

А.П. Иванов
К.Г. Прегко

ОПТИКА ЛЮМИНЕСЦЕНТНОГО ЭКРАНА

Редактор
академик АН БССР
Б. И. СТЕПАНОВ

МИНСК
«НАУКА И ТЕХНИКА»
1984

Иванов А. П., Предко К. Г. **Оптика люминесцентного экрана.**— Мн.: Наука и техника, 1984.— 271 с.

В книге рассмотрены оптические характеристики люминесцентных экранов, которые широко используются в люминесцентных лампах, современных электронно-оптических преобразователях излучения, кинескопах, рентгенографической и телевизионной аппаратуре. Она является первой в мировой литературе монографией, где с современных позиций оптики рассеивающих регистрирующих материалов анализируются энергетические и изобразительные свойства люминесцентного экрана. Большое внимание уделяется светимости, временным, цветовым, резкостным и шумовым характеристикам. Рассмотрено рассеяние света на отдельных частицах люминофора, в нелинейных экранах и слоях с высокой объемной концентрацией частиц. Описана аппаратура для контроля различных параметров экранов.

Предназначена для научных сотрудников и инженеров, занимающихся технологией создания и анализом люминесцирующих веществ, оптикой изображающих устройств и разработкой аппаратуры, включающей люминесцентные экраны.

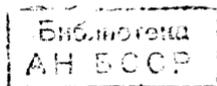
Табл. 16. Ил. 73. Библиогр. 248 назв.

Рецензенты:

А. М. Самсон, д-р физ.-мат. наук,

Г. К. Ильич, канд. физ.-мат. наук

БВ 26709



1704050000—084

И _____ 45—84

М316—84

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	5
1 ХАРАКТЕРИСТИКИ СВЕТОВОГО ПОЛЯ И МЕТОДЫ ИХ ИССЛЕДОВАНИЯ	9
1.1. Энергетические величины поля излучения	9
1.2. Световые фотометрические величины	11
1.3. Характеристики цвета светового поля	13
1.4. Оптические параметры элементарного объема	16
1.5. Уравнение переноса и методы его решения	19
1.6. Методы прямого исследования на люминесцентных слоях и экспериментального моделирования	21
2 СТРУКТУРА ЛЮМИНЕСЦЕНТНОГО ЭКРАНА И ОПТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЕГО КОМПОНЕНТ	24
2.1. Общая характеристика структуры люминесцентного экрана	24
2.2. Природа свечения кристаллофосфоров, их состав	26
2.3. Форма и распределение по размерам частиц кристаллофос- форов	27
2.4. Общие сведения о связующем веществе и других компонен- тах	34
2.5. Толщина люминесцентного слоя и упаковка частиц в нем	35
2.6. Прохождение электронов через вещество	37
2.7. Индикатрисы рассеяния и люминесценции частиц кристал- лофосфоров и элементарного объема	40
2.8. Показатели ослабления, рассеяния и поглощения элементар- ного объема	43
2.9. Временные характеристики свечения люминофоров	47
2.10. Спектральный состав и цвет излучения люминофоров	48
2.11. Выход люминесценции	50
2.12. Методы однократного рассеяния и аппаратура для изме- рения $x(\gamma)$, σ , ϵ , Λ	51
2.12.1. Измерение индикатрисы рассеяния (51). 2.12.2. Из-	

мерение показателя рассеяния (52). 2.12.3. Измерение показателя ослабления и вероятности выживания фотона (54).	
2.13. Методы многоразовного рассеяния для изучения оптических свойств люминесцентных экранов	55
2.14. Методы и аппаратура для измерения коэффициентов отражения и пропускания	58
2.15. Методы измерения времени послесвечения	61
2.16. Принцип измерения спектра люминесценции	62
2.17. Методы измерения цвета	63
2.18. Методы измерения выхода люминесценции	64

3 ЗАКОНОМЕРНОСТИ СВЕЧЕНИЯ ЛЮМИНЕСЦИРУЮЩЕГО СЛОЯ 66

3.1. Краткий очерк изучения люминесценции светорассеивающих объектов	68
3.2. Расчет светимости слоя	71
3.3. Влияние граничных условий на светимость люминесценции	75
3.4. Влияние формы экрана на светимость люминесценции	77
3.5. Теоретический анализ закономерностей свечения люминесцирующего слоя	78
3.5.1. Свечение под действием радиации, ослабляющейся в слое по экспоненциальному закону (79).	
3.5.2. Свечение нерассеивающей люминесцирующей среды (85).	
3.5.3. Свечение под действием сильно поглощающейся радиации (89).	
3.5.4. Свечение под действием слабо поглощающейся и рассеивающейся радиации (89).	
3.5.5. Свечение от бесконечно толстого слоя (92).	
3.6. Экспериментальное исследование закономерностей свечения люминесцирующего слоя	96
3.6.1. Зависимость светимости люминесценции от толщины слоя (97).	
3.6.2. Зависимость светимости люминесценции порошкообразных объектов от степени их дисперсности (99).	
3.6.3. Зависимость светимости люминесценции от показателя поглощения для света возбуждения (101).	
3.7. Нелинейная люминесценция нерассеивающего слоя	102
3.8. Нелинейная люминесценция светорассеивающего слоя	105
3.9. Светимость катодолуминесцентных экранов	109
3.10. Угловое распределение излучения светорассеивающих люминофоров	112
3.11. Влияние реабсорбции на кинетику люминесценции	115
3.12. Спектр и цвет люминесценции экрана	119
3.13. Выход люминесценции экрана	122
3.14. Световая отдача экрана	127
3.15. Влияние высокой объемной концентрации частиц на свечение экрана	129
3.16. Пропускание и отражение света люминесцентным экраном	133

4 ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЯ НА ЛЮМИНЕСЦЕНТНОМ ЭКРАНЕ 137

- 4.1. Критерий качества воспроизведения изображения 138
- 4.2. Основные характеристики структуры изображения на люминесцентном экране 138
 - 4.2.1. Функция размытия (139). 4.2.2. Оптическая передаточная функция (141). 4.2.3. Оптическая передаточная функция при симметричной функции размытия (146)
- 4.3. Свойства функции размытия и функции передачи модуляции 147
- 4.4. Частные параметры и характеристики качества люминесцентного экрана 151
 - 4.4.1. Параметры размытия, разрешающая способность и контраст (151). 4.4.2. Функции размытия простых объектов (157)
- 4.5. Анализ формирования изображения в возбуждающем излучении 159
 - 4.5.1. Размытие узкого пучка излучения (159). 4.5.2. Функция передачи модуляции (166)
- 4.6. Теоретический анализ функций передачи модуляции люминесцентных экранов 171
 - 4.6.1. Нерассеивающий люминесцентный экран (172). 4.6.2. Экран со слабым поглощением возбуждающей радиации (175). 4.6.3. Экран с сильным поглощением возбуждающей радиации (177). 4.6.4. Функция передачи модуляции катодолуминесцентного экрана (178)
- 4.7. Экспериментальное исследование качества люминесцентных экранов 180
 - 4.7.1. Принципы моделирования формирования изображения в люминесцентном экране (180). 4.7.2. Влияние оптической толщины экрана (183). 4.7.3. Влияние вероятности выживания фотона (184). 4.7.4. Влияние технологических параметров экрана (185). 4.7.5. Сравнение функций передачи модуляции, полученных при разных типах облучения экрана (186)
- 4.8. Функция передачи модуляции при записи информации через окно Ленарда 188
- 4.9. Влияние ореолов отражения на функцию передачи модуляции экрана 189
- 4.10. Влияние внешней засветки на функцию передачи модуляции экрана 196
- 4.11. Формирование изображения в экране с нелинейной люминесценцией 198
- 4.12. Функция передачи модуляции при плотной упаковке частиц 200

5 ШУМОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДИСПЕРСНОГО ЛЮМИНЕСЦЕНТНОГО ЭКРАНА 203

5.1. Неоднородная структура и оптический шум экрана	204
5.2. Основные статистические характеристики оптического шума	205
5.2.1. Закон распределения случайных значений светимости (205).	
5.2.2. Числовые характеристики гранулярности (206).	
5.2.3. Спектральное распределение оптического шума (209)	
5.3. Расчет Δ , σ_r , σ_t при малой оптической толщине слоя	211
5.4. Расчет Δ , σ_r , σ_t при любой оптической толщине слоя	213
5.5. Влияние оптических параметров среды на значения Δ , σ_r , σ_t	214
5.6. Влияние технологических характеристик экрана на значения коэффициентов гранулярности	216
5.7. Спектры гранулярности люминесцентных экранов	219
5.8. Методические особенности контроля шумовых характеристик экранов	220

6 ИНФОРМАЦИОННАЯ ЕМКОСТЬ ЛЮМИНЕСЦЕНТНОГО ЭКРАНА И АППАРАТУРА ДЛЯ ЕЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ 222

6.1. Число и пространственный размер информационных каналов	223
6.2. Число различных градаций	223
6.3. Количество информации на люминесцентном экране	225
6.4. Информационная емкость	226
6.5. Влияние свойств экрана на его информационную емкость	228
6.6. Измерение функции передачи модуляции	230
6.6.1. Использование периодических тест-объектов (230).	
6.6.2. Использование одиночных объектов простой формы (232).	
6.6.3. Аппаратура и особенности эксперимента (237)	
6.7. Анализ характеристик оптического шума	241
6.7.1. Методы и аппаратура для измерения численных параметров гранулярности (241).	
6.7.2. Методы и аппаратура для измерения спектральных характеристик гранулярности (244)	
Заключение	247
Литература	250
Предметный указатель	262