

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Ивановский государственный университет»

ОРГАНИЧЕСКИЕ И ГИБРИДНЫЕ НАНОМАТЕРИАЛЫ:

ПОЛУЧЕНИЕ, ИССЛЕДОВАНИЕ, ПРИМЕНЕНИЕ

*Под редакцией члена-корреспондента РАН В. Ф. Разумова
доктора химических наук, профессора М. В. Клюева*

Иваново

Издательство «Ивановский государственный университет»

2019

УДК 541
ББК 24.542
О 64

Органические и гибридные наноматериалы : получение, исследование, применение : монография / под ред. В. Ф. Разумова, М. В. Ключева. — Иваново : Иван. гос. ун-т, 2019. — 376 с.

ISBN 978-5-7807-1317-3

Рассмотрены перспективы применения органических и гибридных наноструктур в электронике. Описано использование коллоидные квантовых точек халькогенидов свинца для фотодетекторов ИК-диапазона. Обсуждены электронная структура и оптические переходы в гибридных органо-металлических перовскитах. Описано получение и свойства композитов графена с политетрафторэтиленом и с диоксидом титана. Рассмотрены вопросы создания новых звездообразных и поликатенарных соединений с прогнозируемым типом мезоморфизма и чувствительностью к световым воздействиям. Уделено внимание применению метода главных компонент в спектральном анализе органических и гибридных наносистем, а также фемтосекундной лазерной инженерии ферромагнитных гетероструктур. Приведены примеры применения наноматериалов в медицине, трибологии, катализе.

Издание адресовано студентам, аспирантам, исследователям наноразмерного состояния вещества, а также преподавателям соответствующих разделов химии и физики.

*Печатается по решению редакционно-издательского совета
Ивановского государственного университета*

Рецензент

Заслуженный деятель науки Российской Федерации
доктор химических наук, профессор **А. М. Колкер**
(Институт химии растворов РАН, г. Иваново)

Издание осуществлено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации

ISBN 978-5-7807-1317-3

©ФГБОУ ВО «Ивановский
государственный университет», 2019

Оглавление

Предисловие.....	3
Глава 1. Коллоидные квантовые точки халькогенидов свинца для фотодетекторов ИК-диапазона (С. Б. Бричкин, М. Г. Спирин, В. Ю. Гак, В. Ф. Разумов).	5
1.1. ИК-диапазон электромагнитного излучения.....	5
1.2. Основные характеристики фотодетекторов.....	6
1.3. История создания ИК-детекторов.....	7
1.4. ИК-детекторы на квантовых точках.....	9
1.5. ИК-детекторы на коллоидных квантовых точках.....	12
1.6. ИК-детекторы с плазмонным усилением.....	14
1.7. ИК-детектор на ККТ PbS, полученный методом «deep-couling».....	15
<i>Заключение</i>	20
<i>Список литературы</i>	20
Глава 2. Свойства проводящих пленок политерафторэтилена, наполненного многослойными графенами (Ю. М. Шульга, Н. Р. Меметов).....	23
<i>Введение</i>	23
2.1. Получение и свойства McГ.....	24
2.1.1. Что такое многослойный графен.....	24
2.1.2. Получение и морфология McГ.....	25
2.1.3. Получение расширенного соединения графита (PCГ).....	26
2.1.4. Процедура обработки PCГ ультразвуком и расчет параметров.....	27
2.1.5. Расчет эффективного сечения светопоглощения случайно ориентированных плоских непрозрачных пластинок.....	28
2.1.6. Расчет светопоглощения дисперсий.....	30
2.1.7. Оптические свойства графеновых пленок и дисперсий McГ.....	31
2.1.8. Агрегация McГ в дисперсиях.....	35
2.1.9. ПЭМ изображения McГ.....	47
2.1.10. Элементный состав McГ.....	49
2.2. ПТФЭ.....	50
2.2.1. Общие сведения.....	50
2.2.2. Фторопластовая суспензия марки Ф-4Д.....	51
2.2.3. Получение пленок McГ–ПТФЭ.....	51

2.3. Свойства пленок Mg–ПТФЭ.....	51
2.3.1. Рентгенограммы.....	51
2.3.2. ИК-спектры.....	52
2.3.3. Спектры комбинационного рассеяния.....	53
2.3.4. Сканирующая электронная микроскопия.....	55
2.3.5. Рентгеновские фотоэлектронные спектры.....	57
2.3.6. Электропроводность.....	60
2.3.7. Обсуждение экспериментальных данных.....	62
Заключение.....	63
Список литературы.....	64
Глава 3. Композиты диоксида титана и графена как гетерогенные фотокатализаторы (С. А. Баскаков, Ю. В. Баскакова, А. Е. Прохорова).....	72
3.1. Фотокатализаторы на основе диоксида титана.....	72
3.2. Композитные фотокатализаторы на основе TiO ₂ и углеродных наноматериалов.....	75
3.3. Графеновый аэрогель как сенсibilизатор TiO ₂	78
3.4. Фотокаталитические свойства гранулированного композитного аэрогеля TiO ₂ /RGO.....	83
Заключение.....	90
Список литературы.....	91
Глава 4. Политетрафторэтилен и его композиты с графеном. Структура и теплофизические свойства (В. Н. Василец).....	98
Введение.....	98
4.1. Материалы и методы.....	103
4.2. Результаты и обсуждение.....	104
Заключение.....	110
Список литературы.....	110
Глава 5. Создание новых звездообразных и поликатенарных соединений с прогнозируемым типом мезоморфизма и чувствительностью к световым воздействиям (О. Б. Аكوпова, А. И. Смирнова, Н. В. Жарникова, Н. В. Бумбина, Н. В. Усольцева).....	112
Введение.....	112
Моделирование и прогноз мезоморфизма.....	115
5.1. Моделирование и прогноз мезоморфизма дискотических соединений.....	115
5.2. Моделирование и прогноз мезоморфизма звездообразных производных этилендиаминтетрауксусной кислоты.....	118

5.3. Моделирование и прогноз мезоморфизма звездообразных производных азо-дифталевых кислот....	123
5.4. Моделирование и прогноз мезоморфизма для производных галловой кислоты.....	130
5.5. Моделирование и прогноз мезоморфизма для производных циануровой кислоты.....	135
5.6. Моделирование звездообразных производных трис-триазолотриазина и прогноз их мезоморфизма.....	141
Заключение.....	146
Список литературы.....	147
Глава 6. Электронная структура и оптические переходы в гибридных органо-металлических перовскитах (К. М. Прохорова, Л. А. Сюракина, В. Ю. Юшанхай)....	152
Введение.....	152
6.1. Решеточная структура и мультиорбитальная модель сильной связи гибридного перовскита.....	154
6.2. Результаты численного анализа модели сильной связи.....	161
6.3. Результаты анализа спектров поглощения на основе модели сильной связи для MAPbX ₃	165
Заключение.....	170
Список литературы.....	171
Приложение 6.1.....	173
Приложение 6.2.....	175
Глава 7. Фемтосекундная лазерная инженерия гетероструктур GdFeCo/IrMn (О. В. Коплак).....	176
7.1. Введение. Применение ферромагнитных тонкопленочных структур.....	176
7.2. Магнитные свойства необлученных гетероструктур с обменным смещением.....	179
7.3. Формирование и механические свойства кратеров, созданных на поверхности гетероструктур под влиянием лазерного облучения.....	191
7.4. Локальные магнитные свойства кратеров, созданных лазерным излучением.....	204
Заключение.....	215
Список литературы.....	216
Глава 8. Метод главных компонент в спектральном анализе органических и гибридных наносистем (М. Ф. Будыка).....	220

<i>Заключение</i>	236
<i>Список литературы</i>	237
Глава 9. Гибридные материалы в окислении сульфидов и обессеривании нефтяных фракций (А. В. Анисимов, А. В. Аюбян, Д. А. Плотников, П. Д. Поликарпова)	238
<i>Введение</i>	238
9.1. Синтез мезопористых катализаторов.....	239
9.2. Анализ мезопористых катализаторов.....	243
9.3. Применение мезопористых катализаторов.....	245
9.4. Окислительное обессеривание.....	247
9.5. Цеолиты в окислительном обессеривании.....	249
9.6. Оксиды металлов в окислительном обессеривании.....	251
9.7. Полимеры в окислительном обессеривании.....	254
9.8. Мезопористые катализаторы в окислительном обессеривании.....	258
<i>Список литературы</i>	261
Глава 10. Каталитическое гидродегалогенирование галогеналифатических соединений (М. В. Ключев, Н. А. Магдалинова, П. А. Калмыков)	268
<i>Введение</i>	268
10.1. Гидродегалогенирование полихлорметанов.....	268
10.1.1. Гидродегалогенирование тетрахлорметана.....	268
10.1.2. Гидродегалогенирование хлороформа и дихлорметана.....	284
10.2. Гидродегалогенирование полихлорэтанов.....	290
10.3. Гидродегалогенирование полихлорэтанов.....	294
10.4. Деактивация и регенерация катализаторов гидродегалогенирования.....	298
<i>Заключение</i>	300
<i>Список литературы</i>	300
Глава 11. Новые функциональные наноструктурированные материалы для трибосистем на основе систем нематогенов (С. А. Сырбу, В. В. Новиков, К. С. Бурченков, М. С. Федоров)	307
<i>Введение</i>	307
11.1. Модель самоорганизации жидкокристаллических наноматериалов в трибосистемах граничного трения и резания.....	309
11.2. Влияние температуры на смазочную способность жидкокристаллических наноматериалов при граничном трении.....	319

11.3. Смазочные свойства наноструктурированных материалов на основе систем нематогенов.....	328
<i>Заключение</i>	334
<i>Список литературы</i>	335
Глава 12. Противоопухолевое и фотодинамическое действие наночастиц на основе аминокислотных производных фуллерена C₆₀ и их ковалентных диад с красителями (А. Ю. Белик, В. С. Романова, А. Ю. Рыбкин, И. И. Файнгольд, Н. В. Филатова, П. А. Тараканов, Н. С. Горячев, А. А. Терентьев, Р. А. Котельникова, А. И. Котельников)	338
<i>Введение</i>	338
12.1. Фотодинамическое действие ковалентных диад аминокислотное производное фуллерена-хлорин.....	341
12.1.1. Материалы и методы.....	344
12.1.2. Оценка размера ассоциатов диад методом динамического рассеяния света.....	345
12.1.3. Спектры поглощения и флуоресценции АПФ.....	346
12.1.4. Фотохимическая активность АПФ.....	348
12.1.5. Сравнение фотодинамической активности комплексов АПФ-хлорин на культуре опухолевых клеток.....	351
12.2. Противоопухолевая активность АПФ.....	352
12.2.1. Материалы и методы.....	353
12.2.2. Антилейкемическая активность АПФ.....	353
<i>Заключение</i>	355
<i>Список литературы</i>	356
Глава 13. Контрастные агенты для магнитнорезонансной томографии на основе наночастиц оксида железа в различных магнитных полях (В. П. Тарасов, И. П. Чехонин, М. А. Абакумов, А. Г. Мажуга, Е. И. Демихов, Т. Е. Демихов)	363
<i>Введение</i>	363
13.1. Методика исследования.....	364
13.2. Результаты исследования.....	365
<i>Список литературы</i>	367