛЕРОДНЫХ НАНОСИСТЕМ  
И НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ  
МАТЕРИАЛОВ**

Ижевск  
2012

УДК 539.23  
ББК 22.371.21  
Р 397

**Шабанова И. Н., Кодолов В. И., Терехова Н. С., Тринеева В. В.**  
Рентгеноэлектронная спектроскопия в исследовании металл/углеродных наносистем и наноструктурированных материалов. — М.–Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2012. — 252 с.

В монографии рассматривается применение метода рентгеноэлектронной спектроскопии для исследования металл/углеродных наноматериалов, полученных в нанореакторах полимерных матриц в присутствии систем 3d-переходных металлов. Синтез металл/углеродных наноструктур зависит от содержания компонентов и заполнения d-оболочки металла. Изучены функционализация металл/углеродных наноструктур атомами фосфора, азота, d-металлов и механизмы модифицирования материалов нанокompозитами.

Полученные закономерности способствуют развитию новых направлений в синтезе наноструктур с уникальными свойствами.

Монография предназначена для студентов, готовящихся к научной работе, аспирантов, преподавателей физических, химических, приборостроительных факультетов вузов, а также для инженеров и научных работников, занимающихся вопросами нанотехнологий.

**ISBN 978-5-4312-0128-8**

© И. Н. Шабанова, В. И. Кодолов, Н. С. Терехова, В. В. Тринеева, 2012  
© ФГБОУВПО «Удмуртский государственный университет», 2012

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	7
<b>Глава 1. СИНТЕЗ МЕТАЛЛ/УГЛЕРОДНЫХ НАНОСТРУКТУР .....</b>	<b>13</b>
1.1. Классификация наноструктур и место среди них металл/углеродных наноструктур.....	13
1.2. Принципы нанохимии, используемые при синтезе наноструктур в нанореакторах полимерных матриц .....	23
1.3. Квантово-химическое моделирование нанореакторов и процессов получения в них наноструктур.....	44
1.4. Прогнозирование условий получения металл/углеродных нанокомпозитов и экспериментальные методы определения температурных интервалов процессов формирования наноструктур.....	57
1.5. Активность роста наноструктур и зависимость активности от состава, размеров, формы и способа получения наноструктур.....	67
1.6. Методы изменения активности наноструктур, в том числе металл/углеродных наноструктур и нанокомпозитов.....	80
1.7. Основные принципы получения наноструктурированных материалов .....	87
Литература к главе 1 .....	98
<b>Глава 2. РАЗВИТИЕ МЕТОДА РЕНТГЕНОЭЛЕКТРОННОЙ СПЕКТРОСКОПИИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ МЕТАЛЛ/УГЛЕРОДНЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ .....</b>	<b>107</b>
2.1. Возможности и преимущества метода рентгеноэлектронной спектроскопии (РЭС).....	107

2.2. Отечественные рентгеноэлектронные магнитные спектрометры с двойной фокусировкой .....	109
2.3. Развитие методики проведения эксперимента .....	121
2.4. Развитие методики идентификации C1s-спектров исследуемых образцов .....	127
2.5. Изучение углеродных наносистем с известной структурой.....	131
2.6. Калибровка рентгеноэлектронных спектров .....	135
Литература к главе 2 .....	138

### **Глава 3. РЕЗУЛЬТАТЫ РЕНТГЕНОЭЛЕКТРОННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ МЕТАЛЛ/УГЛЕРОДНЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ.....**

141

3.1. Исследование металл/углеродных наноструктур, полученных из смеси антрацена и хлоридов металлов	141
3.2. Сравнительное исследование наноструктур, полученных методами электродугового синтеза и синтеза из ароматических углеводородов в нанореакторах матриц.....	151
3.3. Исследования металл/углеродных наноструктур, полученных из поливинилового спирта в слоистых минеральных средах.....	153
3.4. Использование метода РЭС для контроля процессом синтеза металл/углеродных наноструктур.....	156
3.5. Получение металлсодержащих наноструктур в нанореакторах полимерных матриц .....	160
3.6. Развитие метода рентгеноэлектронной спектроскопии для изучения спинового состояния в магнитных материалах .....	168
3.7. Применение рентгеноэлектронной спектроскопии для изучения магнитного момента 3d-металлов в металл/углеродных наноструктурах .....	176
3.8. Зависимость величины атомного магнитного момента d-металлов от химического строения наноформ.....	182

---

3.9. Разработка модели роста металл/углеродных наноформ и характера взаимодействия атомов углерода с металлом.....	190
Литература к главе 3 .....	192
<b>Глава 4. РЕНТГЕНОЭЛЕКТРОННОЕ ИЗУЧЕНИЕ МЕХАНИЗМОВ МОДИФИЦИРОВАНИЯ МАТЕРИАЛОВ МЕТАЛЛ/УГЛЕРОДНЫМИ НАНОСТРУКТУРАМИ .....</b>	<b>199</b>
4.1. Рентгеноэлектронное изучение функционализации никель/углеродных наноструктур атомами фосфора ...	199
4.2. Изучение функционализации медь/углеродных наноструктур азотосодержащими группами .....	206
4.3. Образование наноструктур в чугунах и сталях при их легировании.....	209
4.4. Исследование структуры образцов при введении в матрицу железа углеродных добавок .....	215
4.5. Исследование наноструктур, полученных из смеси металлургической пыли (Ni, Fe) и полимерного сырья.....	220
4.6. Модифицирование полимерных покрытий d-металлами и медь/углеродными наноструктурами....	224
4.7. Определение оптимального модификатора альбумина для медико-биологической технологии методом рентгеноэлектронной спектроскопии.....	230
Литература к главе 4 .....	244
<b>Заключение.....</b>	<b>249</b>