

6 21 38(049.3)

ЭЛЕКТРОННЫЙ ШУМ

Ambrózy A. Electronic Noise.— Budapest: Akadémiai Kiadó, 1982.— 281 p.

Шум в электронных приборах, как и в других физических системах, ограничивает чувствительность этих приборов при работе со слабыми сигналами. Флуктуационные явления, вызывающие этот шум, весьма разнообразны. Помимо равновесных флуктуаций тока и напряжения, спектральная плотность которых дается теоремой Найквиста (или ее обобщениями), имеется целый ряд механизмов флуктуаций, которые обнаруживают себя лишь при протекании тока (токовые шумы). Эти механизмы не столь универсальны, как джонсоновский (найквистовский) шум: они зависят от принципа работы электронного прибора, от материала, из которого он сделан, от качества контактов, от величин протекающих по нему токов и т. д. Для уменьшения шума (или, наоборот, для его увеличения в тех случаях, когда прибор предназначен для генерации шума) нужно знать, какими флуктуационными явлениями он определяется в каждом случае, в какой части прибора сосредоточены источники шума, а также знать спектральную плотность и другие статистические характеристики флуктуаций, их зависимость от параметров прибора и режима его работы. Эти проблемы составляют предмет определенного раздела физики на стыке статистической радиофизики, физики электронных кинетических процессов в твердых телах и физики электронных приборов. По аналогии со статистической радиофизикой и статистической оптикой этот раздел физики можно назвать статистической электроникой. В связи с громадным развитием электроники в последние три десятилетия (особенно полупроводниковой) велик также интерес к исследованию шума в электронных приборах.

Книга венгерского ученого Андраша Амбрози «Электронный шум» относится именно к этой области физики. Она состоит из восьми глав. Первые три — вводные. В них изложены некоторые основные понятия теории вероятностей (главным образом — функции распределения случайных величин) и теории случайных процессов (корреляционные функции, спектральные плотности). В гл. 4 описаны основные механизмы электрических флуктуаций: равновесный шум дробовой шум; генерационно-рекомбинационный шум в полупроводниках; шум, возникающий при лавинном размножении носителей тока в условиях ударной ионизации; низкочастотный шум со спектром типа $1/f$ (фликер-эффект) и, наконец, взрывной (импульсный) шум. Физические механизмы, вызывающие как шум $1/f$, так и взрывной шум, в настоящее время нельзя считать достоверно установленными. Автор излагает некоторые фундаментальные эксперименты по выяснению природы шума со спектром $1/f$, проведенные в последние годы, и некоторые обсуждаемые в литературе механизмы. Гл. 5 посвящена методам описания шума в линейных цепях.

Пожалуй, центральной является гл. 6, посвященная механизмам и величине шума в различных полупроводниковых приборах в различных режимах их работы. Рассмотрены $p-n$ -переходы, биполярные и полевые транзисторы (но не рассмотрены, например, приемники излучения). В гл. 7 изложена теория нелинейного преобразования шума, а в гл. 8 — методы измерения различных характеристик шума в приборах.

Книга представляет собой интересное сочетание учебника и научного обзора. Очень простое и ясное изложение, полнота охвата всей статистической электроники, изложение лишь основных проблем без излишней детализации и наличие учебных задач в конце каждой главы делают книгу хорошим учебником для студентов и специалистов по электронике, желающих изучить проблему шума в электронных приборах. В то же время изложение центральных глав книги основано на оригинальных статьях (в том числе самого автора). В связи с этим в конце каждой главы имеется обширная библиография (всего более 500 ссылок), что характерно для обзоров. Такое сочетание естественно, если принять во внимание чрезвычайно быстрое развитие статистической электроники.

Ш. М. Кован