

УДК 621.384-022.532(075.8)
ББК 32.85
Ф505

Рецензенты:

д-р техн. наук, проф. *А.М. Медведев*, д-р техн. наук,
проф. *В.В. Слепцов*, д-р техн. наук, проф. *С.Б. Нестеров*,
д-р техн. наук, проф. *В.А. Шахнов*

Ф505 **Физические основы микро- и нанотехнологий:** Учеб. пособие / С.П. Бычков, В.П. Михайлов, Ю.В. Панфилов, Ю.Б. Цветков; Под ред. Ю.Б. Цветкова. — М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009. — 176 с.: ил.

ISBN 978-5-7038-3319-3

Даны краткие сведения из отдельных разделов физики и смежных наук, составляющих физические основы микро- и нанотехнологий. Рассмотрены основные законы, понятия и определения физических явлений, процессов и сред, являющихся основой этих технологий. Приведены методы преобразования фундаментальных физических законов в прикладные технологические зависимости, расчеты физических закономерностей, определяющих параметры процессов микро- и нанотехнологий.

Для студентов 3-го и 4-го курсов, обучающихся по специальности «Электронное машиностроение».

УДК 621.384-022.532(075.8)
ББК 32.85

ISBN 978-5-7038-3319-3

© МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие.....	3
Введение.....	5
1. Вакуум — рабочая среда для микро- и нанотехнологий.....	8
1.1. Основные положения физики вакуума	8
1.2. Физические процессы при вакуумной откачке	17
Контрольные вопросы и задания	26
2. Теплопередача.....	27
2.1. Теплопередача теплопроводностью.....	30
2.2. Теплообмен излучением.....	37
2.3. Теория теплопередачи и ее использование для анализа физических процессов различной природы	61
Контрольные вопросы и задания	63
3. Формирование потоков частиц	64
3.1. Формирование электронных потоков.....	66
3.2. Формирование ионных потоков	69
3.3. Формирование атомарных и молекулярных потоков	71
Контрольные вопросы и задания	75
4. Взаимодействие потоков частиц с материалами	75
4.1. Взаимодействие электронных и ионных потоков с материалами ..	76
4.2. Взаимодействие ионных потоков с материалами	84
Контрольные вопросы и задания	94
5. Формирование газоразрядной плазмы и ее взаимодействие с материалами	94
5.1. Параметры газоразрядной плазмы	96
5.2. Кривые Пашена	98
5.3. Высокочастотная плазма	100
Контрольные вопросы и задания	101
6. Формирование оптического излучения	101
6.1. Формирование микрорельефа в резисте.....	102
6.2. Системы экспонирования.....	103

6.3. Основы теории формирования микроизображений.....	109
6.4. Скалярная теория дифракции.....	115
Контрольные вопросы и задания	134
7. Проекционное формирование микроизображений.....	134
7.1. Качество проекционного изображения	135
7.2. Понятие изображающей системы.....	137
7.3. Связь между объектом и изображением	138
7.4. Свертка	140
7.5. Фурье-преобразования в оптике.....	144
7.6. Оптическая передаточная функция.....	151
7.7. Зрачковая функция и ее связь с оптической передаточной функцией.....	156
7.8. Связь комплексной амплитуды изображения со зрачковой функцией.....	158
7.9. Оптическая передаточная функция как автокорреляция зрачковой функции	161
7.10. Системы дифракционного качества с постоянным пропусканием по площади зрачка.....	165
7.11. Учет распределения интенсивности в изображении.....	168
Контрольные вопросы и задания	170
Список рекомендуемой литературы	172