

ББК

УДК 621.372.8

Авторы: Андреев В.А., Андреев Р.В., Бурдин А.В., Бурдин В.А.,
Дашков М.В., Попов Б.В., Попов В.Б.

Рецензенты: В.Д. Халуп, В.В. Инякин

Технологии строительства ВОЛП. Оптические кабели и волокна: Учебное пособие для вузов/ В.А. Андреев, Р.В. Андреев, А.В. Бурдин, В.А. Бурдин, М.В. Дашков, Б.В. Попов, Попов В.Б. /под редакцией В.А. Андреева - Самара, СРТТЦ ПГУТИ, 2016. - 369 с.: ил.

Рассматриваются типы и конструкции оптических волокон (ОВ) и оптических кабелей (ОК). Излагаются основные положения и технологии строительства волоконно-оптических линий передачи (ВОЛП). Описываются с учетом последних достижений строительной техники технологические особенности прокладки оптических кабелей в телефонной канализации, в грунт, в том числе методом пневмозадувки в пластиковые трубы. Рассматриваются вопросы подвески ОК на опорах ЛЭП и железных дорог, монтаже соединительных муфт, технадзора за строительно-монтажными работами на ВОЛП. Рассматриваются новые перспективные технологии строительства ВОЛП. Излагаются основные положения измерения в процессе строительства, включая приемо-сдаточные измерения. Приводятся сведения о составлении необходимой документации на законченные строительством линейные сооружения ВОЛП в соответствии с требованиями действующей нормативной документацией.

Учебное издание

Андреев Владимир Александрович,
Андреев Роман Владимирович
Бурдин Антон Владимирович,
Бурдин Владимир Александрович,
Дашков Михаил Викторович,
Попов Борис Владимирович,
Попов Виктор Борисович

Учебное пособие

Оглавление

Предисловие	9
1. ОПТИЧЕСКИЕ ВОЛОКНА.....	11
1.1. Физические основы передачи информации по волоконным световодам	11
1.1.1. Конструкция оптических волокон	11
1.1.2. Физические основы передачи оптического излучения по волоконным световодам	12
1.1.3. Типы волн, распространяющихся в оптических волокнах	16
1.1.4. Параметры передачи оптических волокон	18
1.1.5. Основное уравнение передачи	21
1.1.6. Число мод, распространяющихся в оптических волокнах	22
1.2. Многомодовые оптические волокна.....	24
1.2.1. Классификация многомодовых оптических волокон	24
1.2.2. Многомодовые оптические волокна на современных сетях связи.....	26
1.3. Одномодовые оптические волокна	27
1.3.1. Общие положения	27
1.3.2. Стандартные одномодовые оптические волокна	28
1.3.3. Оптические волокна со смещенной дисперсией	31
1.3.4. Оптические волокна с минимизацией потерь в третьем окне прозрачности	33
1.3.5. Оптические волокна с ненулевой смещенной дисперсией	34
1.3.6. Оптические волокна с ненулевой смещенной дисперсией для широкополосной оптической передачи.....	37
1.4. Потери в оптических волокнах	39
1.4.1. Спектральная характеристика коэффициента затухания оптических волокон.....	39
1.4.2. Волновые диапазоны	41
1.4.3. Составляющие потерь в оптических волокнах	42
1.4.4. Потери Рэлеевского рассеяния	43
1.4.5. Потери на поглощение	44
1.4.6. Кабельные потери	46
1.5. Дисперсия оптических волокон	49
1.5.1. Общие положения	49
1.5.2. Межмодовая дисперсия	50
1.5.3. Хроматическая дисперсия	51
1.5.4. Материальная дисперсия	51
1.5.5. Волноводная дисперсия.....	54

1.5.6. Спектральные характеристики хроматической дисперсии одномодовых оптических волокон действующих рекомендаций МСЭ-Т	55
1.5.7. Дисперсионные параметры одномодовых оптических волокон	57
1.5.8. Поляризационная модовая дисперсия	63
1.6. Оптические волокна с пониженной восприимчивостью к изгибам	71
1.7. Контрольные вопросы	80
2. КОНСТРУКЦИИ И ХАРАКТЕРИСТИКИ ОПТИЧЕСКИХ КАБЕЛЕЙ СВЯЗИ	81
2.1. Классификация оптических кабелей связи	81
2.2. Основные конструктивные элементы ОК и материалы для их изготовления	82
2.3. Технические требования, предъявляемые к ОК	89
2.4. Основные производители и номенклатура ОК	92
2.5. О маркировке оптических кабелей связи	95
2.6. Оптические кабели для прокладки в грунт	98
2.7. Оптические кабели для пневмозадудки в защитные пластмассовые трубы	100
2.8. Оптические кабели для прокладки в кабельной канализации	102
2.9. Подвесные оптические кабели	103
2.10. Подводные оптические кабели связи	110
2.11. Оптические кабели для прокладки внутри зданий	114
2.12. Контрольные вопросы	119
3. ОРГАНИЗАЦИЯ И ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ ВОЛП	120
3.1. Контрольные вопросы	123
4. ГРУППИРОВАНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ ДЛИН ОК	124
4.1. Контрольные вопросы	124
5. ПРОКЛАДКА ОК В ТЕЛЕФОННОЙ КАНАЛИЗАЦИИ	125
5.1. Общие требования к прокладке ОК	125
5.2. Механические нагрузки при затягивании ОК в каналы кабельной канализации и меры по их ограничению	126
5.3. Подготовка кабельной канализации к прокладке ОК	135
5.4. Технология прокладки ОК в кабельной канализации	141
5.5. Контрольные вопросы	147
6. ПРОКЛАДКА ОК В ГРУНТ	148
6.1. Условия производства работ	148
6.2. Прокладка ОК в траншею	149

6.3. Прокладка ОК кабелеукладчиком	151
6.4. Прокладка кабеля с применением защитного трубопровода	158
6.5. Особенности прокладки ОК в условиях многолетнемерзлых грунтов	160
6.6. Прокладка ОК в предварительно проложенные в грунт защитные пластмассовые трубы методом задувки.....	162
6.6.1. Общие положения	162
6.6.2. Общие указания по прокладке ЗПТ.....	167
6.6.3. Прокладка защитной полиэтиленовой трубы в грунт кабелеукладчиком.....	168
6.6.4. Прокладка защитных полиэтиленовых труб в траншею.....	169
6.6.5. Прокладка защитной полиэтиленовой трубы в канализацию.....	172
6.6.6. Монтаж защитной полиэтиленовой трубы и её испытание.....	174
6.6.7. Особенности прокладки оптических кабелей методом задувки в ЗПТ.....	179
6.6.8. Установка замерных столбиков и электронных маркеров.....	184
6.7. Прокладка ОК через водные преграды.....	186
6.8. Пересечение подземных коммуникаций методом горизонтального направленного бурения.....	189
6.8.1. Общие положения	189
6.8.2. Технология бестраншейного строительства методом ГНБ.....	191
6.9. Контрольные вопросы	198
7. РЕКУЛЬТИВАЦИЯ ЗЕМЕЛЬ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ВОЛП	199
7.1. Контрольные вопросы	201
8. ПОДВЕСКА ОК	201
8.1. Общие положения	201
8.2. Подвеска ОК на опорах высоковольтных линий передач .	202
8.3. Раскатка и подвеска кабелей ОКГТ и ОКСН	204
8.4. Подвеска кабеля ОКНН способом навива.....	206
8.5. Подвеска самонесущего ОК на опорах контактной сети и высоковольтных линий автоблокировки железных дорог.....	210
8.5.1. Общие положения	210
8.5.2. Нагрузки, действующие на ОК, и оценка их несущей способности.....	214

8.5.3. Организация и технология работ по подвеске и монтажу ОК	216
8.6. Контрольные вопросы	223
9. НОВЫЕ ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬСТВА ВОЛП	223
9.1. Общие положения	223
9.2. Технология микротрубок при строительстве ВОЛП	225
9.3. Использование маловолоконной кабельной системы для решения проблемы широкополосных сетей абонентского доступа.....	231
9.3.1. МВКС для городской прокладки	232
9.4. Технология навивки ОК на фазовый провод низковольтных ЛЭП	233
9.5. Контрольные вопросы	238
10. МОНТАЖ ВОЛП	239
10.1. Требования к неразъемным соединениям ОВ	239
10.2. Подготовка ОВ к сращиванию	240
10.3. Способы сращивания ОВ	245
10.4. Защита мест сварки ОВ	249
10.5. Конструкция муфт ОК и особенности их монтажа	250
10.6. Контрольные вопросы	255
11. СТРОИТЕЛЬСТВО ОПТИЧЕСКИХ СЕТЕЙ ДОСТУПА FTTH PON	256
11.1. Структура оптических сетей доступа	256
11.2. Станционный участок	257
11.3. Линейный участок	266
11.4. Распределительный участок.....	269
11.5. Абонентский участок.....	291
12. ТЕХНИЧЕСКИЙ НАДЗОР ЗА СТРОИТЕЛЬСТВОМ ВОЛП	296
12.1. Контрольные вопросы	301
13. ИЗМЕРЕНИЯ В ПРОЦЕССЕ СТРОИТЕЛЬСТВА ВОЛП	301
13.1. Общие положения	301
13.2. Входной контроль на строительных длинах ОК.....	303
13.3. Измерения, проводимые в процессе прокладки ОК	306
13.4. Измерения, выполняемые в процессе монтажа ОК	309
13.5. Измерения на смонтированном регенерационном участке ВОЛП	315
13.6. Приемо-сдаточные измерения	316
13.7. Контрольные вопросы	317
14. ИСПОЛНИТЕЛЬНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ НА ЗАКОНЧЕННЫЕ СТРОИТЕЛЬСТВОМ ЛИНЕЙНЫЕ СООРУЖЕНИЯ ВОЛП	318

15. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ПРИЕМОЧНЫХ ИСПЫТАНИЙ ЭКУ ВОЛП	321
15.1. Общие положения	321
15.2. Нормативно-техническая документация, регламентирующая требования к ЭКУ ВОЛП	324
ПРИЛОЖЕНИЕ 1	327
ПРИЛОЖЕНИЕ 2	341
ПРИЛОЖЕНИЕ 3	350
ПРИЛОЖЕНИЕ 4	363
ЛИТЕРАТУРА	365