

# НЕНАКАЛИВАЕМЫЕ КАТОДЫ

Под редакцией профессора  
М. И. ЕЛИНСОНА



МОСКВА «СОВЕТСКОЕ РАДИО» 1974

**Ненакаливаемые катоды.** Под ред. М. И. Елинсона. М., «Сов. радио». 1974, 336 с.

Изложены физические принципы работы ненакаливаемых катодов (НК) различных типов: низковольтных маломощных НК для использования в вакуумных интегральных схемах, в специальных электронно-лучевых и индикаторных приборах и высоковольтных мощных НК для сверхвысокочастотной, рентгеновской и ускорительной техники.

Приводятся экспериментальные данные по исследованию эмиссионных свойств НК и их основные эксплуатационные параметры. Рассматриваются технологические методы изготовления, а также перспективы дальнейших применений и разработок НК.

Книга предназначена для инженеров, занимающихся разработкой НК и электронных приборов на их основе, для научных работников, аспирантов и студентов, изучающих эмиссионную электронику.

161 рис., 13 табл., библи. 558 назв.

Авторы: М. И. Елинсон, Г. А. Кудинцева, Ю. А. Кулюпин, Р. Д. Федорович, А. С. Сухариер, В. И. Покалякин, П. М. Томчук, Г. В. Степанов, М. С. Кауфман, А. Л. Мусатов, О. И. Львов, Г. Н. Фурсей, В. Н. Шредник, Г. А. Месяц.

**Редакция литературы по электронной технике**

Н  $\frac{30407-016}{046(01)-74}$  58-73

## Оглавление

Предисловие (М. И. Елинсон) . . . . .	5
<b>ЧАСТЬ ПЕРВАЯ</b>	
<b>НИЗКОВОЛЬТНЫЕ МАЛОМОЩНЫЕ НЕНАКАЛИВАЕМЫЕ КАТОДЫ</b>	
<b>Глава 1. Ненакаливаемые катоды на основе тонких пленок</b>	9
1.1. Введение (М. И. Елинсон) . . . . .	9
1.2. Электронная эмиссия из диспергированных металлических пленок (Ю. А. Кулюпин, Р. А. Федорович, А. С. Сухариер) . . . . .	10
1.3. Ненакаливаемые катоды на основе пленок двуокиси олова (Г. А. Кудинцева, М. И. Елинсон) . . . . .	29
1.4. Ненакаливаемые катоды на основе пленок окиси бария (А. С. Сухариер) . . . . .	35
1.5. Электронная эмиссия из пленок сернистого кадмия (Р. А. Федорович) . . . . .	37
1.6. Вакуумные активные элементы, основанные на использовании тонких пленок (А. С. Сухариер) . . . . .	39
1.7. Заключение (М. И. Елинсон) . . . . .	45
<b>Глава 2. Ненакаливаемые катоды на основе эмиссии горячих электронов из полупроводников</b>	46
2.1. Введение (М. И. Елинсон) . . . . .	46
2.2. Физическое представление о горячих электронах в полупроводниках; некоторые примеры функций распределения и формул для плотности эмиссионного тока горячих электронов (П. М. Томчук) . . . . .	47
2.3. Ненакаливаемые катоды на основе <i>p-n</i> переходов, смещенных в запирающем направлении (В. И. Покалякин) . . . . .	57
2.4. Ненакаливаемые катоды на основе транзисторных структур (В. И. Покалякин) . . . . .	67
2.5. Заключение (М. И. Елинсон) . . . . .	68
<b>Глава 3. Ненакаливаемые катоды на основе структур металл (полупроводник) — диэлектрик — металл</b>	69
3.1. Введение (Г. В. Степанов) . . . . .	69
3.2. Физическая модель катода (Г. В. Степанов) . . . . .	70
3.3. Теоретический анализ явлений в МДМ-структурах (Г. В. Степанов) . . . . .	73
3.4. Ненакаливаемые катоды на основе МДМ-структур (Г. А. Кудинцева) . . . . .	81
3.5. Заключение (М. И. Елинсон) . . . . .	100
<b>Глава 4. Ненакаливаемые катоды на основе структур полупроводник — металл</b>	102
4.1. Введение (М. И. Елинсон) . . . . .	102
4.2. Идеальная модель катода на основе структур полупроводник — металл с прямым смещением (М. С. Кауфман) . . . . .	103
4.3. Реальные структуры полупроводник — металл и возможные ограничения эмиссионных параметров катодов (В. И. Покалякин) . . . . .	109
4.4. О прохождении горячих электронов через тонкие пленки металлов (Г. В. Степанов) . . . . .	122

4.5.	О снижении работы выхода металлических плёнок ( <i>М. С. Кауфман</i> )	127
4.6.	Ненакаливаемые катоды на основе структур металл — полупроводник ( <i>Г. В. Степанов</i> )	129
4.7.	Заключение ( <i>М. С. Кауфман</i> )	133
<b>Глава 5. Ненакаливаемые катоды на основе полупроводниковых структур с отрицательным электронным средством</b>		135
5.1.	Условия реализации отрицательного электронного средства. Анализ работы катодов на примере фото- эмиссии из GaAs ( <i>А. Л. Мусатов</i> )	135
5.2.	Фотокатоды на основе полупроводников с отрицатель- ным электронным средством ( <i>А. Л. Мусатов</i> )	141
5.3.	Инжекционные ненакаливаемые катоды на основе систем с отрицательным электронным средством ( <i>М. С. Кауфман</i> )	155
5.4.	Оптоэлектронные катоды на основе систем с отрица- тельным электронным средством ( <i>А. Л. Мусатов</i> )	160
5.5.	Заклучение ( <i>М. И. Елинсон</i> )	164
<b>ЧАСТЬ ВТОРАЯ</b>		
<b>ВЫСОКОВОЛЬТНЫЕ НЕКАЛИВАЕМЫЕ КАТОДЫ (МОЩНЫЕ И МАЛОМОЩНЫЕ)</b>		165
<b>Глава 6. Теория автоэлектронной эмиссии</b>		165
6.1.	Введение ( <i>В. Н. Шредник</i> )	165
6.2.	Теория автоэлектронной эмиссии металлов ( <i>В. Н. Шредник</i> )	166
6.3.	Границы применимости теории Фаулера — Нордгейма и уточнение теорий АЭЭ ( <i>В. Н. Шредник</i> )	169
6.4.	Особенности поведения автоэлектронной эмиссии в об- ласти сильных полей и высоких плотностей тока ( <i>Г. Н. Фурсей</i> )	178
6.5.	Автоэлектронная эмиссия полупроводников ( <i>О. И. Львов</i> )	190
<b>Глава 7. Ненакаливаемые катоды на основе автоэлектрон- ной эмиссии</b>		207
7.1.	Введение ( <i>В. Н. Шредник</i> )	207
7.2.	Источники стационарного эмиссионного тока на основе проводников ( <i>В. Н. Шредник</i> )	208
7.3.	АЭК на основе металлоподобных соединений ( <i>Г. А. Кудинцева</i> )	232
7.4.	Перспективы практического использования АЭК из по- лупроводников ( <i>Г. Н. Фурсей</i> )	237
7.5.	Мощные импульсные источники электронов, формируе- мые на основе АЭЭ ( <i>Г. Н. Фурсей</i> )	241
<b>Глава 8. Взрывная электронная эмиссия начальных стадий вакуумных разрядов</b> ( <i>Г. А. Месяц, Г. Н. Фурсей</i> )		269
8.1.	Введение ( <i>Г. А. Месяц, Г. Н. Фурсей</i> )	269
8.2.	Возникновение электронной эмиссии при взрыве ме- таллических острий ( <i>Г. А. Месяц, Г. Н. Фурсей</i> )	273
8.3.	Источники электронов с использованием взрывной эмиссии ( <i>Г. А. Месяц, Г. Н. Фурсей</i> )	278
8.4.	Управление возбуждением взрывной эмиссии и управ- ляемые источники электронов ( <i>Г. А. Месяц</i> )	287
8.5.	Сравнение взрывной эмиссии с автоэлектронной ( <i>Г. Н. Фурсей, В. И. Шредник</i> )	292
Список литературы		304