

В. К. Воронов, А. В. Подоплелов

# ФИЗИКА 2

*на переломе  
тысячелетий*

**Выдающиеся достижения физики  
за последние 50 лет**

## Конденсированное состояние

НАНОСТРУКТУРЫ

ЯМР-АНАЛИЗ ПОЛЯРИТОНЫ

ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНАЯ СВЕРХПРОВОДИМОСТЬ

ЖИДКОКРИСТАЛЛИЧЕСКИЕ СТРУКТУРЫ МИКРОПЛЕНКИ

АКУСТОЭЛЕКТРОНИКА ДЕФЕКТНО-ПРИМЕСНАЯ ИНЖЕНЕРИЯ

КЛАСТЕРНЫЕ ПУЧКИ

СВЕТОВОДЫ

СПИНТРОНИКА

ЛАЗЕРЫ

КЛАСТЕРЫ





**Выдающиеся достижения  
физики за последние  
50 лет**

НАНОСТРУКТУРЫ

ЯМР-АНАЛИЗ ПОЛЯРИТОНЫ

ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНАЯ СВЕРХПРОВОДИМОСТЬ

ЖИДКОКРИСТАЛЛИЧЕСКИЕ СТРУКТУРЫ МИКРОПЛЕНКИ

АКУСТОЭЛЕКТРОНИКА

ДЕФЕКТНО-ПРИМЕСНАЯ ИНЖЕНЕРИЯ

КЛАСТЕРНЫЕ ПУЧКИ

СВЕТОВОДЫ

СПИНТРОНИКА

ЛАЗЕРЫ

КЛАСТЕРЫ

**В. К. Воронов  
А. В. Подоплелов**

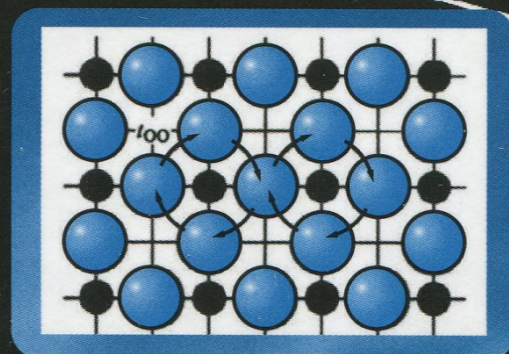
# Современная

# ФИЗИКА

**КОНДЕНСИРОВАННОЕ  
СОСТОЯНИЕ**



URSS





В. К. Воронов, А. В. Подоплелов

# ФИЗИКА НА ПЕРЕЛОМЕ ТЫСЯЧЕЛЕТИЙ

## Конденсированное состояние

Рекомендовано  
Научно-методическим советом по физике  
Министерства образования и науки РФ  
в качестве учебного пособия  
для студентов высших учебных заведений,  
обучающихся по техническим  
и естественно-научным специальностям

Издание второе

371

Тверской государственный университет



Научная библиотека 00296299



URSS  
МОСКВА

РЗ-3

## **Оглавление**

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Предисловие авторов</b> . . . . .  | <b>6</b>  |
| <b>Глава 1. Нелинейно-оптические явления</b> . . . . .  | <b>8</b>  |
| § 1. Оптические свойства пленок полупроводников<br>на металлических подложках . . . . .       | 8         |
| 1.1. Общие представления о поляритонах<br>конденсированного состояния вещества . . . . .      | 9         |
| 1.2. Экспериментальные методы<br>исследования фононных поляритонов . . . . .                  | 16        |
| § 2. Среды с отрицательным коэффициентом преломления . .                                      | 18        |
| § 3. Нелинейно-оптические явления<br>в микроструктурированных волокнах . . . . .              | 23        |
| 3.1. Общая характеристика МС-волокон . . . . .  | 24        |
| 3.2. Физика волноводного увеличения эффективности<br>нелинейно-оптических процессов . . . . . | 29        |
| § 4. Оптический разряд в волоконных световодах . . . . .                                      | 35        |
| § 5. Лазеры на свободных электронах . . . . .   | 38        |
| <b>Глава 2. Электрические явления</b> . . . . .   | <b>44</b> |
| § 1. Высокотемпературная сверхпроводимость . . . . .  | 44        |
| § 2. Коллективные явления в полупроводниках<br>с участием экситонов . . . . .                 | 52        |
| § 3. Отрицательная абсолютная проводимость . . . . .  | 58        |
| § 4. Магнитные контакты между<br>чистыми сверхпроводниками . . . . .                          | 61        |
| § 5. Электроны в криволинейных наноструктурах . . . . .                                       | 65        |
| § 6. Физические основы спинтроники . . . . .  | 74        |
| 6.1. Спин-поляризованный<br>транспорт в гетероструктурах . . . . .                            | 75        |
| 6.2. Циркулярный фотогальванический<br>эффект в наноструктурах . . . . .                      | 81        |
| 6.3. Гибридная структура<br>ферромагнетик-полупроводник . . . . .                             | 86        |

|  |            |
|--|------------|
| § 7. Введение в акустоэлектронику . . . . .  | 95         |
| 7.1. Акустоэлектронные явления на поверхностных<br>акустических волнах . . . . .         | 97         |
| 7.2. Акустоэлектроника сверхвысоких частот . . . . .                                     | 100        |
| <b>Глава 3. Новые магнитные материалы . . . . .</b>                                      | <b>110</b> |
| § 1. Новые магнитные состояния в кристаллах . . . . .                                    | 110        |
| § 2. Гигантский магнитоэлектрический эффект<br>в мультиферроиках . . . . .               | 120        |
| § 3. Физические свойства манганитов . . . . .  | 125        |
| § 4. Ферромагнетики с памятью формы . . . . .  | 135        |
| 4.1. Мартенситные превращения<br>и эффект памяти формы . . . . .                         | 136        |
| 4.2. Сплав Гейслера $Ni_2MnGa$ . . . . .   | 142        |
| 4.3. Теория фазовых переходов<br>в кубических ферромагнетиках . . . . .                  | 154        |
| <b>Глава 4. Пространственная организация<br/>    в конденсированных средах . . . . .</b> | <b>165</b> |
| § 1. Структурообразование в нелинейных динамических<br>системах . . . . .                | 165        |
| 1.1. АОТ-микроэмульсии . . . . .   | 167        |
| 1.2. Реакция Белоусова—Жаботинского и ее модели . . . . .                                | 171        |
| 1.3. Структуры Тьюринга . . . . .  | 174        |
| 1.4. Волновая нестабильность . . . . .   | 176        |
| § 2. Кластеры и кластерные пучки . . . . .   | 184        |
| 2.1. Методы получения . . . . .  | 185        |
| 2.2. Методы детектирования<br>и исследования кластерных пучков . . . . .                 | 190        |
| 2.3. Получение микропленок и новых<br>материалов, обработка поверхности . . . . .        | 194        |
| 2.4. Кластеры нанометровых размеров . . . . .  | 197        |
| § 3. Жидкокристаллическое состояние вещества . . . . .                                   | 202        |
| 3.1. Анизотропия коэффициентов<br>вязкости жидких кристаллов . . . . .                   | 202        |
| 3.2. Смектические жидкие кристаллы . . . . .   | 209        |
| 3.3. Композитные жидкокристаллические структуры . . . . .                                | 218        |
| § 4. Структура и свойства поверхности карбида кремния . . . . .                          | 223        |
| 4.1. Общая характеристика карбида кремния . . . . .                                      | 224        |



|  |            |
|--|------------|
| 4.2. Кремниевая поверхность, образованная одним моноатомным слоем кремния . . . . .  | 227        |
| 4.3. Поверхность $\beta$ -SiC (100), обогащенная кремнием . . . . .  | 233        |
| 4.4. Углеродная поверхность $\beta$ -SiC (100) стехиометрического состава, образованная одним моноатомным слоем углерода . . . . . | 236        |
| § 5. Дефектно-примесная инженерия . . . . .  | 241        |
| 5.1. Основные сведения по радиационному дефектообразованию в имплантированном кремнии . . . . .                                    | 242        |
| 5.2. Остаточные нарушения в имплантированном кремнии . . . . .   | 245        |
| § 6. Изотопическая инженерия . . . . .   | 253        |
| § 7. Формирование трехмерных наноструктур на поверхностях полупроводников . . . . .  | 271        |
| 7.1. Образование островков кремния на поверхности кремния . . . . .  | 274        |
| 7.2. Формирование наноструктур германия . . . . .  | 278        |
| 7.3. Влияние облучения внешним электронным пучком на взаимодействие образца и зонда СТМ . . . . .                                  | 282        |
| <b>Глава 5. Новые аналитические методы исследования конденсированного состояния . . . . .</b>                                      | <b>289</b> |
| § 1. Аналитические методы с использованием явления ядерного магнитного резонанса . . . . .   | 289        |
| 1.1. ЯМР-анализ смесей с помощью комбинированных методов и компьютерных программ . . . . .   | 290        |
| 1.2. Возможности ядерного магнитного резонанса в исследовании ископаемых углей . . . . .   | 293        |
| § 2. Инфракрасная техника для наблюдения структуры водных поверхностей . . . . .   | 297        |
| 2.1. Нелинейная акустическая диагностика . . . . .   | 312        |
| § 3. Портативные оптические биосенсоры для определения биологически активных и токсичных соединений . . . . .                      | 321        |
| § 4. Лазерное разделение изотопов на основе инфракрасной многофотонной диссоциации молекул . . . . .                               | 326        |
| § 5. Многомодовые акустические датчики и системы . . . . .   | 329        |