

Содержание

Предисловие	9
Глава 1. Физика развития и параметры ЭМИ	12
1.1. Электромагнитный импульс ядерного взрыва	12
1.1.1. Исторические аспекты развития проблемы	12
1.1.2. Электромагнитный импульс ядерного взрыва	16
1.1.3. Состояние проблемы и направления исследований	20
1.1.4. Физика образования и общая характеристика ЭМИ наземного ядерного взрыва	21
1.1.5. ЭМИ высотного ядерного взрыва	26
1.1.6. Амплитудно-временные параметры, формы раннего и промежуточного ЭМИ	29
1.1.7. Область действия ЭМИ ВЯВ на поверхности Земли	31
1.2. Источники мощных электромагнитных помех большой энергии естественного и искусственного происхождения	37
1.2.1. Молния	37
1.2.2. Геомагнитные бури	53
1.2.3. Высоковольтные линии электропередачи	54
1.2.4. Контактная сеть железных дорог	55
1.2.5. Высоковольтные установки	55
1.2.6. Мощные радиопередающие средства и радиолокационные станции	56
1.2.7. Сверхширокополосные электромагнитные импульсы	57
1.2.8. Генераторы микроволнового излучения	63
1.2.9. Электростатические разряды	66
1.2.10. Технические средства преднамеренного силового воздействия	70
1.2.11. Сравнение параметров ЭМИ ЯВ и полей от источников природного и техногенного происхождения	72
1.3. Резюме к главе 1	74
Глава 2. Воздействие ЭМИ на объекты, системы и аппаратуру	76
2.1. Устойчивость современных технических средств	76
2.2. Физические аспекты воздействия ЭМИ ВЯВ	84
2.2.1. Особенности электромагнитного импульса ядерного взрыва как воздействующего фактора	84
2.2.2. Физические аспекты механизмов воздействия ЭМИ на технические средства	87
2.3. Методы расчета воздействия ЭМИ	97
2.3.1. Классификация методов расчета воздействия полей на объекты	97
2.3.2. Физико-математическая модель расчета воздействия ЭМИ на кабельные системы	101
2.3.3. Методы расчета полей ЭМИ, проникающих в металлические экраны	105

2.3.4. Методы расчета воздействия ЭМИ на антенно-фидерные устройства и проволочные структуры	112
2.4. Поражающее действие ЭМИ	130
2.4.1. Воздействие ЭМИ высотного ядерного взрыва на гражданское оборудование, системы и линии связи	130
2.4.2. Воздействие ЭМИ на аппаратуру и РЭС	140
2.4.3. Поражающее действие электромагнитного импульса на объекты ...	152
3. Резюме к главе 2	155
Глава 3. Международные и отечественные стандарты по ЭМИ.	157
3.1. Международная стандартизация в области ЭМС	157
3.1.1. Роль МЭК в международной стандартизации	157
3.1.2. МЭК и международная стандартизация в области ЭМС	162
3.2. Виды стандартов по ЭМС	165
3.2.1. Базовые публикации ЭМС	165
3.2.2. Общие (универсальные) стандарты ЭМС	166
3.2.3. Стандарты ЭМС на конкретный вид или группу изделий	166
3.3. Виды электромагнитных помех	167
3.4. Категории изделий	169
3.5. Статус стандартов по ЭМС	170
3.6. Устойчивость к воздействию импульсных электромагнитных явлений большой энергии	171
3.6.1. Стандартизация в области ЭМП ВЯВ	171
3.6.2. Общие стандарты	174
3.6.3. Требования стандартов по параметрам полей ЭМИ ВЯВ и токам (напряжениям) при разработке и испытании технических средств	180
3.7. Молниезащита и молниестойчивость	186
3.7.1. Нормы на испытательные импульсы грозовых перенапряжений	186
3.7.2. Нормы на испытательные токи, обусловленные молнией	187
3.8. Электростатические разряды	191
3.9. Сверхширокополосный электромагнитный импульс	196
3.10. Мощные гармонические электромагнитные поля	196
3.11. Проекты стандартов по параметрам технических средств преднамеренного силового электромагнитного воздействия	200
3.12. Направления реформирования отечественной системы технического регулирования в области ЭМС	200
3.12.1. Основы технического регулирования	200
3.12.2. Объекты технического регулирования	203
3.12.3. Существенные требования	204
3.13. Резюме к главе 3	205
Глава 4. Экспериментальная база ЭМИ	207
4.1. Концепция развития экспериментальной базы	207
4.2. Экспериментальная база ЭМИ ядерного взрыва	210
4.2.1. Имитаторы ЭМИ ядерного взрыва за рубежом	210
4.2.2. Состояние и развитие экспериментальной базы ЭМИ ядерного взрыва в России	221
4.3. Воспроизведение полей, токов и напряжений электромагнитных факторов природного и техногенного происхождения	229
4.3.1. Экспериментальная база ЭМС	229
4.3.2. Имитаторы токов и полей молнии	231
4.3.3. Имитаторы токов и полей высоковольтных линий электропередач, контактной сети железных дорог, станций безобмоточного размагничивания	234

4.3.4. Имитаторы электростатических разрядов	235
4.3.5. Генераторы гармонических колебаний	237
4.3.6. Генераторы сверхширокополосных ЭМИ	241
4.3.7. Генераторы микроволнового излучения	249
4.3.8. Имитаторы преднамеренного силового электромагнитного воздействия	253
4.4. Методы и средства измерений параметров импульсных электромагнитных полей, токов и напряжений	256
4.4.1. Линии связи средств измерений	256
4.4.2. Измерительные преобразователи импульсного электрического поля	258
4.4.3. Измерительные преобразователи импульсного магнитного поля	261
4.4.4. Измерение импульсных токов и напряжений	266
4.5. Методы и средства измерения энергий в электрических цепях радиоэлектронных средств	268
4.5.1. Классификация методов и средств	268
4.5.2. Пирозлектрическая измерительная система	269
4.6. Методы и средства измерений токов во внутренних электрических цепях при воздействии на РЭА гармонических электромагнитных полей	275
4.7. Резюме к главе 4	277
Глава 5. Методы и средства испытаний по оценке стойкости технических средств	279
5.1. Методы оценки стойкости технических средств	279
5.2. Порядок оценки стойкости аппаратуры связи и ее составных частей к действию ЭМИ	288
5.3. Основные понятия электромагнитной стойкости	293
5.3.1. Виды электромагнитных воздействий	293
5.3.2. Определение электромагнитной стойкости	295
5.3.3. Показатели и критерии электромагнитной стойкости	296
5.4. Расчетные методы оценки стойкости	298
5.5. Экспериментальные методы оценки стойкости	302
5.6. Расчетно-экспериментальные методы оценки стойкости	306
5.7. Методы и средства испытаний на стойкость	307
5.8. Общие положения по испытаниям технических средств на стойкость к воздействию ЭМИ	309
5.8.1. Планирование испытаний	309
5.8.2. Функции основных участников испытаний	310
5.9. Метрологическое обеспечение испытаний	314
5.9.1. Измерительные системы и комплекс установок эталонов	314
5.9.2. Методики выполнения измерений параметров электромагнитных факторов	318
5.9.3. Методы поверки средств измерений	320
5.9.4. Требования к средствам измерений импульсных сверхширокополосных электромагнитных полей	321
6. Резюме к главе 5	324
Глава 6. Концепция и схемотехническая защита технических средств от воздействия ЭМИ	327
6.1. Подходы к выбору средств защиты	327
6.1.1. Экраны и интерфейсы	327
6.1.2. Концепция монтажа внутри защищаемых зон	332
6.2. Требования к методам и средствам защиты от ЭМИ	335
6.2.1. Классификация методов защиты	335

6.2.2. Топологические условия	337
6.2.3. Различие между принципами защиты от воздействия ЭМИ и молнии	339
6.3. Ослабление излучаемых и кондуктивных помех	342
6.4. Структурно-функциональные методы защиты	347
6.5. Схемотехнические методы	349
6.5.1. Классификация устройств защиты от кондуктивных перенапряжений	349
6.5.2. Защита цепей питания	351
6.5.3. Ограничители помех, вызванных переходными процессами	362
6.5.4. Ограничение наводок по спектру	369
6.5.5. Выбор защитных компонентов	382
6.6. Концепция защиты	391
6.7. Резюме к главе 6	398
Глава 7. Конструкторские методы повышения стойкости ТС к электромагнитным возмущениям	403
7.1. Уменьшение полного сопротивления электрических соединений	403
7.1.1. Заземляющие переемы и оплетки	403
7.1.2. Заземляющая прокладка печатных плат	405
7.1.3. Металлический кабелепровод	405
7.1.4. Координатная заземляющая сетка	409
7.1.5. Промежуточная пластина — виртуальная земля	411
7.2. Экранирование	413
7.2.1. Иерархия зон защиты	413
7.2.2. Техника экранирования	416
7.2.3. Экранирование кабелей	429
7.2.4. Внедрение системы экранирования	439
7.3. Рациональное заземление	449
7.4. Резюме к главе 7	453
Буквенные обозначения	457
Рекомендуемая литература	462