

УДК 621.391.832(075.8)

ББК 32.84

Б43

Рецензенты: доктор техн. наук, профессор *А. В. Пестряков*;
доктор техн. наук, профессор *Н. П. Ямпури*

Белов Л. А.

Б43 Интермодуляционные искажения сигналов сверхвысоких частот. Учебное пособие для вузов. – М.: Горячая линия – Телеком, 2023. – 144 с.: ил.

ISBN 978-5-9912-0870-3.

Рассмотрены вопросы метрологии и снижения уровня интермодуляционных искажений радиосигналов сверхвысокочастотного диапазона в усилителях их мощности, функционирующих с непостоянной огибающей с учетом эффекта памяти. Анализируются возможности достижения компромиссных решений между энергетической эффективностью, линейностью, расширением информационной полосы частот, требованиями электромагнитной совместимости и технико-экономическими показателями. Сопоставлены характеристики вакуумных и твердотельных активных элементов для бортового космического применения. Приведен обзор схем построения усилителей мощности с высокой линейностью и энергетической эффективностью, аналоговых, цифровых и алгоритмических технических решений по их линеаризации, включая адаптацию к изменению параметров окружающей среды. Рассмотрены причины появления, способы измерения и методы снижения пассивных интермодуляционных искажений сигналов в антенно-фидерных цепях и входных каскадах приемопередающих устройств, которые ранее считались линейными. Показаны пути и способы снижения их уровня до допустимого. Представлены результаты оригинальных исследований и научно-технических разработок.

Для специалистов и научных работников, связанных с разработкой и эксплуатацией телекоммуникационной, в том числе, космической, аппаратуры и систем связи. Может быть использовано в качестве учебного пособия для студентов и аспирантов, обучающихся по направлениям подготовки 09.03.02 – «Информационные системы и технологии»; 11.03.01 и 11.04.01 – «Радиотехника»; 11.03.02 – «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»; 11.04.03 – «Конструирование и технология электронных средств»; 11.05.01 – «Радиоэлектронные системы и комплексы»; 11.06.01 «Электроника, радиотехника и системы связи».

ББК 32.84

Адрес издательства в Интернет WWW.TECHBOOK.RU

Тиражирование книги начато в 2020 г.

Все права защищены.

Любая часть этого издания не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами без письменного разрешения правообладателя.

© ООО «Научно-техническое издательство «Горячая линия – Телеком»
www.techbook.ru

Оглавление

Предисловие	3
1. Общие сведения о радиосигналах	7
1.1. Характеристики радиочастотных сигналов и искажения при их формировании и обработке	7
1.2. Оценка вида и уровня искажений сигналов	14
1.3. Компромиссы при разработке беспроводных информационных систем	44
1.4. Усиление мощности СВЧ сигналов и электромагнитная совместимость	48
1.5. Пассивные интермодуляционные искажения	53
Контрольные вопросы к разделу 1	54
2. Минимизация искажений сигналов в СВЧ усилителях мощности	56
2.1. Энергетические характеристики усилителя мощности и искажения радиосигналов	56
2.1.1. Твердотельные усилители	59
2.1.2. Вакуумные СВЧ усилители мощности	63
2.2. Повышение энергетической эффективности усилителя мощности	65
2.2.1. Автоматическая регулировка режима	65
2.2.2. Усилитель мощности по схеме Дохерти	66
2.2.3. Раздельное усиление огибающей и несущего колебания	68
2.2.4. Дефазирование параллельных каналов	70
2.2.5. Управление выходной мощностью	72
2.3. Линеаризация усилителей мощности СВЧ сигналов	73
2.3.1. Обратная связь	75
2.3.2. Прямая связь	77
2.3.3. Предыскажающая линеаризация	78
2.3.4. Адаптивная линеаризация	89
2.3.5. Алгоритмическая компенсация продуктов интермодуляции в усилителях	92
Контрольные вопросы к разделу 2	97

3. Пассивная интермодуляция	99
3.1. Виды пассивных интермодуляционных искажений	99
3.2. Измерение уровня пассивной интермодуляции	101
3.3. Анализ механизмов появления пассивной интермодуляции	105
3.3.1. Контактные нелинейности	107
3.3.2. Ферромагнитная и пьезоэлектрическая нелинейность.....	110
3.3.3. Электротепловые процессы	111
3.3.4. Мультипакторные явления вторичной эмиссии	114
3.4. Поиск расположения источника искажений	115
3.5. Технологические меры по минимизации искажений...	118
3.6. Алгоритмическая компенсация пассивной интермодуляции	120
Контрольные вопросы к разделу 3	123
Литература	125
Список сокращений и условных обозначений	138