

# Оглавление

Предисловие .....	3
<b>1. Современная электрическая связь .....</b>	<b>4</b>
1.1. Классификация и разновидности современных систем связи .....	4
1.2. Направляющие системы электросвязи .....	6
1.3. Принципы организации связи по НСЭ .....	8
1.4. Основные требования к НСЭ .....	10
1.5. Построение сетей связи .....	11
Контрольные вопросы .....	28
<b>2. Конструкции и характеристики направляющих систем электро- связи .....</b>	<b>29</b>
2.1. Электрические кабели связи .....	29
2.1.1. Классификация электрических кабелей связи .....	29
2.1.2. Конструктивные элементы симметричных кабелей связи .....	30
2.1.3. Конструктивные элементы коаксиальных кабелей связи .....	36
2.1.4. Маркировка электрических кабелей связи для магистральных, внутризонавых и городских линий .....	37
2.1.5. Электрические кабели для цифровых абонентских линий .....	38
2.1.6. Электрические кабели для сетей ШПД и СКС .....	40
2.2. Оптические кабели .....	44
2.2.1. Классификация оптических кабелей .....	44
2.2.2. Основные конструктивные элементы ОК и материалы для их изготовления .....	46
2.2.3. Технические требования, предъявляемые к ОК .....	52
2.2.4. Маркировка оптических кабелей связи .....	56
2.2.5. Оптические кабели для прокладки в грунт .....	57
2.2.6. Оптические кабели для пневмозадувки в защитные полимерные трубы .....	58
2.2.7. Оптические кабели для микрокабельных систем .....	59
2.3.8. Оптические кабели для прокладки в кабельной канализации .....	60
2.3.9. Подвесные оптические кабели .....	60
2.3.10. Комбинированные оптические кабели .....	69
2.3.11. Подводные оптические кабели связи .....	70
2.3.12. Внутриобъектовый оптический кабель .....	71
2.3.13. Оптические кабели для сетей доступа .....	73

Контрольные вопросы .....	76
<b>3. Теория передачи по проводным направляющим системам электросвязи .....</b>	<b>77</b>
3.1. Уравнения передачи однородных двухпроводных направляющих систем связи .....	77
3.2. Вторичные параметры передачи .....	81
3.4. Параметры передачи направляющей системы с несогласованными нагрузками по концам .....	86
3.5. Направляющие системы, неоднородные по длине .....	90
3.6. Временные характеристики передачи .....	93
3.6.1. Временные характеристики .....	96
3.6.2. Временные характеристики с учетом потерь в диэлектрике .....	101
3.6.3. Искажения импульсов .....	103
3.6.4. Искажение импульсов на участке «кабель + корректор» ЦСП .....	105
Контрольные вопросы .....	107
<b>4. Параметры передачи проводных направляющих систем электросвязи .....</b>	<b>108</b>
4.1. Коаксиальные кабели .....	108
4.1.1. Электрические процессы в коаксиальных цепях .....	108
4.1.2. Электромагнитное поле коаксиальной цепи .....	112
4.1.3. Передача энергии по идеальной коаксиальной цепи .....	113
4.1.4. Передача энергии по коаксиальной цепи с учетом потерь в проводниках .....	115
4.1.5. Емкость и проводимость изоляции коаксиальных цепей .....	121
4.1.6. Вторичные параметры передачи коаксиальных цепей .....	123
4.1.7. Оптимальные соотношения диаметров проводников коаксиальной цепи .....	125
4.1.8. Конструктивные неоднородности в коаксиальных кабелях .....	128
4.2. Симметричные кабели .....	130
4.2.1. Электрические процессы в симметричных цепях .....	130
4.2.2. Передача энергии по идеальной симметричной цепи .....	132
4.2.3. Передача энергии по симметричной цепи с учетом потерь .....	134
4.2.4. Емкость и проводимость изоляции симметричной цепи .....	138
4.2.5. Основные зависимости первичных параметров симметричных цепей .....	140
4.2.6. Вторичные параметры симметричных цепей .....	141
4.3. Волноводы .....	142
4.3.1. Физические процессы, происходящие в волноводах .....	142
4.3.2. Особенности волны $H_{01}$ в цилиндрическом волноводе .....	143
4.3.3. Спиральные волноводы, их достоинства и недостатки .....	144
4.4. Сверхпроводящие кабели .....	146

4.4.1. Сверхпроводники и диэлектрики при криогенных температурах .....	146
4.4.3. Конструктивные и электрические характеристики сверхпроводящих кабельных линий.....	149
Контрольные вопросы.....	151
<b>5. Параметры передачи оптических направляющих систем электросвязи.....</b>	<b>152</b>
5.1. Физические процессы в оптических волокнах.....	152
5.2. Волны и лучи в ОВ.....	156
5.3. Волновая теория ОВ.....	157
5.4. Типы волн в ОВ.....	159
5.5. Одномодовый и многомодовый режимы передачи по ОВ.....	161
5.6. Основные параметры ОВ.....	165
5.6.1. Конструктивные параметры ОВ.....	165
5.6.2. Потери в оптических волокнах.....	166
5.6.3. Дисперсия и пропускная способность ОВ.....	172
5.6.4. Модовая дисперсия ОВ.....	174
5.6.5. Хроматическая дисперсия.....	175
5.6.6. Поляризационная модовая дисперсия.....	181
5.6.7. Нелинейные искажения оптических сигналов в ОВ.....	182
5.6.8. Неоднородности волоконно-оптической линии.....	187
5.6.9. Эксплуатационные характеристики ОВ.....	189
5.7. Классификация телекоммуникационных ОВ.....	192
5.8. Многосердцевинные и маломодовые ОВ.....	194
5.9. Специальные ОВ.....	195
5.9.1. Микроструктурированные ОВ.....	196
5.9.2. Компенсирующие ОВ.....	197
5.9.3. ОВ с высокой нелинейностью.....	198
5.9.4. ОВ, легированные редкоземельными элементами.....	199
5.9.5. Волокна, сохраняющие поляризацию.....	200
5.9.6. Волокна с поллой сердцевиной.....	201
5.9.7. Полимерные ОВ.....	203
5.9.8. Волокна инфракрасного диапазона.....	204
Контрольные вопросы.....	206
<b>6. Взаимные влияния в направляющих системах электросвязи ..</b>	<b>208</b>
6.1. Проблема электромагнитной совместимости в направляющих системах.....	208
6.2. Основные понятия о влиянии между симметричными цепями.....	210
6.3. Первичные параметры взаимного влияния.....	211
6.4. Основные уравнения взаимного влияния.....	217
6.5. Частотные характеристики взаимного влияния.....	220

6.5.1. Влияние на ближний конец .....	220
6.5.2. Влияние на дальний конец .....	222
6.5.3. Регулярное влияние через третьи цепи .....	227
6.6. Временные характеристики взаимного влияния .....	228
6.7. Взаимные влияния в коаксиальных кабелях связи .....	234
6.8. Нормы на параметры взаимных влияний .....	238
6.9. Меры повышения защищенности симметричных цепей от взаимных влияний .....	240
6.10. Симметрирование кабелей связи .....	240
Контрольные вопросы .....	248
<b>7. Внешние влияния на направляющие системы электросвязи и меры защиты .....</b>	<b>249</b>
7.1. Теория электромагнитного влияния .....	149
7.1.1. Физическая сущность и источники электромагнитного влияния на цепи связи .....	249
7.1.2. Влияние атмосферного электричества .....	253
7.1.3. Влияние линий электропередачи .....	256
7.1.4. Влияние электрифицированных железных дорог .....	258
7.1.5. Особенности влияния на воздушные и кабельные .....	259
7.1.6. Нормы опасных и мешающих влияний на электрические кабели связи .....	260
7.1.7. Расчет опасного электрического влияния на направляющие системы электросвязи .....	262
7.1.8. Расчет опасного магнитного влияния на направляющие системы электросвязи .....	264
7.1.9. Расчет мешающих влияний на направляющие системы электросвязи .....	266
7.1.10. Влияние радиостанций на направляющие системы электросвязи .....	268
7.2. Защита сооружений связи .....	270
7.2.1. Меры защиты сооружений связи от внешних влияний ..	270
7.2.2. Защита от грозы кабельных линий .....	270
7.2.3. Экранирующие тросы .....	272
7.2.4. Устройство заземлений .....	273
7.3. Экранирование электрических кабелей связи .....	274
7.3.1. Применение экранов различных конструкций .....	274
7.3.2. Принципы экранирования в широком диапазоне частот ..	275
7.3.3. Электромагнитостатическое экранирование .....	277
7.3.4. Электромагнитное экранирование .....	278
7.3.5. Волновой режим экранирования .....	279
7.3.6. Принцип действия магнитных и немагнитных экранов ..	280
7.3.7. Экранирующий эффект с учетом продольных токов .....	281
7.3.8. Экранирующие характеристики многослойных экранов ..	283

7.4. Коррозия кабельных оболочек и меры защиты .....	284
7.4.1. Виды коррозии .....	284
7.4.2. Почвенная коррозия .....	285
7.4.3. Электрическая коррозия .....	287
7.4.4. Расчет потенциалов и токов, возникающих на кабельной оболочке за счет блуждающих токов .....	288
7.4.5. Межкристаллитная коррозия .....	289
7.4.6. Меры защиты от коррозии .....	289
7.4.7. Электрический дренаж .....	290
7.4.8. Катодные станции .....	291
7.4.9. Протекторные установки .....	291
7.4.10. Устройства пассивной защиты .....	293
7.4.11. Измерения потенциалов на оболочке кабеля и устройство контрольно-измерительных пунктов .....	293
Контрольные вопросы .....	295
<b>8. Проектирование и строительство линейных сооружений связи</b> .....	<b>296</b>
8.1. Общие положения по проектированию и строительству ..	296
8.2. Задание на проектирование и исходные данные .....	298
8.3. Состав рабочего проекта .....	299
8.4. Требования по обеспечению надежности ВОЛП .....	302
8.5. Рекомендации по выбору транспортных технологий .....	303
8.6. Инженерный расчет параметров линейного тракта ВОЛП	305
8.6.1. Расчет длины регенерационного участка .....	305
8.6.2. Расчет бюджета мощности .....	306
8.6.3. Ограничения длины РУ по хроматической дисперсии .....	308
8.6.4. Ограничения длины РУ по поляризационной модовой дисперсии .....	309
8.6.5. Расчет параметров оптического линейного тракта систем передачи со спектральным разделением каналов .....	309
8.7. Выбор варианта трассы ВОЛП .....	310
8.8. Выбор типа, марки оптического кабеля и метода его прокладки .....	312
8.9. Организация строительства волоконно-оптических линий передачи .....	313
8.10. Технология прокладки ОК в кабельной канализации .....	315
8.10.1. Общие требования к прокладке ОК в кабельной канализации .....	315
8.10.2. Механические нагрузки при затягивании ОК в каналы кабельной канализации и меры по их ограничению .....	316
8.10.3. Подготовка кабельной канализации к прокладке ОК .....	320
8.10.4. Прокладка ОК в кабельной канализации .....	321
8.11. Технология прокладки ОК в грунт .....	324
8.11.1. Прокладка ОК кабелеукладчиком .....	324

8.11.2. Прокладка ОК в предварительно проложенные в грунт защитные пластмассовые трубы методом задувки .....	326
8.11.3. Установка замерных столбиков и электронных маркеров .....	328
8.11.4. Пересечение подземных коммуникаций методом горизонтального направленного бурения .....	329
8.12. Подвеска ОК на опорах .....	332
8.13. Прокладка подводных кабелей .....	338
8.14. Проектирование и строительство структурированных кабельных систем .....	341
8.14.1. Структура СКС .....	343
8.14.2. Принципы проектирования СКС .....	345
8.14.3. Строительство и монтаж СКС .....	349
Контрольные вопросы .....	355
<b>9. Основы технической эксплуатации линейных сооружений связи</b> .....	<b>356</b>
9.1. Основные положения по технической эксплуатации сетей электросвязи .....	356
9.2. Основные принципы и методы технической эксплуатации линейных сооружений связи .....	358
9.3. Охранно-предупредительная работа .....	360
9.4. Текущие обслуживание и оперативный контроль технического состояния ЛСС .....	361
9.5. Ремонт линейных сооружений связи .....	363
9.6. Измерения при технической эксплуатации линейных сооружений связи .....	364
9.6.1. Классификация измерений .....	364
9.6.2. Состав измерений на ЛСС .....	365
9.7. Задачи производственной лаборатории при технической эксплуатации ЛСС .....	369
9.8. Аварийно-восстановительные работы на ЛСС .....	370
9.9. Технический надзор за строительством, реконструкцией, техническим перевооружением и капитальным ремонтом ЛСС .....	373
9.10. Защита ЛСС от внешних электромагнитных влияний .....	376
9.11. Защита подземных металлических сооружений связи от коррозии .....	378
9.12. Заземляющие устройства на ЛСС .....	380
9.13. Служебная связь на ЛСС .....	380
9.14. Паспортизация линейных сооружений связи .....	381
9.15. Производственная документация при технической эксплуатации ЛСС .....	381
Контрольные вопросы .....	382
Литература .....	384