

УДК 004.04:621.315.2

ББК 32.97

С30

А

Семенов, Андрей Борисович.

С30 Структурированные кабельные системы для центров обработки данных / А. Б. Семенов. — 2-е изд., эл. — 1 файл pdf : 233 с. — Москва : ДМК Пресс, 2023. — Систем. требования: Adobe Reader XI либо Adobe Digital Editions 4.5 ; экран 10". — Текст : электронный.

ISBN 978-5-89818-413-1

Рассматриваются основные подходы к построению центров обработки данных, в том числе те аспекты архитектурного исполнения, которые имеют важное значение с точки зрения реализации в нем структурированной кабельной системы. Выполнен обзор схем построения телекоммуникационной инфраструктуры этого технического объекта. Обсуждаются требования к информационной кабельной системе ЦОД, и приведены варианты их реализации. Подробно описаны принципы построения медножильной и оптической подсистем СКС. Приведены основные особенности и отличия электропроводной и волоконно-оптической элементной базы с анализом фокусных областей их использования. Представлена классификация по уровням эксплуатационной надежности, и описаны мероприятия по достижению требуемой величины этого параметра в части, относящейся к СКС. Отдельно затронуты вопросы тестирования и эксплуатационного обслуживания информационной кабельной системы.

Для специалистов системных интеграторов и инсталляционных компаний, сотрудников проектных организаций и эксплуатационного персонала ЦОД.

УДК 004.04:621.315.2

ББК 32.97

Электронное издание на основе печатного издания: Структурированные кабельные системы для центров обработки данных / А. Б. Семенов. — Москва : ДМК Пресс, 2014. — 232 с. — ISBN 978-5-97060-120-4. — Текст : непосредственный.

Все права защищены. Любая часть этой книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами без письменного разрешения владельцев авторских прав.

Материал, изложенный в данной книге, многократно проверен. Но поскольку вероятность технических ошибок все равно существует, издательство не может гарантировать абсолютную точность и правильность приводимых сведений. В связи с этим издательство не несет ответственности за возможные ошибки, связанные с использованием книги.

В соответствии со ст. 1299 и 1301 ГК РФ при устранении ограничений, установленных техническими средствами защиты авторских прав, правообладатель вправе требовать от нарушителя возмещения убытков или выплаты компенсации.

ISBN 978-5-89818-413-1

© Семенов А. Б., 2014

© Компания Стинс Коман, 2014

© Оформление, ДМК Пресс, 2014

А

СОДЕРЖАНИЕ

Использованные сокращения.....	8
От автора.....	9
Введение.....	10
Глава 1. Элементы телекоммуникационной и информационной инфраструктуры ЦОД.....	18
1.1. Построение телекоммуникационной инфраструктуры	18
1.1.1. Уровни и подуровни аппаратурной части	18
1.1.2. Сетевые протоколы и основные виды сетей в ЦОД.....	21
1.1.3. Концепции Fibre Channel over Ethernet и SCSI.....	24
1.2. Специальные варианты классической архитектуры ЛВС.....	26
1.2.1. Предварительные замечания.....	26
1.2.2. Архитектура на основе сосредоточенных групп коммутаторов	27
1.2.3. Архитектура Top of Rack	28
1.2.4. Влияние концепций End of Row и Top of Rack на архитектуру кабельной системы.....	28
1.3. Архитектура ЛВС в ЦОД с низким уровнем задержки.....	29
1.3.1. Предварительные замечания.....	29
1.3.2. Схема плоского дерева	30
1.3.3. Полносвязанная структура коммутаторных фабрик.....	31
1.3.4. Расширенная структура с использованием интерконнекта.....	32
1.3.5. Централизованная структура коммутаторных фабрик.....	33
1.3.6. Коммутаторная фабрика на основе виртуального коммутатора	34
1.4. Сетевые интерфейсы Ethernet на скорость 40 и 100 Гбит/с.....	35
1.4.1. Необходимость внедрения новых типов интерфейсов и их технические особенности.....	35
1.4.2. Выбор количества каналов передачи и канальной скорости	39
1.4.3. Многомодовые оптические интерфейсы малой дальности действия	40
1.4.4. Линии связи большой протяженности	42
1.4.5. Передача по симметричным кабелям.....	42
1.5. Основные разновидности обобщенных топологий телекоммуникационной инфраструктуры.....	43
1.5.1. Базовая топология	43
1.5.2. Упрощенная топология.....	43
1.5.3. Распределенная топология.....	45
Глава 2. Архитектурные объекты телекоммуникационной инфраструктуры.....	47
2.1. Архитектурная компоновка ЦОД.....	47
2.1.1. Необходимость применения иерархического подхода.....	47
2.1.2. Помещения, области и зоны телекоммуникационной инфраструктуры	48
2.1.3. Требование компактности ЦОД	50
2.2. Кабельный ввод и входной кросс	51
2.2.1. Особенности конструкции кабельного ввода	51
2.2.2. Назначение помещения входного кросса.....	52
2.2.3. Архитектурные особенности реализации входного кросса	53
2.3. Аппаратный зал и его структурные компоненты.....	54
2.3.1. Предварительные замечания.....	54
2.3.2. Область главного кросса	54

2.3.3. Область промежуточного кросса	56
2.3.4. Область горизонтального кросса	57
2.3.5. Зона точки консолидации	58
2.3.6. Зона размещения оконечного оборудования	58
2.4. Офисная зона	59
2.4.1. Необходимость выделения дополнительных помещений	59
2.4.2. Телекоммуникационное помещение ЦОД	60

Глава 3. Построение информационной кабельной системы ЦОД..... 62

3.1. Общие вопросы	62
3.1.1. Необходимость создания специальной разновидности СКС	62
3.1.2. Назначение СКС для ЦОД и основные требования к ней	64
3.1.3. Нормативная база	66
3.1.4. Принцип унификации с офисными кабельными системами	68
3.1.5. Соответствие зон кабельной системы и уровней аппаратной части информационной инфраструктуры	69
3.1.6. СКС для ЦОД как самостоятельный продукт	70
3.2. Разновидности комплексных линейных объектов	71
3.2.1. Предварительные замечания	71
3.2.2. Укрупненные функциональные компоненты	72
3.2.3. Стационарная линия	73
3.2.4. Тракт СКС традиционной структуры	74
3.2.5. Некоторые особенности структурного построения оптических трактов	76
3.3. Ограничения по длинам отдельных элементов кабельных трактов	77
3.3.1. Ограничения стандарта ANSI/TIA-942	77
3.3.2. Ограничения по длинам отдельных компонентов симметричных стационарных линий и трактов по стандарту ISO/IEC 24764	80
3.4. Коммутация и интерфейсы кабельных линий СКС	83
3.4.1. Предварительные замечания	83
3.4.2. Коммутация в СКС, схемы и особенности ее реализации	84
3.4.3. Интерфейсы СКС	87
3.5. Сопряжение отдельных частей кабельной системы	88
3.5.1. Предварительные замечания	88
3.5.2. Стыковка кабельных систем аппаратного зала и офисной части ЦОД	89
3.5.3. Сопряжение СКС с соединительными линиями операторов связи	89
3.6. Структурные компоненты информационной кабельной системы ЦОД	91
3.6.1. Главные особенности	91
3.6.2. Магистральные подсистемы	92
3.6.3. Горизонтальная подсистема	93
3.6.4. Точка консолидации	95
3.7. Элементная база для построения СКС	97
3.7.1. Линейные кабели	97
3.7.2. Разъемные соединители	98
3.7.3. Шнуровые изделия	99
3.7.4. Тренд на улучшение массогабаритных характеристик оборудования СКС	100
3.8. Коммутационное оборудование	102
3.8.1. Назначение коммутационного оборудования и общие требования к нему	102
3.8.2. Объемы применения коммутационного оборудования в серверных шкафах	103

3.8.3. Центральный кросс в аппаратном зале	105
3.9. Модульно-кассетные и претерминированные решения.....	106
3.9.1. Предварительные замечания.....	106
3.9.2. Модульно-кассетная техника	108
3.9.3. Претерминированные решения.....	110

Глава 4. Специальные разновидности организации информационной кабельной системы 111

4.1. Внутрирядная связь.....	111
4.1.1. Предварительные замечания.....	111
4.1.2. Выделенные линии.....	111
4.1.3. Активные кабельные сборки	112
4.2. Централизованная оптическая архитектура.....	113
4.2.1. Целесообразность внедрения и основные преимущества	113
4.2.2. Варианты реализации.....	114

Глава 5. Электропроводная подсистема 118

5.1. Особенности построения	118
5.1.1. Перспективы применения медножильных линий в ЦОД	118
5.1.2. Принцип соответствия класса и категории в симметричных линиях	119
5.2. Стандартные кабели.....	120
5.2.1. Области применения симметричной техники различных категорий.....	120
5.2.2. Коаксиальные кабели	121
5.2.3. Температурные характеристики линейных горизонтальных кабелей	122
5.3. Экранирование горизонтальных кабелей	123
5.3.1. Перспективность экранированных решений.....	123
5.3.2. Полуэкранированные и незаземленные экранированные конструкции	125
5.4. Симметричные кабели малого диаметра.....	127
5.4.1. Необходимость внедрения новой разновидности кабельных изделий	127
5.4.2. Категории кабелей.....	129
5.4.3. Шнуры из кабеля уменьшенного диаметра	130
5.4.4. Ограничения по областям применения кабелей малого диаметра.....	130
5.5. Разъемы для симметричных кабелей.....	132
5.5.1. Стандартные типы разъемов.....	132
5.5.2. Особенности разъемов кабелей малого диаметра.....	134
5.6. Коммутационная техника для медножильных линий	135
5.6.1. Особенности коммутационных панелей для ЦОД	135
5.6.2. Подавление межэлементной помехи	136
5.6.3. Адаптеры медножильной подсистемы	138
5.7. Конструктивное исполнение панелей	139
5.7.1. Наборные панели.....	139
5.7.2. Классические угловые панели.....	139
5.7.3. Особые разновидности угловых панелей.....	140
5.7.4. Другие конструктивные решения.....	142
5.7.5. Решения монтажного типа.....	143
5.7.6. Панели с переключателями.....	145
5.7.7. Панели с разъемами рядного типа.....	147
5.8. Претерминированная техника медножильной подсистемы	148

5.8.1. Основания для внедрения и основные характеристики.....	148
5.8.2. Модульно-кассетные решения.....	149
5.8.3. Претерминированные сборки.....	150
Глава 6. Волоконно-оптическая подсистема.....	152
6.1. Волоконно-оптические кабели	152
6.1.1. Допустимые для применения разновидности волоконных световодов	152
6.1.2. Некоторые конструктивные особенности.....	154
6.2. Коммутационное оборудование	154
6.2.1. Общие требования к коммутационной технике оптической подсистемы ККС и главные особенности ее исполнения.....	154
6.2.2. Разъемы для построения волоконно-оптической подсистемы	155
6.3. Задача перехода к 40- и 100-гигабитным оптическим трактам и методы ее решения	158
6.3.1. Подключение сетевого оборудования к ККС	158
6.3.2. Шнуровые изделия	160
6.3.3. Адаптеры оптической подсистемы ККС	160
6.3.4. Стратегия построения оптической подсистемы	162
6.3.5. Некоторые особенности конструктивного исполнения	162
6.4. Решение задачи перехода на скорости передачи 40 и 100 Гбит/с	165
6.4.1. Предварительные замечания.....	165
6.4.2. Основные варианты реализации	166
6.5. Полярность оптических трактов в случае использования схемы параллельной передачи.....	167
6.5.1. Предварительные замечания.....	167
6.5.2. Терминология стандартов	168
6.5.3. Основные методы достижения требуемой полярности оптического тракта.....	169
6.5.4. Оригинальные разработки.....	172
6.6. Вилки разъемных оптических соединителей с переменной полярностью	173
6.6.1. Истоки возникновения проблемы	173
6.6.2. Способы изменения полярности	174
6.6.3. Общая характеристика решений.....	175
6.6.4. Вилки типа LC.....	175
6.6.5. Вилка типа MTP/MPO.....	176
6.7. Модульно-кассетное оборудование с улучшенными характеристиками по затуханию и возвратным потерям.....	176
6.7.1. Истоки возникновения необходимости внедрения нового класса оборудования	176
6.7.2. Требования к затуханию разъемов улучшенного модульно-кассетного оборудования	178
6.7.3. Требования к возвратным потерям разъемов улучшенного модульно-кассетного оборудования с улучшенными параметрами.....	180
Глава 7. Специальные типы многомодовых световодов	181
7.1. Изгибнотойкое многомодовое волокно	181
7.2. Многосердцевинное кварцевое волокно.....	182
7.2.1. Конструктивная схема	182
7.2.2. Разъемные соединители.....	184
7.2.3. Влияние на перечень контролируемых характеристик.....	185
7.3. Многомодовое оптическое волокно с компенсацией хроматической дисперсии.....	185
7.3.1. Необходимость внедрения нового типа широкополосных многомодовых световодов	185
7.3.2. Факторы, ограничивающие предельную дальность связи	186

7.3.3. Дисперсионные составляющие.....	189
7.3.4. Особенности лазерных излучателей для схем параллельной передачи	190
7.3.5. Направление улучшения дисперсионных свойств многомодовых волокон	191
7.3.6. Практическая реализация многомодового волокна для лазерной передачи с дисперсионной компенсацией	193
7.3.7. Целесообразность изменения структуры построения 100-гигабитных сетевых интерфейсов.....	194
7.3.8. Перспективы введения новой категории многомодовых волоконных световодов.....	195
Глава 8. Надежность ЦОД.....	196
8.1. Общие положения.....	196
8.1.1. Предварительные замечания.....	196
8.1.2. Отказоустойчивость	196
8.1.3. Катастрофоустойчивость	197
8.1.4. Численные характеристики надежности.....	198
8.1.5. Резервирование в ЦОД и его основные особенности	199
8.2. Уровни надежности.....	201
8.2.1. Необходимость классификации по уровням надежности	201
8.2.2. Уровни надежности стандарта ANSI/TIA-942	202
8.2.3. Особенности применения классификации по уровням надежности	205
8.2.4. ЦОД без сертификации по уровням надежности	206
8.2.5. Особенности архитектурной части телекоммуникационной инфраструктуры с различными уровнями отказоустойчивости	207
8.3. Основные средства достижения требуемого уровня отказоустойчивости.....	210
8.3.1. Предварительные замечания.....	210
8.3.2. Применение качественных решений	210
8.3.3. Резервирование	211
8.3.4. Проектные решения	212
Глава 9. Тестирование и эксплуатационное обслуживание СКС для ЦОД.....	213
9.1. Общие положения.....	213
9.2. Эксплуатационное обслуживание информационной кабельной системы	214
9.3. Необходимые условия быстрого обнаружения и локализации неисправностей в линейной части трактов передачи	215
9.4. Выявление неисправностей оптической подсистемы	216
Глава 10. Система администрирования СКС	218
10.1. Общие положения.....	218
10.1.1. Необходимость использования системы администрирования.....	218
10.1.2. Правила формирования идентификаторов администрируемых компонентов	218
10.2. Построение идентификаторов коммутационного оборудования.....	220
10.2.1. Штатные компоненты системы администрирования.....	220
10.2.2. Дополнительные компоненты системы администрирования.....	222
10.2.3. Схема маркировки линейных кабелей и коммутационных шнуров	222
10.2.4. Особенности администрирования централизованных оптических архитектур.....	223
10.2.5. Особенности применения систем интерактивного управления в ЦОД.....	223
Заключение.....	227
Литература.....	229