



Оглавление

Предисловие	17
Введение	19
О редакторах	21
Слова благодарности.....	23
Раздел I. Системы хранения данных	25
Глава 1. Введение в хранение информации	26
1.1. Хранение информации.....	27
1.1.1. Данные	28
1.1.2. Типы данных.....	30
1.1.3. Большие данные.....	31
1.1.4. Информация.....	32
1.1.5. Хранение данных	33
1.2. Эволюция архитектуры хранения данных	33
1.3. Инфраструктура дата-центра.....	35
1.3.1. Основные компоненты дата-центра	35
1.3.2. Основные характеристики дата-центра	37
1.3.3. Управление дата-центром	38
1.4. Виртуализация и облачные вычисления	39
Резюме.....	40
Глава 2. Среда дата-центра	42
2.1. Приложение	43
2.2. Система управления базами данных.....	44
2.3. Хост (вычислительная система).....	44
2.3.1. Операционная система	45
2.3.2. Драйвер устройства	46
2.3.3. Диспетчер томов	46

2.3.4. Файловая система	48
2.3.5. Виртуализация вычислительных устройств.	52
2.4. Соединение.	54
2.4.1. Физические компоненты соединения.	54
2.4.2. Протоколы обмена данными.	55
2.5. Устройство хранения данных	56
2.6. Компоненты дискового накопителя	58
2.6.1. Магнитная пластина.	59
2.6.2. Шпиндель	60
2.6.3. Головка чтения-записи.	60
2.6.4. Кронштейн привода блока головок.	61
2.6.5. Плата контроллера накопителя	61
2.6.6. Структура физического диска	62
2.6.7. Зональная побитовая запись	63
2.6.8. Адресация логических блоков	64
2.7. Производительность дискового накопителя	65
2.7.1. Время обслуживания	65
2.7.2. Загруженность дискового контроллера ввода-вывода	67
2.8. Доступ хоста к данным	69
2.9. Хранилище с прямым подключением	70
2.9.1. Преимущества и недостатки DAS	72
2.10. Проектирование хранилища на основе требований, предъявляемых приложениями, и показателей производительности дисков.	72
2.11. Выстраивание очереди команд.	75
2.12. Флеш-накопители	76
2.12.1. Компоненты и архитектура флеш-накопителей.	77
2.12.2. Свойства флеш-накопителей корпоративного класса	78
2.13. Применение концепции на практике: VMware ESXi	79
Резюме.	80
Глава 3. Защита данных: RAID-массив	82
3.1. Методы реализации RAID	83
3.1.1. Реализация RAID программными методами	83
3.1.2. Реализация RAID аппаратными методами	84
3.2. Компоненты RAID-массива	84
3.3. Методы RAID.	84
3.3.1. Чередувание.	84
3.3.2. Зеркалирование.	86
3.3.3. Контроль четности.	87
3.4. RAID-уровни.	89
3.4.1. RAID 0.	90
3.4.2. RAID 1	90

3.4.3. Вложенный RAID	91
3.4.4. RAID 3	94
3.4.5. RAID 4	95
3.4.6. RAID 5	95
3.4.7. RAID 6	96
3.5. Влияние RAID на производительность диска	97
3.5.1. Потребность приложений в IOPS и RAID-конфигурации	99
3.6. Сравнение RAID-конфигураций	99
3.7. Горячее резервирование	101
Резюме	101
Глава 4. Интеллектуальные системы хранения данных	103
4.1. Компоненты интеллектуальной системы хранения данных	104
4.1.1. Внешний интерфейс	105
4.1.2. Кэш-память	105
4.1.3. Внутренний интерфейс	111
4.1.4. Физический диск	112
4.2. Предоставление ресурсов хранения данных	112
4.2.1. Традиционное предоставление ресурсов хранения данных	112
4.2.2. Виртуальное предоставление ресурсов хранения данных	116
4.2.3. Маскирование LUN	119
4.3. Типы интеллектуальных систем хранения данных	119
4.3.1. Высокопроизводительные системы хранения данных	119
4.3.2. Системы хранения данных среднего класса	120
4.4. Практическая реализация концепций: EMC Symmetrix и VNX	121
4.4.1. Массив хранения данных EMC Symmetrix	122
4.4.2. Компоненты EMC Symmetrix VMAX	123
4.4.3. Архитектура Symmetrix VMAX	124
Резюме	124
Раздел II. Сетевые технологии хранения данных	127
Глава 5. Оптоволоконные сети хранения данных	128
5.1. Fibre Channel: обзор	129
5.2. Сеть хранения данных и ее эволюция	130
5.3. Компоненты SAN	131
5.3.1. Порты узлов	132
5.3.2. Кабели и разъемы	132
5.3.3. Соединительные устройства	134
5.3.4. Программы управления сетями хранения данных	135
5.4. Возможности соединений с применением FC	136
5.4.1. «Точка — точка»	136

5.4.2. Управляемая петля Fibre Channel	136
5.4.3. Коммутирующая матрица Fibre Channel.	138
5.5. Порты системы коммутации FC-SW	140
5.6. Архитектура Fibre Channel	141
5.6.1. Стек протоколов Fibre Channel.	142
5.6.2. Адресация в Fibre Channel	143
5.6.3. Глобальные имена	144
5.6.4. FC-кадр	145
5.6.5. Структура и организация FC-данных.	147
5.6.6. Управление потоками	147
5.6.7. Классы обслуживания	148
5.7. Службы систем коммутации	148
5.8. Типы регистрации в системе коммутации	149
5.9. Зонирование	150
5.9.1. Типы зонирования	152
5.10. Топологии FC SAN-сетей	153
5.10.1. Топология типа «решетка»	153
5.10.2. Топология систем коммутации «центр — периферия»	155
5.11. Виртуализация в SAN-среде	158
5.11.1. Виртуализация хранилища на уровне блоков	158
5.11.2. Виртуальная SAN-сеть (VSAN)	160
5.12. Практическая реализация концепций: EMC Connectrix и EMC VPLEX	161
5.12.1. EMC Connectrix	162
5.12.2. EMC VPLEX	164
Резюме	165
Глава 6. IP SAN и FCoE	167
6.1. Протокол iSCSI	168
6.1.1. Компоненты iSCSI	169
6.1.2. Варианты подключения iSCSI хоста	169
6.1.3. Топологии подключений iSCSI	170
6.1.4. Стек протоколов iSCSI	172
6.1.5. Протокольные блоки данных iSCSI	173
6.1.6. Обнаружение устройств в iSCSI	174
6.1.7. iSCSI-имена	175
6.1.8. Сеанс связи iSCSI	176
6.1.9. Выстраивание командных последовательностей iSCSI	177
6.2. FCIP	178
6.2.1. Стек протоколов FCIP	179
6.2.2. Топология FCIP	180
6.2.3. Производительность и безопасность FCIP	181

6.3. FCoE	182
6.3.1. Консолидация ввода-вывода с помощью FCoE	182
6.3.2. Компоненты FCoE-сети	184
6.3.3. Структура кадра FCoE	187
6.3.4. Технологии, обеспечивающие работу FCoE	190
Резюме	192
Глава 7. Сетевые устройства хранения данных	194
7.1. Сравнение NAS-устройств с серверами общего назначения	195
7.2. Преимущества NAS	196
7.3. Файловые системы и совместный сетевой доступ к файлам	197
7.3.1. Доступ к файловой системе	197
7.3.2. Совместное сетевое использование файлов	198
7.4. Компоненты NAS	199
7.5. NAS-операции ввода-вывода	200
7.6. Реализации NAS	201
7.6.1. Унифицированные NAS-устройства	202
7.6.2. Возможности подключения унифицированных NAS-устройств	202
7.6.3. Шлюзовые NAS-устройства	202
7.6.4. Возможности подключения шлюзовых NAS-устройств	204
7.6.5. Нарастиваемые NAS-устройства	205
7.6.6. Возможности подключения масштабируемых NAS-устройств	206
7.7. Протоколы совместного использования файлов, применяемые в NAS	207
7.7.1. Сетевая файловая система	207
7.7.2. CIFS	209
7.8. Факторы, влияющие на производительность NAS	210
7.9. Виртуализация на уровне файлов	213
7.10. Практическая реализация концепций: EMC Isilon и EMC VNX Gateway	214
7.10.1. EMC Isilon	215
7.10.2. EMC VNX Gateway	216
Резюме	217
Глава 8. Объектно-ориентированные и унифицированные хранилища данных	219
8.1. Устройства объектно-ориентированного хранения данных	220
8.1.1. Архитектура объектно-ориентированного хранилища	221
8.1.2. Компоненты OSD	222
8.1.3. Сохранение и извлечение объектов в OSD	223
8.1.4. Преимущества объектно-ориентированного хранилища	225
8.1.5. Наиболее распространенные примеры использования объектно-ориентированного хранилища	226

8.2. Контентно-адресуемое хранилище.	228
8.3. Примеры использования CAS.	230
8.3.1. Решение в области здравоохранения: хранение результатов обследований пациентов.	230
8.3.2. Финансовое решение: хранение финансовых записей.	231
8.4. Унифицированные хранилища	231
8.4.1. Компоненты унифицированного хранилища.	232
8.5. Практическая реализация концепций: EMC Atmos, EMC VNX и EMC Centera	234
8.5.1. EMC Atmos.	234
8.5.2. EMC VNX.	236
8.5.3. EMC Centera.	237
Резюме.	239

Раздел III. Резервное копирование, архивирование и репликация 241

Глава 9. Введение в обеспечение непрерывности бизнес-процессов. . . 242

9.1. Доступность информации.	243
9.1.1. Причины недоступности информации.	243
9.1.2. Последствия вынужденного простоя	244
9.1.3. Оценка доступности информации.	245
9.2. Терминология обеспечения непрерывности бизнес-процессов.	247
9.3. Жизненный цикл планирования обеспечения непрерывности бизнес-процессов.	250
9.4. Анализ сбоев.	252
9.4.1. Единая точка отказа	252
9.4.2. Решение проблемы единых точек отказа	253
9.4.3. Программное обеспечение управления несколькими путями	255
9.5. Анализ факторов, влияющих на бизнес-процессы	256
9.6. Технологические решения по обеспечению непрерывности бизнес-процессов.	256
9.7. Практическая реализация концепции: EMC PowerPath	257
9.7.1. Свойства PowerPath.	257
9.7.2. Динамическая балансировка нагрузки	258
9.7.3. Автоматический обход сбойных путей	261
Резюме.	264

Глава 10. Резервное копирование и архивирование. 266

10.1. Цели резервного копирования	267
10.1.1. Аварийное восстановление	267
10.1.2. Оперативное восстановление	268
10.1.3. Архивирование.	268
10.2. Факторы, определяющие порядок резервного копирования	268

10.3. Уровни объемов данных резервного копирования..	270
10.4. Факторы, определяющие порядок восстановления данных.	273
10.5. Методы резервного копирования..	274
10.6. Архитектура резервного копирования..	276
10.7. Операции резервного копирования и восстановления	277
10.8. Топологии резервного копирования	279
10.9. Резервное копирование в средах сетевых устройств хранения данных (NAS)	282
10.9.1. Резервное копирование с использованием и без использования сервера	283
10.9.2. Резервное копирование с использованием NDMP-протокола	285
10.10. Адресаты резервного копирования	286
10.10.1. Резервное копирование на ленту.	287
10.10.2. Резервное копирование на диск	290
10.10.3. Резервное копирование на виртуальную ленту..	291
10.11. Дедупликация данных при резервном копировании.	295
10.11.1. Методы дедупликации данных.	295
10.11.2. Реализация методов дедупликации данных.	296
10.12. Резервное копирование в виртуализированных средах	299
10.13. Архивирование данных	301
10.14. Архитектура решений, связанных с архивированием данных	303
10.14.1. Сценарий использования: архивирование электронной почты..	304
10.14.2. Сценарий использования: архивирование файлов..	305
10.15. Практическая реализация концепций: EMC NetWorker, EMC Avamar и EMC Data Domain	305
10.15.1. EMC NetWorker	306
10.15.2. EMC Avamar.	306
10.15.3. EMC Data Domain	308
Резюме..	309
Глава 11. Локальная репликация	311
11.1. Терминология репликаций	312
11.2. Использование локальных реплик	313
11.3. Согласованность реплик	314
11.3.1. Согласованность реплицированных файловых систем	314
11.3.2. Согласованность реплицированных баз данных	315
11.4. Технологии локальных репликаций	318
11.4.1. Локальная репликация на основе использования хоста	318
11.4.2. Репликация на основе использования массива хранения данных	322
11.4.3. Локальная репликация на основе использования сети..	328

11.5. Отслеживание изменений в источнике и реплике	330
11.6. Особенности восстановления и перезапуска	333
11.7. Создание нескольких реплик	334
11.8. Локальная репликация в виртуальной среде	335
11.9. Практическая реализация концепций: EMC TimeFinder, EMC SnapView и EMC RecoverPoint	336
11.9.1. EMC TimeFinder	336
11.9.2. EMC SnapView	337
11.9.3. EMC RecoverPoint	338
Резюме	339
Глава 12. Удаленная репликация	340
12.1. Режимы удаленной репликации	340
12.2. Технологии удаленной репликации	344
12.2.1. Удаленная репликация на основе использования хоста	344
12.2.2. Удаленная репликация на основе использования массивов хранения данных	346
12.2.3. Удаленная репликация на основе использования сети	350
12.3. Трехсторонняя репликация	352
12.3.1. Трехсторонняя репликация — каскадное решение (с несколькими транзитными участками)	352
12.3.2. Трехсторонняя репликация — треугольное решение (с несколькими приемниками)	355
12.4. Решения по осуществлению миграции данных	357
12.5. Удаленная репликация и миграция в виртуализированной среде	359
12.6. Практическая реализация концепций: EMC SRDF, EMC MirrorView и EMC RecoverPoint	361
12.6.1. EMC SRDF	362
12.6.2. EMC MirrorView	363
12.6.3. EMC RecoverPoint	363
Резюме	363
Раздел IV. Облачные вычисления	365
Глава 13. Облачные вычисления	366
13.1. Высокоэффективные облачные технологии	367
13.2. Характеристики облачных вычислений	368
13.3. Преимущества, получаемые от облачных вычислений	370
13.4. Модели облачного обслуживания	370
13.4.1. Инфраструктура как услуга	371
13.4.2. Платформа как услуга	372
13.4.3. Программное обеспечение как услуга	372

13.5. Модели развертывания облака.	373
13.5.1. Публичное облако.	373
13.5.2. Частное облако.	374
13.5.3. Общественное облако.	374
13.5.4. Гибридное облако.. . . .	376
13.6. Инфраструктура облачных вычислений.. . . .	377
13.6.1. Физическая инфраструктура	377
13.6.2. Виртуальная инфраструктура.	378
13.6.3. Приложения и программное обеспечение платформы	379
13.6.4. Программы управления облаком и инструменты для создания услуг	379
13.7. Основные проблемы облачных вычислений	382
13.7.1. Основные проблемы потребителей.	382
13.7.2. Основные проблемы поставщиков	383
13.8. Особенности внедрения облачных вычислений	383
13.9. Практическая реализация концепций: Vblock	386
Резюме.	386

Раздел V. Обеспечение безопасности и управление инфраструктурой хранения данных. 389

Глава 14. Обеспечение безопасности инфраструктуры хранения данных 390

14.1. Концепция информационной безопасности	391
14.2. Триада рисков.	392
14.2.1. Активы.	392
14.2.2. Угрозы	393
14.2.3. Уязвимость	394
14.3. Домены безопасности хранилища данных	397
14.3.1. Обеспечение безопасности домена доступа со стороны приложений.. . . .	398
14.3.2. Обеспечение безопасности домена доступа для управления	402
14.3.3. Обеспечение безопасности инфраструктур резервного копирования, репликации и архивирования	405
14.4. Реализация мер безопасности в сети хранения данных	407
14.4.1. Реализация мер безопасности в FC-SAN-сетях..	408
14.4.2. NAS-устройства	414
14.4.3. Обеспечение безопасности сетей IP-SAN	420
14.5. Обеспечение безопасности инфраструктуры хранения данных в виртуализированных и облачных средах	423
14.5.1. Проблемы обеспечения безопасности..	423
14.5.2. Меры обеспечения безопасности	424

14.6. Практическая реализация концепций: продукты RSA и VMware Security..	427
14.6.1. RSA SecureID..	427
14.6.2. RSA Identity and Access Management.	427
14.6.3. RSA Data Protection Manager	428
14.6.4. VMware vShield	428
Резюме..	429
Глава 15. Управление инфраструктурой хранения данных..	431
15.1. Мониторинг инфраструктуры хранения данных	432
15.1.1. Отслеживаемые параметры	432
15.1.2. Отслеживаемые компоненты	434
15.1.3. Примеры мониторинга..	436
15.1.4. Предупреждения	442
15.2. Действия по управлению инфраструктурой хранения данных	443
15.2.1. Управление доступностью..	444
15.2.2. Управление объемами	444
15.2.3. Управление производительностью	445
15.2.4. Управление безопасностью	445
15.2.5. Составление отчетов	446
15.2.6. Управление инфраструктурой хранения данных в виртуализированной среде	446
15.2.7. Примеры управления хранилищами данных	448
15.3. Проблемы управления инфраструктурой хранилища данных	453
15.4. Выработка идеального решения	454
15.4.1. Инициативные разработки в вопросах управления хранилищами данных	454
15.4.2. Платформа управления в масштабах предприятия.	455
15.5. Управление жизненным циклом информации	456
15.6. Многоуровневое хранение данных	458
15.6.1. Многоуровневое хранение в массиве хранения данных.	459
15.6.2. Многоуровневое хранение между массивами хранения данных	461
15.7. Практическая реализация концепций: средства управления инфраструктурой от компании EMC	462
15.7.1. EMC ControlCenter и ProSphere..	462
15.7.2. EMC Unisphere..	464
15.7.3. EMC Unified Infrastructure Manager	464
Резюме..	465

Приложение А. Характеристики операций ввода-вывода, проводимых приложениями.	467
Произвольный и последовательный	467
Операции чтения и записи.	468
Размер запроса на ввод-вывод	469
Приложение Б. Параллельный SCSI-интерфейс.	470
Семейство стандартов SCSI.	471
Клиент-серверная модель SCSI	472
Адресация в параллельном SCSI	474
Приложение В. Упражнения по разработке SAN-сетей	475
Упражнение 1.	475
Решение	475
Упражнение 2.	476
Решение	476
Приложение Г. Упражнения по доступности информации	478
Упражнение 1.	478
Решение	478
Упражнение 2.	479
Решение	479
Приложение Д. Сетевые технологии для удаленной репликации	480
DWDM.	480
CWDM.	481
SONET	481
Сокращения и аббревиатуры	483
Глоссарий.	495