



КОМПЛЕКС ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ
И ИМУЩЕСТВЕННО-ЗЕМЕЛЬНЫХ ОТНОШЕНИЙ
ПРАВИТЕЛЬСТВА МОСКВЫ



ДЕПАРТАМЕНТ ИНВЕСТИЦИОННОЙ
И ПРОМЫШЛЕННОЙ ПОЛИТИКИ
ГОРОДА МОСКВЫ

АПР

АГЕНТСТВО
ПРОМЫШЛЕННОГО
РАЗВИТИЯ МОСКВЫ

ДАТА-ЦЕНТРЫ

и технологии

хранения и анализа
больших данных

Москва | 2020 год



СОДЕРЖАНИЕ



Термины и определения.....	4-7
Введение.....	8-9
Инфраструктура ЦОД.....	10-11
Основные схемы резервирования инженерных систем ЦОД.....	11-13
Компоненты ЦОД.....	14-15
Типы ЦОД.....	15
Классификация ЦОД с точки зрения архитектуры.....	16
Базовая архитектура ЦОД.....	17
Основные типы архитектур.....	18
Модульные и контейнерные ЦОД.....	19-21
Облачные ЦОД.....	21-22
Гиперконвергентные решения.....	22
Децентрализованная сеть хранения и обработки данных SIA.....	23
Классификация ЦОД по уровню надёжности инженерной инфраструктуры.....	24
Экологичность ЦОД.....	25
Текущая ситуация.....	25
Повышение экологичности дата-центров.....	25
Услуги ЦОД.....	26-32
Услуга HaaS.....	26
Услуга IaaS.....	27
Услуга VPS/VDS.....	28



Услуга Dedicated.....	29	Национальный реестр сервисных операторов ЦОД.....	63
Услуга Siacoin.....	30	Производители.....	65-72
Услуга Colocation.....	30	Российские.....	65-69
ИТ-безопасность.....	31	Иностранные.....	69-72
Объектное хранилище.....	31-32	Инвестиционная привлекательность проектов создания ЦОД.....	73-80
Стандарты в области ЦОД.....	33-35	Совокупные затраты на создание ЦОД.....	73-75
Российские.....	33	Кейсы.....	75-80
Международные.....	34	ЦОД для «Транснефти».....	75
QSA-аудит.....	36-37	ЦОД DEAC (Рига).....	76
Перспективные технологии ЦОД.....	36	Сеть центров обработки данных в Карелии.....	76
Технологии хранения данных.....	38-53	МЦОД МТС Приморье.....	77
Решения для хранения данных.....	38	Государственная единая облачная платформа Mail.ru Group.....	77
Магнитные ленты.....	38	Центры обработки данных АО «Концерн Росэнергоатом».....	79
Гибкие диски.....	39	Создание ЦОД в Твери.....	79
Оптические диски.....	39	Новый ЦОД IXcellerate.....	79
Жёсткие диски.....	39	Дата-центр «Яндекса» во Владимире.....	79
Файловые системы.....	42	Рынок центров обработки данных.....	81-93
RAID (Redundant array of independent disks).....	45	Российский рынок.....	81-84
Сети и СХД, объектные СХД.....	46	Международный рынок.....	85-87
Многоуровневое хранение данных.....	47	Импорт накопителей информации в Россию.....	87-88
Системы хранения данных.....	48	Мировой рынок Big Data.....	89-93
Тренды технологий хранения данных.....	51-53	Список использованных источников.....	94-97
Кооперационные связи.....	54-58		
Реестр операторов ЦОД.....	59-64		
Национальный реестр операторов ЦОД.....	59		

ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Ключевые термины

Big Data

Объемы данных больше от нескольких терабайт до тысячи терабайт и до диапазона петабайт и эксабайт.

ИИ

Инженерная инфраструктура необходимая и достаточная для функционирования центра обработки данных.

ЦОД (Дата-центр)

Центр обработки данных — это совокупность инженерной и IT-инфраструктуры, обычно расположенной в отдельном стоящем здании для размещения (хостинга) серверного и сетевого оборудования и подключения абонентов к каналам сети Интернет. ЦОД исполняет функции обработки, хранения и распространения информации. ЦОД обычно расположены в пределах или в непосредственной близости от узла связи или точки присутствия какого-либо одного или нескольких операторов связи.

Сопутствующая терминология

1 гигабайт — 1 024 мегабайт.

1 петабайт — 1 024 терабайт.

1 терабайт — 1 024 гигабайт.

1 эксабайт — 1 024 петабайт.

Блейд-сервер (ультракомпактные серверы)

сервер с вынесенными и обобщенными компонентами в корзине. Это позволяет уменьшить занимаемое пространство.

ВМ

Виртуальная машина.

Высокая доступность (от англ. High availability)

Характеристика технической системы, разработанной для избежания невыполнения её обслуживания или управления сбоями и минимизацией времени плановых простоев.

Деагрегированная конфигурация

Обеспечивает гибкость масштабирования хранилищ и вычислительных ресурсов, так как её легко компоновать из отдельных функциональных модулей, используя программные инструменты с открытым API.

Интернет вещей

Концепция вычислительной сети, соединяющей физические предметы, оснащённые встроенными информационными технологиями для взаимодействия друг с другом или с внешней средой.

Карта англ. map

Позволяет отслеживать место хранения информации.

Коммутатор 2-го уровня управления англ. layer 2, L2

Коммутатор работает на 2-м уровне сетевой модели OSI, то есть на уровне канала передачи данных, и отправляет пакет данных на порт назначения с использованием таблицы MAC-адресов, в которой хранится MAC-адрес устройства, связанного с этим портом.

Коммутатор 3-го уровня управления англ.

layer 3, L3

Сетевой уровень, на котором маршрутизируется пакет с использованием аппаратного IP-адреса. Широко используется в приложениях VLAN.

Коммутаторы на основе шасси (от англ. chassis switches)

Применяются на магистрали сети, поэтому они выполняются на основе комбинированной схемы, в которой взаимодей-

ствие модулей организуется по быстродействующей шине или быстрой разделяемой памяти большого объёма. Модули такого коммутатора допускают замену без выключения коммутатора, так как центральное коммуникационное устройство сети не должно иметь перерывов в работе.

Конфигурация 1GE/10GE

1-10-гигабитный Ethernet – группа технологий компьютерных сетей, позволяющих передавать Ethernet пакеты со скоростью 1-10 гигабит в секунду.

Корзина

Шасси для блейд-серверов, которое предоставляет доступ к общим блокам питания и сетевым контроллерам.

Кэш (от англ. cache)

Промежуточный буфер с быстрым доступом к нему, содержащий информацию, которая может быть запрошена с наибольшей вероятностью. Доступ к данным в кэше осуществляется быстрее, чем выборка исходных данных из более медленной памяти или удалённого источника, однако её объём существенно ограничен по сравнению с хранилищем исходных данных.

Мультиплексоры (от англ. coarse wavelength division multiplexing), CWDM

Предназначены для спектрального уплотнения (разделения) информационных потоков и увеличения пропускной способности волоконно-оптических линий связи.

Обработка больших объёмов данных

Совокупность подходов, инструментов и методов



автоматической обработки структурированной и неструктурированной информации, поступающей из большого количества различных и слабосвязанных, источников информации, в объёмах, которые сложно обработать вручную.

«Песочница»

Выделенная безопасная виртуальная среда, позволяющая осуществлять в ней запуск непроверенных приложений, файлов, открывать неизвестные сайты, не создавая основной операционной системе потенциальных угроз.

Подсчеты за пределами возможностей памяти и процессора (от англ. map-reduce)

Алгоритм, который позволяет распределять входные данные на рабочие узлы (individual nodes) распределенной файловой системы для предварительной обработки (map-шаг), а затем объединять предварительно обработанные данные.

Протокол Fibre Channel

Используется для высокоскоростной (гигабитной) передачи данных. Представляет собой базу для построения сетей хранения данных.

Распределенная файловая система (от англ. distributed file system)

Позволяет хранить и систематизировать большие объёмы данных на нескольких (вплоть до тысяч) жёстких дисках, которые могут находиться на разных серверах и жестких дисках, с использованием «карты» (map), которая отслеживает, на каком диске хранится конкретная информация. Для обеспечения надёжности хранения с каждой порции информации снимают несколько копий. Так, например, предположим, что вы накапливаете индивидуальные сделки в большой розничной сети магазинов. Подробная информация о каждой

транзакции будет храниться на разных серверах и жестких дисках, а главная карта (map) отслеживает, где точно хранятся сведения о соответствующей сделке.

Свободное охлаждение (от англ. Freecooling)

Система охлаждения, основанная на теплообмене между внешней средой и воздухом, циркулирующем в центре обработки данных.

Сетевая модель OSI (от англ. open systems Interconnection model)

Сетевая модель стека или магазина сетевых протоколов OSI/ISO. С её помощью сетевые устройства могут взаимодействовать друг с другом.

Сеть хранения данных (от англ. storage area network), SAN

Связывает серверы с устройствами хранения данных и обеспечивает передачу огромных массивов информации, больших данных.

СУБД

Система управления базами данных.

Терминация трафика

Процесс физического или логического завершения соединения, посредством которого голосовые и иные сообщения электросвязи, поступающие от вызывающей стороны, преобразуются на вызываемой стороне в голосовые сигналы.

Технология Веб второго поколения (от англ. web 2.0)

Технология Web 2.0 основан на принципе привлечения пользователей к наполнению и редактированию информационных материалов. Подход наполнения онлайн контента сайтов верифицированными пользователями (форумы, конференции, статьи в журналы и т.д.)

Тонкий клиент (от англ. thin client)

Компьютер или программа, переносящая основную массу задач на сервер.

Трансподеры (от англ. dense wavelength division multiplexing), DWDM

Плотное мультиплексирование с разделением по длине волны. Расстояние между несущими сигналами в DWDM-системах составляет 25-200 ГГц. В современных сетях наиболее часто используется сетка каналов с шагом 50 ГГц.

Флэш-память (от англ. flash memory)

Разновидность полупроводниковой технологии электрически перепрограммируемой памяти.

Aggregation switch

Коммутатор агрегации, объединяющий несколько параллельных каналов передачи данных в сетях Ethernet в один логический, что увеличивает пропускную способность и повышает надёжность.

Apache Hadoop

Распределенная файловая система для хранения и управления хранилищами данных в диапазоне от нескольких терабайт до петабайт. Делает возможным хранение и управление несколькими терабайт данных в одном хранилище.

Сопутствующая терминология

API (англ. application programming interface)

Интерфейс программирования приложений или программный интерфейс приложения. Это часть сервера, которая получает запросы и отправляет ответы.

BLOB (англ. binary large object) – двоичный большой объект – массив двоичных данных. Специальный тип данных, предназначенный, в первую очередь, для хранения изображений, а также компилированного программного кода.

CPU (англ. central processing unit) – центральное обрабатывающее устройство или процессор. Электронный блок либо интегральная схема, исполняющая машинные инструкции – код программ, главная часть аппаратного обеспечения компьютера.

CRM (англ. customer relationship management) – система управления взаимоотношениями с клиентами. Прикладное программное обеспечение для организаций для автоматизации взаимодействия с клиентами с целью повышения уровня продаж, оптимизации маркетинга и улучшения качества обслуживания.

Direct Attached Storage (DAS)

Система хранения данных с прямым подключением, когда запоминающее устройство непосредственно подключено к серверу или рабочей станции.

EOR (от англ. end-of-row)

Система хранения данных с прямым подключением, когда запоминающее устройство непосредственно подключено к серверу или рабочей станции.

ERP (от англ. enterprise resource planning)

Программное обеспечение для управления трудовыми ресурсами, финансового менеджмента и управления актива-

ми с непрерывной балансировкой и оптимизацией ресурсов предприятия. Позволяет хранить и обрабатывать большое количество критически важных для работы компании данных.

Ethernet

Технология пакетной передачи данных между устройствами компьютерных и промышленных сетей. Ethernet относится к построению только LAN.

HDD (от англ. hard (magnetic) disk drive, HMDD)

Накопитель на жёстких (магнитных) дисках. Запоминающее устройство, основанное на принципе магнитной записи.

IaaS (Infrastructure-as-a-Service)

Инфраструктура как услуга – это вид облачных услуг, который заключается в предоставлении клиентам виртуальных ИТ-ресурсов по сервисной модели.

IMDG (от англ. in-memory data grid)

Обеспечивает сверхвысокую доступность данных посредством хранения их в оперативной памяти в распределённом состоянии. Объекты хранятся по ключам, но, в отличие от традиционных систем, в которых ключи и значения ограничены типами данных «массив байт» и «строка», в IMDG позволяет использовать любой объект в наборе данных в качестве ключа или значения.

IOPS (от англ. input/output operations per second)

Количество операций ввода/вывода, выполняемых системой хранения данных, за одну секунду. Один из параметров, используемых для сравнения систем хранения данных, сетевых хранилищ и оценки их производительности.

IPS-устройства (от англ. intrusion prevention system) Система предотвращения вторжений. Программная или аппарат-

ная система сетевой и компьютерной безопасности, обнаруживающая вторжения или нарушения безопасности и автоматически защищающая от них.

IP-адрес

Уникальный номер компьютера в сети, который позволяет отличить его компьютер от всех остальных.

Он состоит из четырех наборов цифр от 0 до 255.

ISO (от англ. International Standards Organization)

Международная Организация по Стандартам.

LAN (от англ. local area network)

Локальная компьютерная сеть.

LAN-free backup

Резервное копирование без отправки данных по локальной сети, а непосредственно с серверов на устройства хранения данных.

MAC-адрес устройства (от англ. media access control address)

Устанавливаемый производителем аппаратный адрес устройства, подключённого к сетевой среде, необходимый для системы управления доступом к ней.

NAND

Тип флэш-памяти по принципу изменения информации в её ячейках.

Oracle Applications

Прикладное программное обеспечение для автоматизации деятельности предприятий, включающее функциональные блоки ERP, CRM, PLM.

OSI (от англ. open system interconnection)

Модель взаимодействия открытых систем. Чётко определяет различные уровни взаимодействия си-



стем, даёт им стандартные имена и указывает, какую работу должен делать каждый уровень.

PCI Express (от англ. peripheral component interconnect express)

Компьютерная шина — соединение типа «точка-точка».

Использует программную модель шины PCI и высокопроизводительный физический протокол, основанный на последовательной передаче данных.

PCI (от англ. peripheral component interconnect) Взаимосвязь периферийных компонентов. Шина ввода-вывода для подключения периферийных устройств к материнской плате компьютера.

PIT-копия

Копия данных, сделанная на определённый момент времени, что приводит к «заморозке» состояния данных в момент создания копии.

PLM (от англ. product lifecircle management)

Программное обеспечение для управления жизненным циклом изделия. Формирует инженерные данные об изделии и задачи управления информацией об изделии. Имеет возможность обмениваться данными с ERP-системами.

Point-in-time recovery

Резервное копирование позволяет восстановить систему, набор данных или конкретную настройку, соответствующие заданному моменту времени.

RAM (от англ. random access memory)

Запоминающее устройство с произвольным доступом или с произвольной выборкой. Один из видов памяти компьютера, позволяющий одновременно получить доступ к любой

ячейке за одно и то же время, вне зависимости от расположения, по её адресу на чтение или запись.

SAP R/3

Платформа для планирования ресурсов предприятия, позволяет полностью автоматизировать процессы учёта и управления с использованием наиболее эффективных бизнес-инструментов. Буква «R» в аббревиатуре происходит от англ. «Realtime», то есть все данные в системе обрабатываются в режиме реального времени и становятся немедленно доступными всем пользователям. Цифра «3» означает, что в системе реализована трёхзвенная архитектура «клиент-сервер приложений – СУБД».

SCM (от англ. supply chain management)

Управление цепочками поставок. Представляет собой интегрированный подход к управлению потоком информации о сырье, материалах, продуктах, услугах, возникающих и преобразующихся в ходе выполнения на предприятии логистических и производственных процессов.

Serverless backup

Резервное копирование через сеть хранения SAN на устройство хранения сторонним устройством «Data Mover», не используя при этом вычислительные ресурсы сервера-клиента и не прерывая его работу.

SSD (от англ. solid-state drive)

Твердотельный накопитель. Энергонезависимое запоминающее устройство на основе микросхем памяти, альтернатива HDD.

TCO (от англ. total cost of ownership)

Совокупная стоимость владения или стоимость жизненного цикла. Это общая величина целевых затрат, которые

несёт владелец с момента начала владения до исполнения владельцем полного объёма обязательств, связанных с владением.

ToR (от англ. top-of-Rack)

Модель коммутации, когда в каждой стойке стоит коммутатор, который обрабатывает трафик с серверов в этой стойке, и соединён с коммутатором ядра или с агрегирующим слоем в зависимости от количества уровней.

VDI (от англ. virtual desktop infrastructure)

Инфраструктура виртуальных рабочих столов, когда несколько виртуальных машин размещаются на физическом сервере для выполнения каких-то «тяжёлых» задач, например, трёхмерного моделирования, работы с САПР и т.д.

VLAN (от англ. virtual local area network)

Виртуальная локальная сеть. Эта функция в роутерах и коммутаторах позволяет на одном физическом сетевом интерфейсе (Ethernet, Wi-Fi) создать несколько виртуальных локальных сетей.



ВВЕДЕНИЕ



В конце 90-х удачно сошлись две новации — научная база RAID и выпускаемые массовым тиражом винчестеры. Если собрать их вместе, оказалось возможным создать коммерческий накопитель кластерного типа, способный конкурировать с дисками IBM по техническим показателям при существенно меньшей цене.

В 1988 году Майкл Рюттгерс предложил разработать дисковую систему, состоящую из винчестеров, и поставлять их для мэйнфреймов, совместимых с IBM, и для AS/400.

Моше Янаи выдвинул идеологию кэш-памяти Integrated Cached Disk Array (ICDA), в результате родился прародитель дисковых кластеров.

В последующем на рынке появилось множество моделей дисковых массивов самого разного назначения.

С 2010 г. объём хранимой и передаваемой информации растёт приблизительно на 50% каждый год.

Вместе с объёмом растёт и стоимость информации, поскольку она влияет на бизнес-процессы организаций.

Однако большая часть данных не является «горячей», поэтому во многих случаях нагрузка согласуется с принципом Парето: 80% всех обращений адресовано 20% данных.

В связи с чем, появилась необходимость надёжного хранения данных, быстрого доступа к данным и восстановления утраченных данных. Все это требует организации отдельной системы вычислительных комплексов — системы хранения данных (СХД).

СХД является совокупностью программного и аппаратного обеспечения и предназначена для эффективного хранения и передачи информации больших объёмов. СХД позволяет оптимально распределить ресурсы для хранения информации. СХД должна быть масштабируемой, гибкой, отказоустойчивой. Она должна соответствовать стандартам и требованиям информационной и физической безопасности.

Системы хранения данных размещают в центрах обработки данных (ЦОД или дата-центр). Дата-центр или ЦОД представляет собой высокотехнологичное помещение, заполненное вычислительным и телекоммуникационным оборудованием для сбора, хранения и обработки различной информации, и позволяет пользователям работать в сети Интернет.

Услугами дата-центров в основном пользуются корпоративные заказчики для решения своих бизнес задач, поскольку они позволяют экономить финансовые средства компании за счёт отсутствия затрат на оснащение специального помещения для размещения серверного оборудования и найма дополнительного персонала. поскольку они позволяют экономить финансовые средства компании за счёт отсутствия затрат на оснащение специального помещения для размещения серверного оборудования и найма дополнительного персонала.



Общий объём цифровых данных в мире

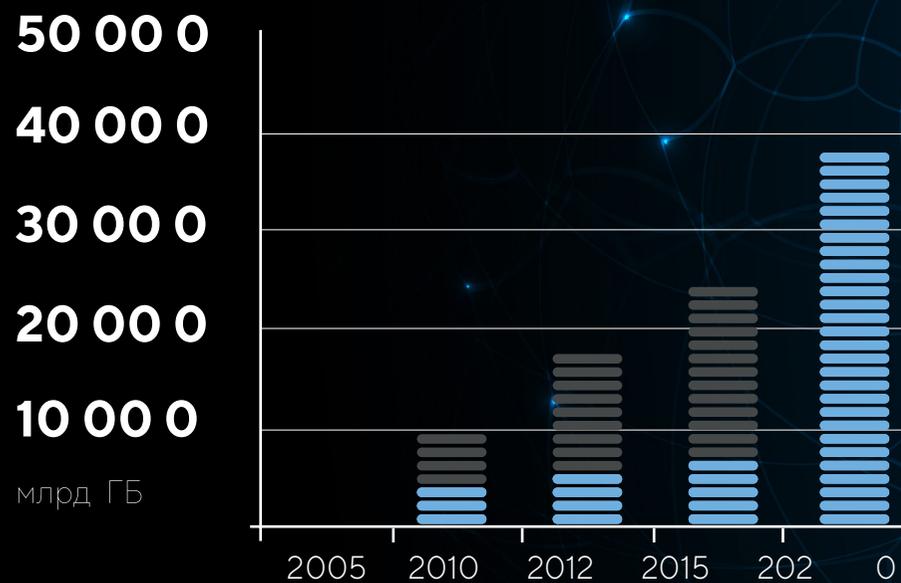


График 1 – общий объём цифровых данных в мире



ИНФРАСТРУКТУРА ЦОД

ЦОД имеет несколько типов инфраструктуры, задачи которых следующие [6]:

- **Информационная**
Обеспечивает основные функции ЦОД, например, обработку и хранение данных.
- **Телекоммуникационная инфраструктура**
Обеспечивает надёжную связь и передачу данных между отдельными серверами и их пользователями.
- **Инженерная инфраструктура**
Обеспечивает стабильное и бесперебойное функционирование всех систем дата-центра.

ЦОД располагают рядом с магистральной точкой обмена трафиком в силу того, что доступ к его вычислительному оборудованию осуществляется через Интернет. Для создания благоприятного микроклимата для оборудования дата-центры оснащают современными инженерными системами. При проектировании ЦОД внедряют схемы резервирования инженерных систем, надёжность которых подтверждается сертификатом.



Рисунок 1 – Стойки в дата-центре

Основу любого дата-центра составляют инженерные системы, состоящие из сложного профессионального оборудования, недоступного для покупки в локальную серверную.

Стабильность работы ЦОД зависит от правильной реализации инженерных систем.

Выделяют 5 основных инженерных систем:

- **Электроснабжение**

От бесперебойности электропитания дата-центра зависит стабильность работы его оборудования. Поэтому ЦОД подключают к электросетям по нескольким независимым каналам, оснащают системами бесперебойного питания и в некоторых случаях подключают дополнительный дизельный генератор на случай полного отключения электроэнергии.

- **Кондиционирование**

Вычислительные системы потребляют большое количество



Рисунок 2 – Общий вид на инженерные системы ЦОД

энергии и выделяют большое количество тепла; поэтому, во избежание перегрева оборудования, помещения хорошо охлаждаются. Для чего используют профессиональные кондиционеры и фрикулинг.

- **Безопасность**

Системы безопасности ЦОД обеспечивают полную безопасность и конфиденциальность хранимых данных. Они включают в себя систему контроля доступа, видеонаблюдение, пожарную сигнализацию, систему экстренного пожаротушения и другие. Кроме того, физический доступ к размещённому оборудованию строго регламентируется собственной службой безопасности.

- **Передача данных**

Для обеспечения стабильного и бесперебойного процесса передачи данных используются как выделенные каналы, которые так и общедоступные интернет-сети с широкой полосой пропускания, которые обязательно резервируются.



• Диспетчеризация

За всеми системами ведётся круглосуточное наблюдение, а устранение обнаруженных проблем происходит по разработанным и отработанным алгоритмам, что снижает вероятность ошибок и позволяет решать проблемы с максимальной быстротой.

Правильное построение архитектуры и инфраструктуры ЦОД даёт следующие преимущества:

1. Увеличение производительности за счёт высокоскоростной системы транспортировки данных между узлами.
2. Увеличение отказоустойчивости за счёт географической распределённости конфигураций.
3. Быстрая адаптация к изменяющимся требованиям бизнеса за счёт масштабируемости архитектуры.
4. Повышение уровня эффективности использования дискового пространства за счёт использования сетей хранения.
5. Повышение безопасности данных.
6. Повышение качества обслуживания клиентов.

ОСНОВНЫЕ СХЕМЫ РЕЗЕРВИРОВАНИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ ЦОД

Помимо правильной организации работы ЦОД важно организовать резервирование всех систем для повышения надёжности его работы. Схемы резервирования обозначают символом «N» (от англ. need – необходимость) [7], [8].

Основные схемы резервирования:

• N

При такой схеме отсутствует дополнительное резервирование. Надёжность системы напрямую зависит от качества реализации каждого структурного элемента. В случае выхода из строя одного компонента, вся система прекращает функционировать. При такой схеме отсутствуют фальшполы, резервные источники электроснабжения и источники бесперебойного питания из-за чего инженерная инфраструктура является не зарезервированной. Данная схема является устаревшей и на сегодняшний день не используется.

• N+1

Эта схема резервирования подразумевает наличие одного запасного элемента, который не используется до возникновения проблемы в работе системы. Как только один из критических компонентов выходит из строя, он заменяется резервным. Недостатком данной схемы является необходимость полного отключения системы для проведения ремонтных работ. Такая схема предполагает небольшой уровень резервирования. ЦОД оснащён фальшполами и резервными источниками электроснабжения.

• 2N

При данной схеме резервирования каждую систему дублируют двумя параллельно работающими элементами. Это позволяет равномерно распределять нагрузку между компонентами без перегрузки элементов системы. В случае полного выхода из строя одного элемента системы, другой продолжит работать. Данная схема обеспечивает возможность проведения ремонтных работ, включая замену компонентов системы, добавление и удаление вышедшего из строя оборудования, без остановки работы ЦОД. Все инженерные системы однократно зарезервированы и есть несколько каналов распределения электропитания и охлаждения, но постоянно работает только один из них.

• 2N+1

Данная схема идентична схеме 2N, но строится с применением дополнительного элемента. При такой схеме резервирования возможно проводить ремонтные работы без остановки системы. Все инженерные системы при такой схеме двукратно зарезервированы – продублированы как основная, так и дополнительная системы. Например, бесперебойное питание представлено двумя источниками бесперебойного питания, каждый из которых дополнительно зарезервирован по схеме N+1.

• 2(N+1)

Данная схема отличается от предыдущей схемы тем, что в ней дублируется ещё и дополнительный элемент.



ОСНОВНЫЕ СХЕМЫ РЕЗЕРВИРОВАНИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ ЦОД

• 3/2N

Схема резервирования, при которой система нагружается на $2/3$, а не на $1/2$, что довольно эффективно.

Производительность системы увеличивается, а её амортизация уменьшается.

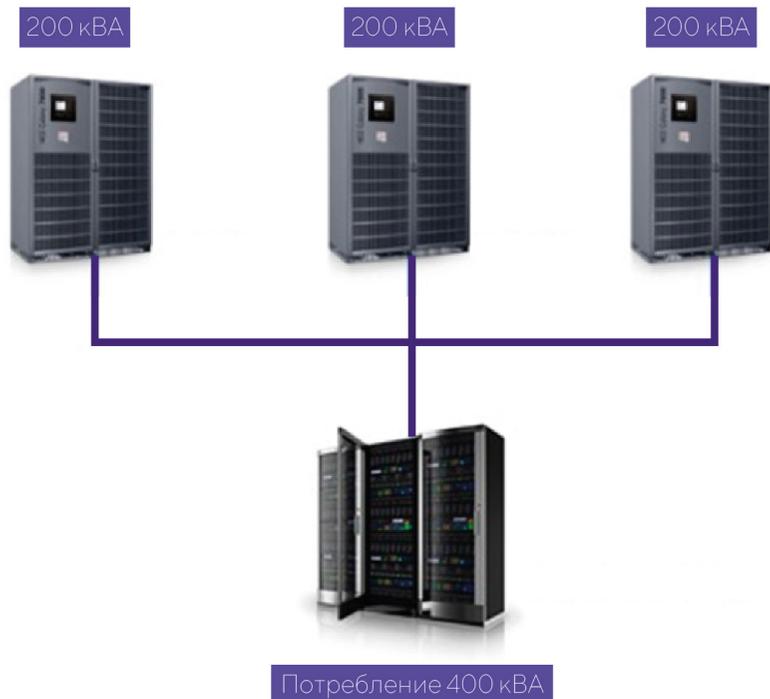


Рисунок 3 – Схема резервирования N+1

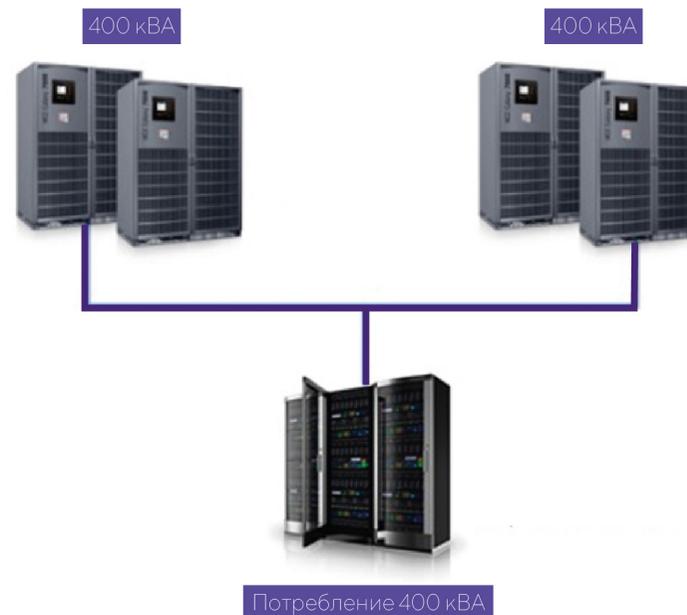


Рисунок 5 – Схема резервирования 2N+1

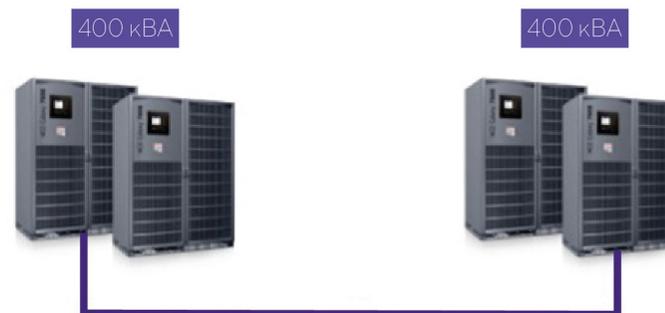


Рисунок 4 – Схема резервирования 2N

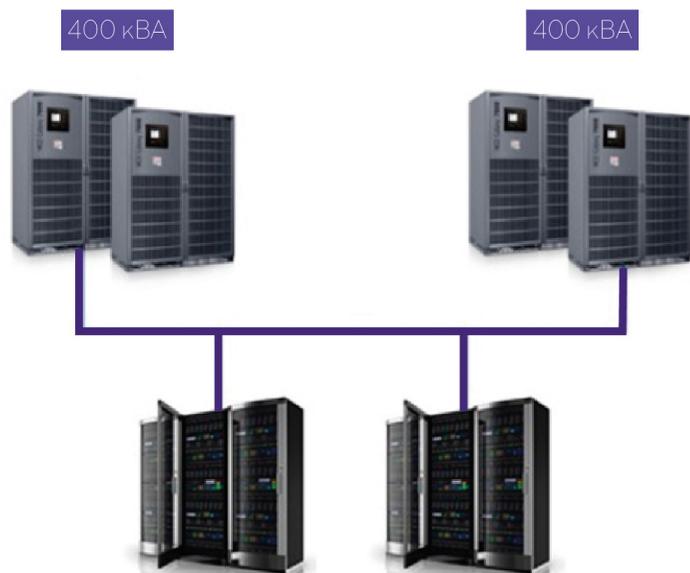


Рисунок 6 – Схема резервирования 2(N+1)

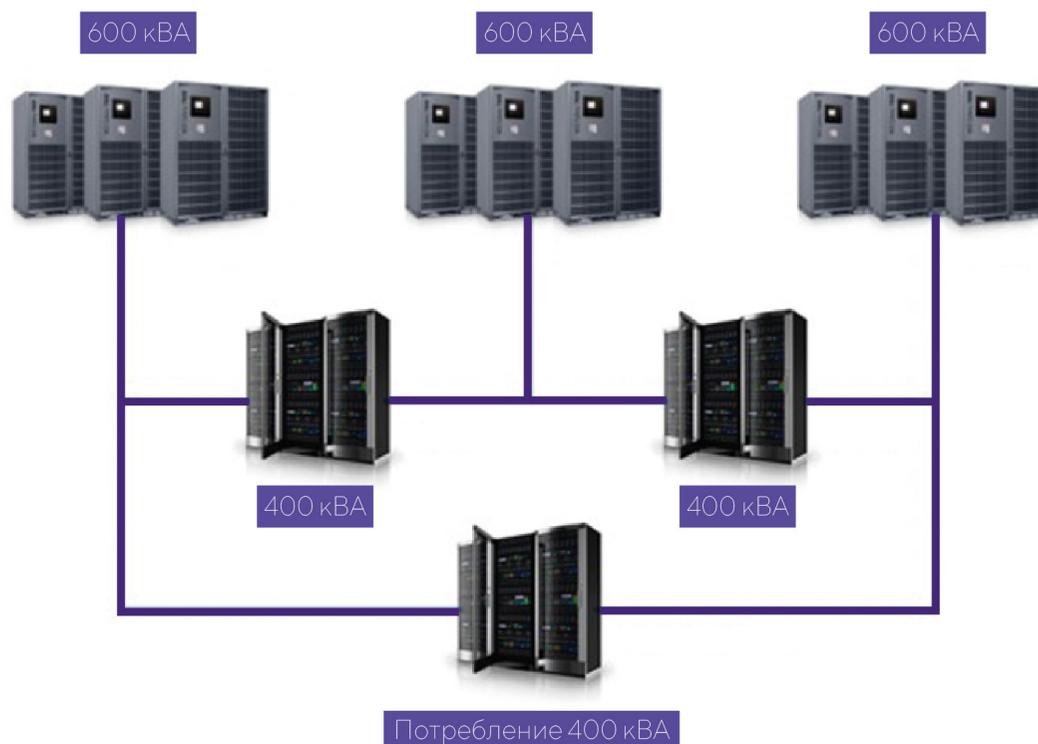


Рисунок 7 – Схема резервирования 3/2N

КОМПОНЕНТЫ ЦОД

Традиционный ЦОД

Обязательные компоненты, входящие в состав ЦОД подразделяют на три основные группы [19]:

1. Технические компоненты

Создают условия для эффективной работы центра:

- серверный комплекс, в состав которого входят серверы информационных ресурсов, приложений, представления информации, а также служебные серверы;
- система хранения данных и резервного копирования — ядро ЦОД, состоящая из консолидирующих дисковых массивов, сети хранения данных, системы резервного копирования и системы аварийного восстановления данных;
- сетевая инфраструктура, которая обеспечивает взаимодействие между серверами и объединяет логические уровни путём организации каналов связи. Включает в себя магистраль для связи с операторами общего доступа, телекоммуникации для обеспечения связи пользователей с ЦОД;
- инженерная система эксплуатации ЦОД, обеспечивающая нормальное функционирование дата-центра. В её состав входят подсистемы энергообеспечения, климат контроля, пожарной сигнализации и пожаротушения, системы передачи данных и автоматизированные системы диспетчеризации и управления информационными ресурсами;
- система безопасности служит для предотвращения несанкционированного вторжения в зоны конфиденциальной информации. Состоит из средств защиты, системы оповещения и системы контроля доступа.

2. Программное обеспечение

Это программные сервисы для корректной работы бизнес-процессов конкретной организации.

Компоненты инфраструктуры:

1. операционные системы серверов;
2. программное обеспечение баз данных;
3. операционные системы рабочих станций;
4. средства кластеризации;
5. средства резервного копирования;
6. программы устройств хранения данных;
7. средства администрирования серверов и рабочих станций;
8. средства инвентаризации;
9. офисное программное обеспечение;
10. электронная почта;
11. браузеры.

Программное обеспечение, отвечающее за функционирование бизнес-процессов:

- деловые приложения;
- базовые корпоративные информационные сервисы;
- приложения для коллективной работы;
- отраслевые компоненты;
- программное обеспечение для решения задач конструкторско-технологического плана системы электронного архива и управления проектами;
- программы для обеспечения сервисов файлов, печати, службы каталогов и других прикладных задач.

3. Организационная среда

Позволяет решать задачи, связанные с предоставлением IT-услуг:

- процессы оказания услуг, определяющие качество и доступность услуг;
- процессы взаимоотношений между поставщиком и клиентом, с подрядными организациями;
- процессы решения проблем, которые возникают при работе какого-либо компонента системы;
- процессы управления конфигурациями, мониторинг и контроль статуса инфраструктуры, инвентаризация, верификация и регистрация конфигурационных единиц, сбор и управление документацией, предоставление информации об инфраструктуре другим процессам;
- процессы управления изменениями, определение необходимых изменений и способов их внедрения с наименьшим риском, проведение консультаций и координация действий с организацией;
- процессы совместного тестирования и введения в активную деятельность организации конфигурационных единиц.



Программный ЦОД

Программный ЦОД реализуется в виде программных модулей в виртуальных машинах – (англ. virtual appliance). Главная особенность данного ЦОД в том, что физически используются только серверы и коммутаторы, а всё остальное реализуется в виде виртуальных машин [19].

Эта технология известна и стандартизована под названием «виртуализация сетевых функций» (англ. Network Function Virtualization, NFV). Средства оркестрации и управления, интеграции с OSS системами позволяют автоматизировать процесс создания услуг для любого абонента.

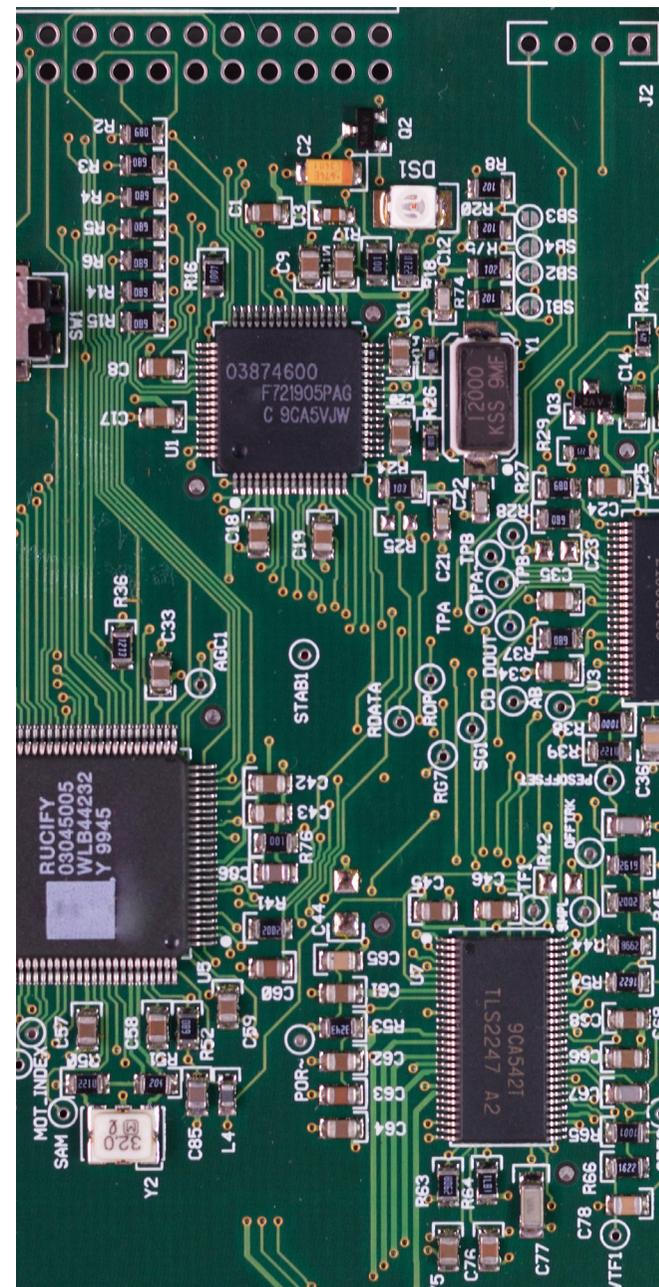
ТИПЫ ЦОД

В зависимости от назначения различают три разных типа дата-центров: [19]:

1. Корпоративные дата-центры.
2. Хостинговые дата-центры.
3. Дата-центры, работающие на технологии Web 2.0.

Параметры, которые меняются в зависимости от типа дата-центра:

- тип трафика (внутренний, внешний или смешанный);
- использование Layer 2 (L2) и/или Layer 3 (L3) для управления трафиком в центре или на периферии (Top of Rack);
- технология хранения данных;
- уровень серверной виртуализации;
- общий размер центра обработки данных (по количеству серверов).



КЛАССИФИКАЦИЯ ЦОД С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ АРХИТЕКТУРЫ

Базовая архитектура ЦОД

Все структурные элементы ЦОД объединяются между собой высокопроизводительной локальной вычислительной сетью (ЛВС) [20].

Базовая архитектура ЦОД состоит из:

1. Серверный комплекс

Представляет собой группу серверов, обладающей необходимой вычислительной мощностью для обеспечения функционирования информационных сервисов, отвечающих бизнес-задачам.

Использует модель системы с многоуровневой архитектурой. Состав и структура серверного комплекса определяются архитектурой приложений информационных сервисов.

Сети с клиент-серверной и терминальной архитектурами используют тонкий клиент (thin client), что позволяет увеличивать число уровней архитектуры серверного комплекса.

Состав серверного комплекса с многоуровневой архитектурой:

- Серверы представления информации

Реализуют взаимодействие серверов приложений и конечных пользователей системы. К ним относятся терминальные и web-серверы.

Их отличительной чертой является большое количество коротких запросов пользователей. Для обработки такого потока данных такие серверы могут быть горизонтально масштабированы, то есть наращивать количество серверов нужного уровня для параллельной работы.

- Серверы приложений

Обрабатывают данные, следуя логике системы.

К ним относятся серверы, выполняющие модули SAP R/3 или Oracle Applications. Для обработки данных такие серверы могут быть вертикально масштабированы, то есть позволяют увеличивать количество работающих процессоров, увеличивать объём оперативной памяти, каналов ввода-вывода и т.п.

- Серверы ресурсные

Обеспечивают хранение данных и предоставление их серверам приложений. К ним относятся серверы СУБД и файл-серверы.

Обладают возможностью вертикального масштабирования.

- Служебные серверы

Обеспечивают работы подсистем, из которых состоит ЦОД. К ним относятся серверы управления системой резервного копирования.

2. Система хранения данных (СХД)

Представляет собой решение для хранения больших объёмов данных и предоставления быстрого и удобного доступа к информации для серверов ЦОД.

Архитектура системы строится на сети хранения данных (Storage Area Network, SAN).

Преимущества SAN:

- гибкость при создании конфигураций;
- высокий уровень надёжности;
- высокая производительность;
- повышение управляемости системы;

- упрощение администрирования.

3. Система эксплуатации

Необходима для управления составными частями и ресурсами, входящими в инфраструктуру ЦОД.

К числу основных задач системы относится обеспечение заданных уровней надёжности и производительности и поддержания технико-эксплуатационных параметров инфраструктуры ЦОД в рамках установленных диапазонов.

4. Система информационной безопасности (СИБ)

Предназначена для защиты информационных процессов и ресурсов. Содержит меры организационного порядка и комплекс программно-технических средств защиты. Постоянно осуществляет контроль работы всех подсистем ЦОД и проверяет соблюдение требований безопасности, фиксирует нарушения защиты и расследует.

5. Сетевая инфраструктура передачи данных Ethernet

При организации сетевой инфраструктуры необходимо учитывать, что дата-центры могут быть удалены друг от друга на большие расстояния – от 100 м до тысяч километров.

Для построения сетевой инфраструктуры ЦОД используют:

- оборудование спектрального уплотнения каналов



(мультиплексоры CWDM и DWDM транспондеры и т.д.);

- оборудование передачи данных Ethernet позволяет проводить маршрутизацию и распределять нагрузку;
- коммутационное оборудование, которое работает с высокоскоростными протоколами FibreChannel;
- программные комплексы обеспечивают ведение централизованного мониторинга и управление сетью.

6. Система резервного копирования

Является служебной подсистемой системы хранения данных и отвечает за резервное копирование и восстановление данных. Такая структура позволяет построить надёжную систему защиты данных, обезопасить дата-центр от выхода из строя аппаратуры и от ошибок пользователей пользователя.

Архитектура централизованной системы резервного копирования включает в себя:

- сервер управления, который создаёт резервные копии;
- серверы копирования данных, который осуществляет резервное копирование;
- компьютеры-клиенты для резервного копирования;
- консоль администратора системы резервного копирования.

При организации системы резервного копирования необходимо решить следующие задачи, так как она может влиять на работу пользователей и доставлять им неудобства:

- сократить «окно» резервного копирования во времени;
- сократить трафик данных резервного копирования в корпоративной локальной вычислительной сети.

Система резервного копирования является составной частью системы хранения данных; это позволяет интегрировать её со средствами, отвечающими за создание PIT-копий, и использовать технологии «LAN-free backup» и «Serverless backup», которые предоставляют сети хранения данных (SAN).

Основные типы архитектур:

1. Одноуровневая (Timeshare).
2. Двухуровневая клиент-сервер (Client-Server).
3. Трёхуровневая (Client-Middleware-Server).

Преимущества многоуровневых архитектур ЦОД:

1. Масштабируемость.
2. Система хранения данных, включающая в себя:
 - Устройства хранения данных.
 - Инфраструктура доступа серверов к устройствам хранения данных.
 - Программное обеспечение управления хранением данных.
 - Система резервного копирования и архивирования данных.
 - Система эксплуатации.

Одноуровневые решения

В архитектуре одноуровневой сети оборудование ядра напрямую связано с серверами. Данный подход используют в небольших ЦОД. В качестве платформы в таких ЦОД

зачастую применяют блейд-серверы. Одноуровневая архитектура сети поддерживает интеграцию IPS-устройств с оборудованием ядра дата-центра в местах агрегации VLAN [21].



Рисунок 8 — Схема резервирования 2(N+1)

Двухуровневая архитектура

В средних по размеру дата-центрах возникает потребность в дополнительной ёмкости портов для обеспечения дополнительного уровня терминирования трафика пользователей [21].

При двухуровневой архитектуре имеется дополнительный уровень между оборудованием ядра и сервером, который реализован средствами ToR (Top-of-Rack) коммутаторов. Из-за двухуровневой архитектуры называют ToR-архитектурой.

Двухуровневая архитектура сетевого подключения

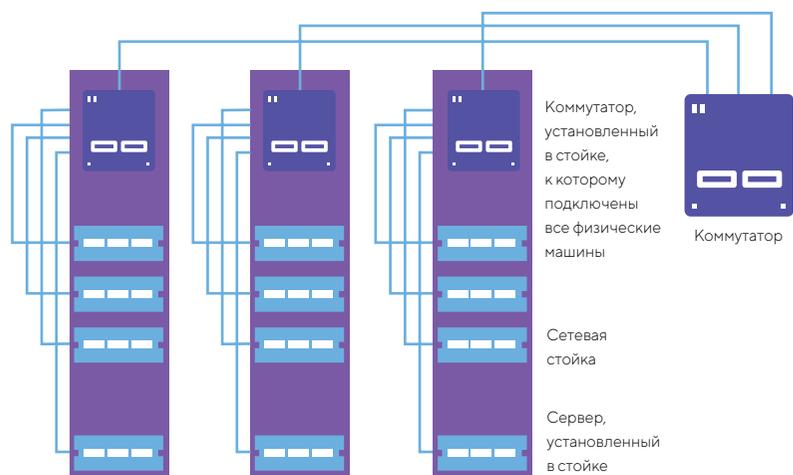


Рисунок 9 – ToR-архитектура

Преимущества ToR-архитектуры:

- требуется небольшое количество кабелей;
- требуется меньшая общая длина кабелей;
- применение оптоволокна;
- допускается использовать один коммутатор на 2–3 стойки;
- модульное развёртывание стоек дата-центра.

Ограничения ToR-архитектуры:

- сложность масштабирования из-за использования 1U/2U коммутаторов;
- большое количество коммутаторов;
- каждый коммутатор управляется отдельно;
- высокие эксплуатационные и капитальные затраты;
- сложность расширения внутри стойки.

Трёхуровневая архитектура сетевого подключения

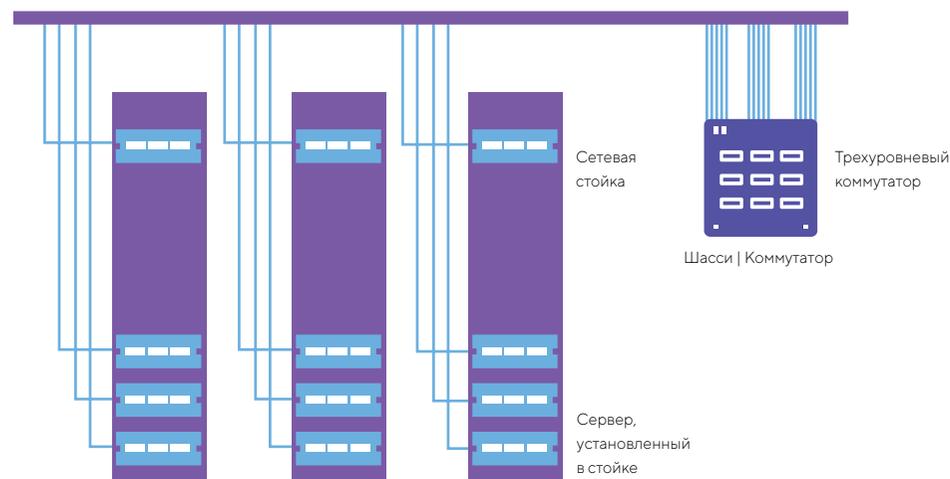


Рисунок 10 – Трёхуровневая архитектура

Трёхуровневая архитектура отличается от двухуровневой наличием дополнительного уровня коммутаторов, которые называются EoR (End-of-Row) коммутаторами. Поэтому её ещё называют EoR-архитектурой. Данный тип архитектуры хорошо подходит для ЦОД, где требуется получить большую ёмкость сети и количество широкополосных интерфейсов [21].

Преимущества EoR-архитектуры:

- хорошо масштабируется за счёт того, что данная архитектура разворачивается на коммутаторах шасси (chassis switches);
- дублирование основных компонентов позволяет получить высокую доступность (High Availability) без точек отказа;
- равномерное распределение сервера по стойкам;

- небольшое количество неиспользуемых портов коммутатора;
- небольшое количество коммутаторов;
- минимальные задержки при прохождении пакета через коммутаторы;
- локальная коммутация;

Ограничения EoR-архитектуры:

- большое количество длинных кабелей;
- высокая стоимость высокопроизводительных кабелей;
- сложность модернизации;
- сложность и дороговизна перехода с 1GE на 10GE;
- ограничения применения оптоволоконных кабелей, так как многие серверы не поддерживают OFC.



Модульные и контейнерные ЦОД

Модульный центр обработки данных представляет собой здание модульной конструкции для размещения вычислительного оборудования, и оборудован:

- необходимой инженерной инфраструктурой для обеспечения бесперебойного электроснабжения и отведения тепла от оборудования;
- противопожарными системами;
- системами безопасности;
- системами диспетчеризации.

Модульный дата-центр состоит из стандартных взаимозаменяемых блоков, которые изготавливаются под заказ и собираются на площадке клиента в рабочую конструкцию, которую, при необходимости, можно разобрать на блоки и перевезти на другую площадку. Это позволяет быстро разворачивать дата-центры на небольшой площади в любых условиях и наращивать их мощности по необходимости, и при этом он обладает таким же функционалом, как и стационарный дата-центр.

Назначение блоков модульных ЦОД:

- энергетический блок. Предназначен для установки энергетических систем;
- серверный зал. Предназначен для установки серверного оборудования и систем отвода избытков тепла;
- входная группа. Предназначена для доступа персонала в дата-центр.

Для установки модульных дата-центров достаточно подготовить площадку для установки – точечный фундамент или плиту, подвести электропитание и обеспечить



Рисунок 11 – Пример модульного ЦОД

возможность канализационного слива. На место размещения модульный дата-центр доставляется стандартными транспортными средствами и устанавливается при помощи подъёмного крана. Процедура возведения модульного дата-центра занимает не более двух дней [22].

Внедрение модульных дата-центров позволяет:

- сократить на 30% совокупную стоимость владения;
- сократить на 13% затраты на установку;
- сократить на 60% время возведения дата-центра.

Это происходит за счёт:

- использования фабричной сборки;
- меньшего объёма работ по подготовке инфраструктуры;
- снижения затрат на проектирование

различных подсистем;

- возможности выбора подходящего размера ЦОД для ИТ структуры организации и возможности её лёгкого расширения;
- уменьшения времени тестирования.

Преимущества модульных дата-центров по сравнению со стационарными:

- низкие затраты на возведение дата-центра;
- более низкое энергопотребление – в среднем на 12-44%;
- динамическое увеличение вычислительных мощностей дата-центра;
- сокращение затрат на модернизацию дата-центра;
- сокращение затрат на эксплуатацию дата-центра;
- расположение вычислительных ресурсов рядом с местом их использования;
- короткий срок возведения дата-центра;
- простота обслуживания;
- мобильность;
- возможность быстрого наращивания вычислительных мощностей;
- взаимозаменяемость компонентов;
- возведение в любом месте и в короткие сроки;
- низкие требования к площадке под возведение дата-центра;
- не требуется проектной документации и прохождения экспертизы;
- не требуется разрешения на строительство или реконструкцию;
- не требуется сдавать объект надзорным органам.

¹ TCO (англ. Total cost of ownership) – Совокупная стоимость владения или стоимость жизненного цикла.

Это общая величина целевых затрат, которые несёт владелец с момента начала владения до исполнения владельцем полного объёма обязательств, связанных с владением.

Модульные и контейнерные ЦОД

Недостатки модульных дата-центров по сравнению со стационарными:

- более сложное управление;
- более сложная эксплуатация, так как каждый модуль управляется отдельно;
- возможность масштабирования только стандартными модулями;
- для достижения экономии за счёт масштаба необходимо определить оптимальный размер модуля.
- более сложное управление;
- более сложная эксплуатация, так как каждый модуль управляется отдельно;
- возможность масштабирования только стандартными модулями;
- для достижения экономии за счёт масштаба необходимо определить оптимальный размер модуля.

Предназначение модульных дата-центров:

- строительство крупных дата-центров с поэтапным вводом в эксплуатацию;
- строительство на территориях, где капитальное строительство затруднено;
- наращивание мощностей действующего дата-центра;
- быстрое возведение резервного дата-центра;
- создание собственных дата-центров организации;
- создание площадок колокации;
- безопасное хранение данных;
- расширение количества услуг для клиентов организации;
- размещение вычислительного оборудования для научных исследований.

Модульные ЦОД позволяют создать энергоэффективную инженерную инфраструктуру с большим запасом проч-

ности для сложных комплексных инфраструктурных проектов в различных отраслях [23].

Конструкция модульного дата-центра [24]

1. Металлический контейнер стандартных размеров, соответствующий габаритам морских контейнеров 609 см (20 футов) или 1219 см (40 футов) длиной.
2. Стены в виде сэндвич-панелей из двух листов стали толщиной 2 мм с негорючим теплоизолятором между ними.
3. Стойки для ИТ оборудования. От 4 до 12 шт. в зависимости от размеров контейнера.
4. Рядные или каналные кондиционеры фреоновые или жидкостные для охлаждения серверов.
5. Источник бесперебойного питания по схеме on-line с двойным преобразованием напряжения с высоким коэффициентом мощности и малыми гармоническими искажениями входного тока.
6. Аккумуляторные батареи.
7. Распределительные электрощиты и блоки распределения электропитания.
8. Автоматический ввод резерва.
9. Структурированные кабельные системы.
10. Кабельные лотки.
11. Фальшпол.
12. Система газового пожаротушения с газообразным огнетушащим веществом – Хладон 23.
13. Система косвенного охлаждения. При превышении окружающей температурой установленного порогового значения подключается дополнительное орошение и фреоновый контур.
14. Средства удаленного мониторинга,

управления и безопасности.

15. Система контроля доступа.
16. Система видеонаблюдения и сигнализации.
17. Сигнализация.
18. Резервные модульные дизель-генераторы.

Сравнение модульных и стационарных центров обработки данных.

Модульные центры обработки данных помогают решить целый ряд задач, российских предприятий, работающих в сфере информационных технологий [25]:

- необходимость разворачивания новых стоек в сжатые сроки;
- создание новых стоек на короткое время на базе существующих мощностей и инфраструктуры;
- создать временное серверное помещение, когда стационарное достроено или не введено в эксплуатацию;
- нехватка специалистов необходимой квалификации;
- экспансия в регионы и поглощение других компаний с быстрым построением единой информационной инфраструктуры;
- нехватка свободных площадей в мегаполисах.



Стационарный ЦОД	Модульный ЦОД
<ul style="list-style-type: none"> • Для возведения требуется специальное помещение. • Ограниченная масштабируемость • Сложность перемещения. • Долгий срок реализации проекта – до 1 года. • Высокая стоимость проектных и пусконаладочных работ. • Высокие эксплуатационные расходы. 	<ul style="list-style-type: none"> • Для возведения не требуется специальное помещение. • Низкие затраты на возведение. • Низкие эксплуатационные расходы. • Возведение ИТ инфраструктура на удалённой площадке. • Для мобильных офисов и других передвижных объектов. • Легко масштабируется, в том числе позволяет масштабировать ИТ инфраструктуру стационарно-го дата-центра. • Возможность размещения вблизи дешёвых источников энергии. • Короткий срок реализации проекта – 2-3 месяца.

Таблица 1

Облачные ЦОД

В развитии облачных дата центров выделяют следующие этапы [26]:

1. Период с 2006 – 2016 гг. – это начальный этап или Cloud Data Center 1.0.

На этом этапе происходит консолидация ЦОД – переход разобщённых и не связанных информационных систем к интегрированным облачным системам.

2. Период с 2016 – 2020 гг. – это текущий этап или Cloud Data Center 2.0.

На этом этапе происходит кардинальный сдвиг дизайна архитектуры дата-центров из-за переноса значительной части функционала дата-центров в виртуальную сферу. В свою очередь, это привело к повышению загрузки ресурсов из-за их доступности пользователям, но позволило обеспечить гибкость при распределении ресурсов.

3. С 2020 года планируется переход на третий этап или Cloud Data Center 3.0.

На этом этапе облачные сервисы будут развиваться в условиях постоянного роста спроса на вычислительные технологии на фоне многократного увеличения количества данных. Это обуславливается ростом как числа пользователей облачных сервисов, так и ростом потребляемого трафика.

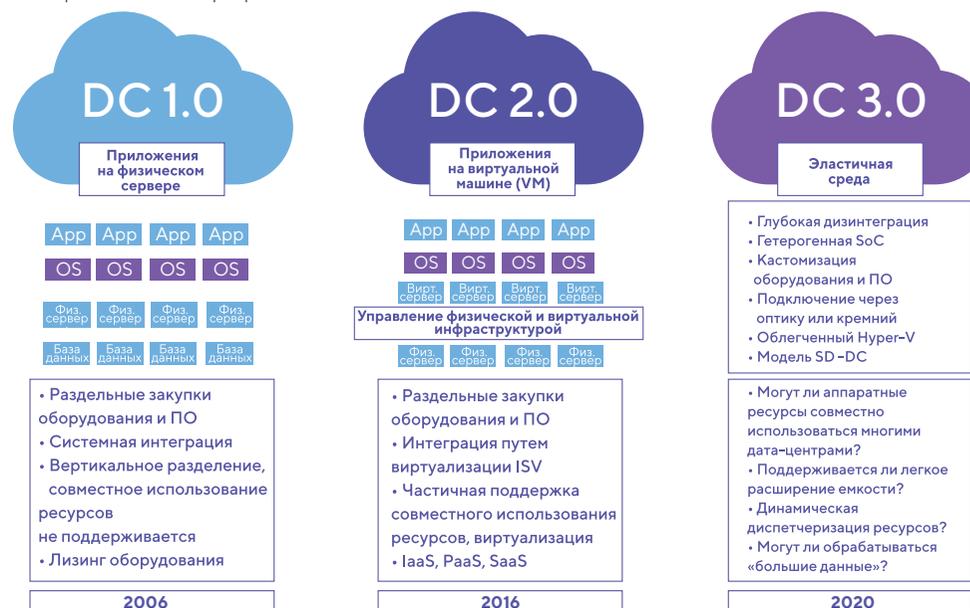


Рисунок 12 – Эволюция облачных ЦОД

Технологии для реализации третьего этапа облачных ЦОД (или Cloud Data Center 3.0) пока существуют на уровне разработок:

- глубокая дезинтеграция;
- гетерогенная SoC;
- облегченный Hyper-V;
- реализация модели SD-DC.

Ключевой проблемой является безопасность данных. Поэтому государственные и коммерческие организации, ставящие на первое место проблемы безопасности данных, не пользуются публичными ресурсами, а предпочитают создавать локальные информационные системы.

Из-за сложившейся ситуации можно говорить о следующих путях развития облачных ЦОД:

1. Публичные сервисы

Они ориентированы на большое число пользователей и работу с огромными потоками данных.

Разрабатываются крупными ИТ компаниями.

2. Частные сервисы

Они разрабатываются для выполнения специализированных операций.

Разрабатываются малыми и средними ИТ компаниями.

Гиперконвергентные решения

Гиперконвергентные системы — это модульные системы, которые легко и быстро масштабировать до необходимых мощностей.

Создание вычислительной инфраструктуры дата-центра с использованием готовых программно-определяемых модулей с заранее разработанными конфигурациями на основе стандартных аппаратных компонентов [27].

Мощности дата-центра легко масштабируются за счёт добавления аналогичных модулей в инфраструктуру.

Преимущества гиперконвергентных решений:

1. Автоматизация рутинных задач ИТ-отделов

Управление инфраструктурой реализовано по принципу одного окна.

2. Быстрый запуск филиалов

Простота масштабирования инфраструктуры и виртуализации рабочих столов.

3. Упрощение сервисного обслуживания

Для гиперконвергентной инфраструктуры предусмотрена единая точка входа.

4. Чёткий контроль развития ИТ

Легко прогнозировать затраты.

Производители, предлагающие гиперконвергентные решения:

1. HPE, США.

2. SimpliVity, США.

3. Nutanix, США.

4. Cisco, США.

5. Dell EMC, США.

6. Hitachi Data Systems, Япония.

7. Huawei, КНР.

8. Oracle, США.

9. Fujitsu Technology Solutions, Япония

10. NetApp, США.

11. Inspur, КНР

12. Violin Memory, США.

Преимущества гиперконвергентной архитектуры:

- быстрое развёртывание;
- гибкое масштабирование и тиражирование;
- экономичность;
- встроенные средства резервного копирования и восстановления после сбоев.

Применение гиперконвергентных решений:

- стандартизация инфраструктуры филиальной сети распределённого бизнеса с гибким наращиванием мощностей;
- развёртывание инфраструктуры в короткие сроки;
- модернизация инфраструктуры при ограниченном бюджете;
- консолидация вычислительных ресурсов;
- развёртывание VDI в оперативном режиме, используя готовые конфигурации каждого сценария.



Децентрализованная сеть хранения и обработки данных SIA

SIA (произносится «Сая») — это распределённая система на основе блокчейна, участники которой хранят информацию на жестких дисках друг друга за плату. Участник системы может решить быть только пользователем, загружающим данные (в терминологии SIA — *renter*), или же сервером, принимающим данные (в терминологии SIA — *host*), или совмещать эти две роли. Хосты заинтересованы в хранении данных, так как они несут убыток, при потере данных. При заключении контракта на хранение данных хост вносит депозит и ежедневно подтверждает факт хранения загруженных данных; если он этого не делает, то лишается части депозита. Чтобы данные уцелели в случае отказа нескольких хостов, используются коды Рида — Соломона. Данные загружаются на 40 хостов и остаются доступными, если хотя бы 10 из этих хостов доступны. Избыточность хранения составляет трехкратную величину. Ожидается рост uptime хостов, после чего избыточность можно будет снизить. Доказательство хранения — SIA хосты регулярно доказывают, что хранят загруженные данные.

Преимущества децентрализованных решений:

1. Защищенность и целостность данных

Платформа Sia использует децентрализованную сеть для размещения облачного хранилища. Иными словами, информация хранится на множестве различных ПК. На обычных хра-

нилищах данные держат на одном сервере (или серверах). Отследить ее местоположение становится крайне сложно. Информация кодируется для защиты от вмешательства третьих лиц. Уровень защиты выше, чем на стандартных хранилищах. При этом целенаправленная продажа информации невозможна: владелец системных ресурсов не знает, чьи данные он держит у себя.

2. Услуги оплачиваются в криптовалюте

Услуги платформы оплачиваются токенами Siacoin. Их необходимо заранее приобрести через криптовалютные биржи или обменники. Еще один способ добычи — майнинг. Условия использования Siacoin и цены зависят от каждого конкретного случая.

3. Демонополизированный рынок

Оплата в Siacoin передается от пользователя к пользователю, а не компании, владеющей хранилищем. При этом эта компания не может диктовать условия хранения данных в блокчейне.

4. Отсутствие посредников

Для передачи информации между пользователями используются смарт-контракты. Их применение делает ненужным наличие посредников. Эти же смарт-контракты отвечают за кодировку информации для ее защиты от злоумышленников.

5. Открытая архитектура и код

Код блокчейна Siacoin открыт. Пользователь может проверить его на наличие уязвимостей и недочетов. При этом разработчики постоянно улучшают качество системы. В обычных облачных хранилищах прямая проверка надежности невозможна. Пользователю остается только верить (либо не верить) владельцам этих хранилищ.

6. Отсутствие сбоев и времени на восстановление

Децентрализованная сеть позволяет хранить данные на различных устройствах, имеющих свою энергетическую инфраструктуру. А система резервирования данных, позволяет свести риск потери данных к нулю.

Применение децентрализованных решений:

- облачное хранилище данных пользователей;
- стандартизация инфраструктуры филиальной сети распределённого бизнеса с гибким наращиванием мощностей;
- развёртывание инфраструктуры в короткие сроки;
- модернизация инфраструктуры при ограниченном бюджете;
- консолидация вычислительных ресурсов;

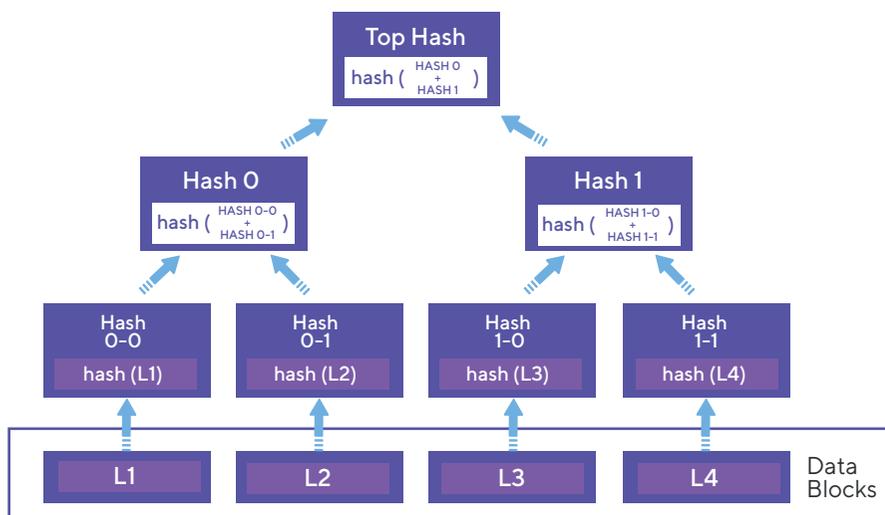


Рисунок 13 — Децентрализованная сеть хранения и обработки данных SIA

КЛАССИФИКАЦИЯ ЦОД ПО УРОВНЮ НАДЁЖНОСТИ ИНЖЕНЕРНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

Оценка эффективности дата-центров по размещению вычислительного оборудования, надёжности и уровню резервирования систем подтверждается системой сертификации Tier [28].

Определение классов сертификации:

1. Центр данных класса Tier I

Этот класс подразумевает базовую надёжность с применением схемы N. Данный сертификат давно устарел и последний раз применялся 50 лет назад. В его требованиях даже наличие бесперебойного питания не является обязательным.

При таком подходе уровень доступности ЦОД составляет 99,671%, что соответствует около 30 часам простоя в год.

2. Центр данных класса Tier II

В этом классе применяют схему резервирования N+1. В данном случае всё равно остаётся необходимость останавливать работу системы во время проверок или ремонта, но также возможно резервирование. Это сертификат предъявляет небольшие требования к системе охлаждения и энергообеспечения, но наличие фальшпола уже обязательно. Время простоя в год — 22 часа.

3. Центр данных класса Tier III

Этот класс не требует остановки систем ЦОД для ремонта или обслуживания, резервируются все необходимые компоненты, имеется два канала распределения электропитания, но постоянно используется лишь один.

Время простоя в год — 1,6 часа.

4. Центр данных класса Tier IV

Самый высокий класс надёжности работы ЦОД. Каждая инженерная система имеет дубликат основного узла и резервного. Время простоя в год — 0,8 часа.





ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ЦОД

Текущая ситуация

Исследования за 2019 год в области экологичности ЦОД показывают [29]:

88% всех дата-центров являются неэкологичными;

86% предприятий не считают воздействие своих центров обработки данных на окружающую среду важным и достойным внимания фактором;

22% предприятий считают «экологические соглашения» чрезмерно дорогостоящими для принятия во внимание в процессе деятельности своих предприятий;

90% существующих центров обработки данных не могут похвалиться оптимальной энергоэффективностью;

Две трети компаний снижают температуру в дата-центрах ниже 24, несмотря на появление инновационных технологий охлаждения и нового оборудования со свободным воздушным охлаждением, способного выдерживать высокие рабочие температуры, что позволяет ему функционировать при температуре выше 26,5;

В 2019 году по сравнению с 2018 годом на **14%** сократилось число компаний, осуществляющих переработку выведенного из эксплуатации оборудования с привлечением сертифицированных компаний по переработке отходов, а число компаний, самостоятельно осуществляющих переработку старого оборудования, сократилось на **5%**;

Разработанная компанией Super Micro Computer, Inc. ресурсосберегающая архитектура (Resource-Saving),

воплощающая принципы экологичных вычислений, разделяет центральный процессор, память и другие подсистемы, позволяя модернизировать элементы независимо друг от друга. Такая архитектура позволяет сократить расходы на циклах обновления оборудования дата-центра. С точки зрения двух-четырёхлетнего цикла обновления архитектура Resource-Saving обеспечивает более высокопроизводительные и эффективные серверы с меньшей стоимостью³.

Повышение экологичности дата-центров

1. Использование инновационного оборудования с применением передовых технологических разработок при проектировании новых дата-центров. Это позволит сократить масштабы их негативного влияния на окружающую среду.

2. Использование деагрегированной конфигурации серверов позволяет экономить на модернизации оборудования и использовать преимущества новейших серверных технологий.

3. Использование многоузловых высокопроизводительных и высокоплотных серверов снижает объёмы потребления энергоресурсов и уменьшает занимаемую площадь.

4. Использование систем, конструкция которых предусматривает свободное охлаждение циркулирующим воздухом, не требует оснащения серверных залов специальными системами кондиционирования воздуха, что сокращает объёмы потребления энергии.

5. Оптимизация циклов модернизации оборудования позволяет сократить масштабы электронного мусора до 80% и повысить производительность оборудования до 15%, при снижении расходов на приобретение оборудования на 44%.

² Исследования проводились компанией Super Micro Computer, Inc. (SMCI) – мировым лидером в разработке экологически безопасных дата-центров.

³ По сравнению с традиционной архитектурой, требующей демонтажа и замены оборудования.

УСЛУГИ ЦОД

Многие дата-центры имеют свое собственное вычислительное оборудование, на базе которого они оказывают облачные услуги и выступают в качестве хостинг-провайдера [28]:

- оборудование простой серверной комнаты;
- создание ЦОД «под ключ» в соответствии со стандартами Uptime Institute;
- централизованное управление ИТ и телекоммуникационной инфраструктурой на базе ПО различных производителей;
- создание системы управления телекоммуникационной сетью, серверами и приложениями, компонентами системы хранения данных;
- HaaS — Hardware as a service.

Современные дата-центры могут предложить своим клиентам большой выбор услуг [30]:

1. Аренда стоек

Даёт возможность разместить серверы клиента. Подходит для компаний, политика безопасности которых не позволяет размещать оборудование в общей стойке.

2. Colocation (физическое размещение серверов)

Позволяет размещать собственное серверное оборудование клиента внутри специально выделенных стоек в ЦОД.

3. Аренда серверов

В случае если компания не обладает оборудованием необходимой конфигурации для стабильной работы с данными, есть возможность взять в долгосрочную аренду серверные мощности в дата-центре.

4. Виртуальный частный сервер (Virtual private server, VPS)

Предоставление в аренду для проекта клиента вирту-

ального выделенного сервера – эмулятора физического оборудования, сделанного на основе программных компонентов.

5. Виртуальный хостинг

Вид хостинга, при котором большое количество веб-сайтов располагается на одном сервере. Предназначен для размещения и непрерывного функционирования интернет-ресурсов компании.

6. Проектирование и консалтинг в части ЦОД и ИТ-инфраструктуры

Помощь в подборе наиболее гибких вариантов размещения оборудования и проектирования инфраструктуры для обеспечения бесперебойной работы информационных систем, защиты данных и сокращения затрат на ИТ.

7. Создание резервных ЦОД

Установка, настройка оборудования и программного обеспечения в дата-центре таким образом, что все критичные ИТ-системы в случае техногенной или природной катастрофы в ЦОД заказчика будут переведены в дата-центр без негативного влияния на бизнес.

8. Администрирование и поддержка ИТ-систем

Администрирование и поддержка ИТ систем от уровня физического оборудования до уровня приложений с возможностью автоматизации сервисов и построения гибридных решений с применением облачных сервисов и гибких решений по предоставлению вычислительных ресурсов.

9. Миграция данных и ИТ-систем

Централизация и перемещение вычислительных ресурсов и данных с минимальным сроком остановки их работы. Актуально, когда заказчик имеет несколько разрозненных

площадок ЦОД и планирует объединить их в единую сеть, или в ситуации, когда необходимо обеспечить требования действующего законодательства в области хранения персональных данных.

10. Услуги

Аутсорсинг вычислительной инфраструктуры, управляемая защита от сбоев, управляемая защита данных от потерь, организация надежных и безопасных коммуникаций, администрирование, оптимизация ИТ-инфраструктуры, автоматизация HR.

Услуга HaaS

HaaS (Hardware-as-a-Service, оборудование как сервис) – это услуги предоставления аппаратной серверной инфраструктуры из облака. Заказчик получает в аренду необходимую инфраструктуру вместе с ее обслуживанием со стороны провайдера. Подход HaaS позволяет и крупным компаниям оптимизировать затраты на модернизацию или закупку нового оборудования.

Услуга HaaS состоит из:

- Закупка оборудования под задачи заказчика (включая консалтинг и аудит).
- Размещение оборудования (у заказчика или в ЦОД провайдера)
- Обеспечение поддержки оборудования:
 - Настройка и администрирование.
 - Мониторинг (собственная система мониторинга, внедряется для каждого заказчика, может настраиваться под специфичные задачи через личный кабинет).



Выделенный резерв для копии данных.

Проактивное техническое обслуживание всего решения.

Услуга IaaS

В последние годы рынок IaaS растет опережающими темпами и является наиболее динамично развивающимся сегментом рынка облачных услуг [31].

Физической основой IaaS являются аппаратные серверы и системы хранения данных, установленные в дата-центрах оператора. На серверы устанавливается специальное программное обеспечение — гипервизор, которое отвечает за выделение аппаратных ИТ-ресурсов виртуальным машинам (VM). При этом если все настроено правильно, отдельные VM полностью независимы и не влияют на работу друг друга.

С точки зрения заказчика, который удаленно использует облачные ресурсы IaaS, виртуальная машина ведет себе точно так же, как и обычный аппаратный сервер соответствующей конфигурации.

Условия использования IaaS

Всех клиентов можно разделить на две категории:

- те, кто уже имеет собственную ИТ-инфраструктуру;
- те, кто только начинает свою деятельность и практически не имеет собственного оборудования.

Независимо от того, есть серверные мощности, одним из ключевых условий для оптимального использования услуги является наличие у клиента опыта в создании и администрировании ИТ-инфраструктуры.

Услуга IaaS нужна в тех случаях, когда есть необходимость в различных дополнительных компонентах ИТ-инфра-

структуры (сервера, хранилища данных, ПО и т.д.), но при этом обеспечивать физическое наличие этих компонентов или невыгодно, или неэффективно, или просто невозможно.

Основными обстоятельствами, при которых облачная инфраструктура будет целесообразна, являются:

- 1.** Часто изменяющаяся потребность в ИТ-ресурсах
Компания обычно нуждается в разном объеме ИТ-ресурсов. Как правило, возрастающая потребность в дополнительных сервисах длится недолго и не носит постоянного характера. В таких ситуациях оптимально наращивание мощности путем обращения к облачной инфраструктуре. Также данная услуга подойдет при реализации временного проекта, который требует дополнительных ресурсов.
- 2.** Необходимость в быстром масштабировании систем
Если компания стремительно развивается, внедряет новые технологии и сервисы, расширяет свои направления бизнеса — она неизбежно нуждается в постоянном масштабировании инфраструктуры. В этом случае IaaS может упростить и ускорить данную задачу.

3. Экономия бюджета

Если имеется потребность в экономии бюджета, в том числе на закупку, содержание и обслуживание оборудования, облачная инфраструктура обойдется значительно дешевле физической. Тем самым исключаются капитальные затраты на создание ЦОД, а плата за использование ресурсов ЦОД включается в операционные затраты.

Стоимость сервиса зависит от требуемой вычислительной мощности и продолжительности пользования облачными мощностями.

Преимущества [32]:

- отсутствие затрат на закупку и обслуживание физического оборудования;
- отсутствие проблем с заменой устаревшего оборудования;
- отсутствие необходимости в расширении серверных помещений;
- нет перерасхода бюджета на специфичное ПО, необходимое крайне редко. Зачастую при аренде облачных сервисов ПО включено в пакет услуг;
- легкая масштабируемость: увеличение и уменьшение объемов потребляемых ресурсов в короткие сроки;
- меньшая величина эксплуатационных затрат, по сравнению с затратами на содержание физической инфраструктуры;
- гибкие модели оплаты: как по фиксированным тарифным планам, так и по факту за использованные ресурсы;
- так как это облачная технология, то доступ к инфраструктуре есть всегда и везде (при наличии интернета);
- экономия на налогах: затраты на виртуальную инфраструктуру включаются в себестоимость услуг компании, уменьшая тем самым базу налогообложения. Помимо этого, оплата данных услуг является операционными затратами, а не капитальными, что в свою очередь также оптимизирует налоговую нагрузку по налогу на имущество.

Недостатки

- доступность и производительность сервисов клиента зависят от поставщика услуги. Если у поставщика произойдет сбой работоспособности — это также повлияет на работу систем клиента;
- IaaS не подходит отраслям, в которых существует запрет

на хранение данных на сторонних серверах. Часто эти сервера еще и находятся за пределами страны, что в свою очередь ограничивает возможность их использования в определенных случаях, например, для хранения персональных данных россиян;

- данные хранятся у сторонней организации;
- скорость устранения аварийных ситуаций, зависит от скорости реакции техподдержки поставщика услуг;
- зависимость от качества интернета.

РaaS — платформа как услуга

Если IaaS обеспечивает вычислительную инфраструктуру, а SaaS — доступ к приложениям, то PaaS представляет собой некий промежуточный вариант с акцентом на разработку программного обеспечения. Сервисы «Платформа как услуга» включают в себя операционные системы, промежуточное ПО и специальные решения для оптимизации процесса создания интернет-приложений.

PaaS считают наиболее сложной моделью развертывания публичных облачных сервисов, поэтому операторы подобных услуг — это, как правило, специализированные компании, обладающие глубокой экспертизой, как в области облачных платформ, так и в сфере прикладного ПО.

РaaS обеспечивает три важных функции:

1. Интеграция с основными веб-службами и базами данных, что позволяет облегчить работу разработчиков.
2. Простая настройка ПО. Приложения могут быть легко адаптированы для удовлетворения потребностей бизнеса с помощью встроенных инструментов тестирования,

разработки и развертывания.

3. Средства для совместной работы, унифицированную платформу разработки, которая позволяет нескольким пользователям совместно работать над различными проектами.

Основные отличия между IaaS и PaaS [33], [34]

IaaS обеспечивает максимальную степень контроля над виртуальными вычислительными ресурсами. Однако свобода распоряжения ими требует от пользователя знаний и навыков по части управления инфраструктурой, мониторинга её работы, обеспечения кибербезопасности.

PaaS предлагает большую глубину автоматизации рабочих процессов, позволяет оптимизировать процесс разработки приложений, обеспечивая единый подход для разнородных источников данных и вычислительных ресурсов, оптимизировать затраты за счёт использования методологии гибкой разработки.

Выбор между IaaS и PaaS зависит от конкретных потребностей бизнеса, что ему важнее – масштабируемость или гибкость, контроль или стандартизация

К недостаткам PaaS можно отнести меньшую гибкость, по сравнению с IaaS, поскольку платформа предоставляет собой набор специализированных инструментов для разработки приложений и работы с данными.

Услуга VPS/VDS

VPS (Virtual Private Server, виртуальный частный сервер) и VDS (Virtual Dedicated Server, виртуальный выделенный сервер) — это класс сервисов хостинга, в рамках которого

пользователю предоставляются в аренду ресурсы виртуального сервера с фиксированными характеристиками [35].

Основные отличия между VPS и VDS

Несмотря на разные названия, оба эти понятия сегодня обозначают одну и ту же услугу — аренду виртуального сервера.

Однако разница заключается в способе виртуализации:

- VDS следует применять в случае аппаратной виртуализации;
- VPS следует применять в случае, если используется виртуализация на уровне операционной системы.

Но поскольку, с точки зрения пользователя, между этими подходами нет разницы, сегодня обе аббревиатуры эквивалентны и зависят от позиционирования услуги оператором, чем от технических нюансов.

Большинству компаний достаточно простых сайтов или лендингов с применением виртуального хостинга – услуги, включающей поддержку нескольких доменных имен, средств веб-разработки, базы данных и дискового пространства.

Однако с ростом предприятия и внедрением CRM возможностей виртуального хостинга будет не хватать. Первыми обычно «заканчиваются» вычислительные ресурсы и объём базы данных, потому что в виртуальном хостинге клиенту «принадлежит» лишь малая часть процессора (обычно 3-5% от его номинальной производительности) и малая часть дискового пространства (20-30 Гб).

На практике это часто сводится к ошибке 503 (сервер временно не имеет возможности обрабатывать запросы по техническим причинам).



Выделенные виртуальные серверы востребованы:

- небольшими компаниями;
- отдельными корпоративными сервисами, например, бухгалтерскими программами;
- специальными проектами;
- интернет-магазинами;
- высоконагруженными сетевыми службами;
- при разработке и тестировании ПО.

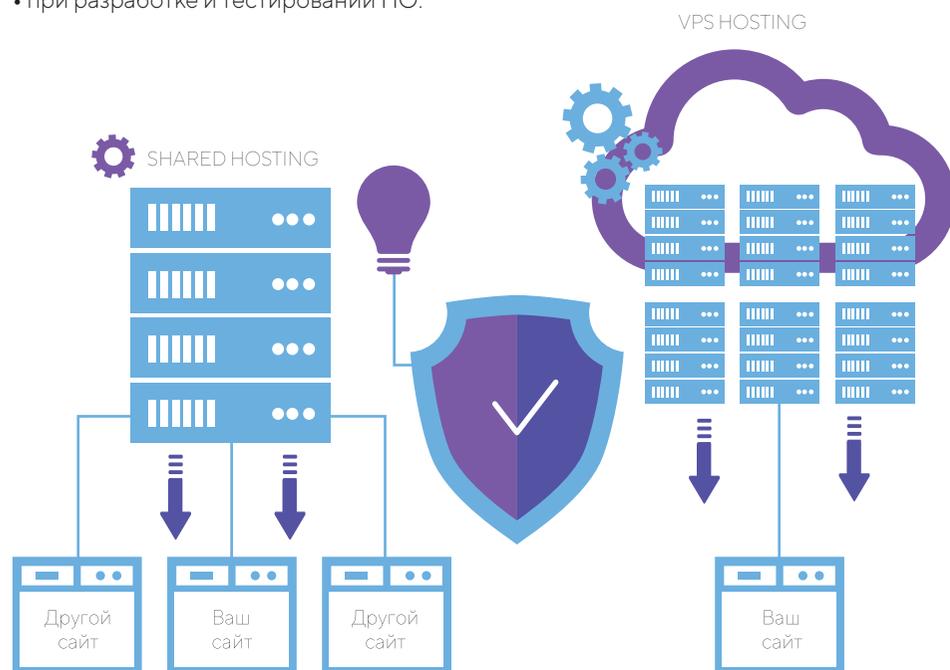


Рисунок 14 – Принципиальная схема виртуального сервера

Принцип работы VPS/VDS-сервер

Аппаратной основой VDS/VPS является физический сервер, на котором установлено специальное ПО, позволяющее распределять его вычислительные ресурсы – процессоры, оперативную память, дисковое пространство между несколькими пользователями. Каждый виртуальный сервер работает независимо от других, поэтому сбой в работе

одного из них не повлияет на функционирование других систем, размещённых на той же аппаратной платформе.

В отличие от обычного хостинга, где несколько пользователей используют совместно один IP-адрес, в случае VDS/VPS для каждого виртуального сервера выделяется свой IP. Кроме виртуальных ресурсов оператор может предоставить за дополнительную плату:

- сервисы защиты от DDoS-атак;
- услуги резервного копирования данных;
- помощь в администрировании;
- помощь в настройке.

Заказчик управляет выделенным виртуальным сервером, как своим собственным удалённым физическим сервером: то есть он может устанавливать на него свою операционную систему, прикладное программное обеспечение, устанавливать права доступа и т.д.

Ресурсы виртуального сервера можно наращивать по мере необходимости. Но в отличие от сервисов типа IaaS, здесь нет возможности создавать виртуальные сети и кластеры в рамках единой виртуальной инфраструктуры.

VDS/VPS является промежуточным этапом между классическим хостингом и арендой физического сервера (Dedicated) на площадке оператора.

Услуга Dedicated

Компании, ранее пользовавшиеся виртуальным хостингом и виртуальными серверами VPS/VDS, в процессе своего развития практически неизбежно переходят на Dedicated [36].

Dedicated (англ. «выделенный») – это предоставление аппаратных компьютерных мощностей, то есть отдельного «физического» серверного оборудования, клиенту. Применяется, когда клиенту нужен отдельный сервер, но приобрести его он не способен.

Dedicated – это своеобразная разновидность хостинга, но хостинг этот не виртуальный, а аппаратный, физически осязаемый. Собственник или арендатор такого оборудования имеет право менять настройки и программное содержимое сервера по своему усмотрению, что не окажет негативного воздействия на сторонние службы и сервера.

В распоряжении клиента полный административный доступ: можно выбрать подходящую CMS, установить необходимую ОС и требуемое число сайтов.

В рамках договора по аренде (сервису) выделенного сервера заказчику может быть предоставлен доступ по IP, что даёт возможность оперативной коррекции содержимого BIOS и программного обеспечения.

Услуга Siacoin

Siacoin — создаёт децентрализованное облачное хранилище, в котором все данные будут храниться на компьютерах пользователей сети по всему миру.

Участники сети Siacoin могут:

- безопасно выгружать в глобальную сеть и хранить там любого размера файлы;
- сдавать свободное на жестких дисках место в аренду для хранения — хосты;
- добывать криптовалюту.

Преимущества Siacoin:

- безопасность хранения и доступ 24/7 — так как данные хранятся децентрализованно и пользовательская информация не может быть утеряна или оказаться недоступной;
- шифрование данных, что гарантирует, что никто кроме владельца не имеет доступа к информации;
- доступность — каждый хост может устанавливать свою цену, однако если она будет слишком высокой, пользователи выберут тех, у кого цена ниже.

Причины перехода на выделенные сервера

Сетевая безопасность — одна из причин, почему базы данных компании размещаются на выделенных физических узлах. Это позволяет ограничить права доступа к конкретному серверу третьим лицам.

Следующая причина перехода на выделенные сервера — разгрузка компьютерных мощностей. Размещение базы данных на выделенном оборудовании снижает вычислительную нагрузку на серверы БД. Такое «дробление» содержимого крупных веб-серверов и баз данных по обособленным аппаратным уровням обеспечивает резервирование и возможность доступа к БД при проведении сервисных работ на одном из серверов.

Применение выделенного сервера позволяет добиться максимальной производительности всей ИТ системы. Становится возможным рационально распределять необходимую нагрузку на аппаратную мощность, а постоянный IP-адрес даёт сигнал поисковым системам: данный сайт успешен, что поднимает сайт в поисковой выдаче. Для управления выделенным сервером необходим высококвалифицированный ИТ-специалист.

Услуга Colocation

Colocation (аутсорсинг ЦОД) — это размещение собственного сервера на специально оборудованной технической площадке в дата-центре [37], [38].

Эту услугу предоставляют владельцы дата-центров или компании, которые арендовали у владельцев часть машинного зала и сдают их в субаренду от одной вычислительной ячейки (юнит).

Допускается установка не только традиционного сервер-

ного оборудования и систем хранения данных, а также high-end серверов и систем хранения, которые имеют нестандартные размеры или способ охлаждения.

Услуга colocation актуальна для компаний, которые предоставляют сервисы, связанные с большим объёмом трафика такие, как интернет-провайдеры, онлайн-сервисы, интернет-магазины, порталы, крупные компании иного профиля и т.д., или оперируют большими базами данных. Услуга colocation представляет собой размещение собственного сервера на специально оборудованной для этого технической площадке — в дата-центре.

При выборе дата-центра необходимо определиться со следующими параметрами:

1. Уровень надёжности, которому он должен соответствовать, так как этот показатель напрямую влияет на уровень отказоустойчивости оборудования дата-центра.
2. Местоположение ЦОД
Местоположение ЦОД важно в двух основных случаях:
 - 1.1. Хранение персональных данных россиян согласно N 152-ФЗ «О персональных данных». Данные должны храниться в ЦОД на территории Российской Федерации.
 - 1.2. Компания не готова доверить обслуживание своих серверов специалистам дата-центра. В этом случае ЦОД должен находиться по возможности ближе к офису компании и проезд к нему должен быть удобным.
3. Ширина каналов связи, выделяемая под размещаемое оборудование.



Проверка уровня надёжности ЦОД

В России почти все дата-центры сертифицируются по методике Uptime Institute. Проект, его реализация и функционирование сертифицируются по отдельности независимо друг от друга. Дата-центры, которые успешно прошли испытания, получают соответствующий сертификат.

Существуют также заявленные (декларируемые) уровни надёжности Tier. В данном случае ЦОД возводятся согласно требованиям нужного уровня надёжности Tier, но дорогостоящую процедуру сертификации не проходят.

ИТ-безопасность

Антивирусное программное обеспечение выполняет следующие задачи [39]:

- анализ поведения исполняемых программ и файлов;
- защита от проникновения вредоносных программ – программ-шифровальщиков, спама, эксплойтов и других угроз, способных навредить ИТ-инфраструктуре компании;
- поиск и устранение вредоносного кода в случае его проникновения;
- лечение заражённой среды;
- восстановление работоспособности системы.

Отличие различного ПО в сфере ИТ-безопасности в применении разного набора технологий разной эффективности.

Ежегодно система мониторинга качества «Роскачество» проводит исследования антивирусного программного обеспечения совместно с международными мониторинговыми организациями. На основе полученных данных обновляются рейтинги антивирусов.

Несмотря на это, эффективность работы антивирусного программного обеспечения в каждой конкретной корпо-

ративной среде будет разной, так как на результат оказывает влияние множество факторов.

Для защиты данных важно обеспечить приемлемые условия для работы антивируса, то есть подготовить доверенную среду. В крупных компаниях разрабатывают полномасштабные системы защиты, реализуемые силами ИТ-специалистов, отвечающих за безопасность. В таких системах антивирус является вспомогательным или дополнительным звеном защиты.

Многие разработчики антивирусного программного обеспечения предлагают проведение аудита ИТ-инфраструктуры на возможные уязвимости систем, в результате которого составляется список рекомендаций для повышения безопасности инфраструктуры.

В зависимости от производителя антивируса некоторые функции могут быть включены по умолчанию, а могут документально описаны отдельно. Чаще всего это касается наличия встроенной песочницы и межсетевого экрана – т.н. файрволла или брандмауэра.

Встроенная песочница

Термин «песочница» обозначает выделенную безопасную виртуальную среду, позволяющую осуществлять в ней запуск непроверенных приложений, файлов, открывать неизвестные сайты, не создавая основной операционной системе потенциальных угроз.

Файрволл

Позволяет предотвратить сетевые угрозы, фильтруя проходящий через него трафик, пропуская только то, что разрешено заданными правилами. Встречаясь с данными, не попадающими ни под одно из имеющихся правил, файрволл может

запретить его загрузку или пропустить далее в зависимости от настроенного принципа фильтрации.

В идеальной системе защиты обычный пользователь не должен видеть никаких признаков работы антивируса – ни уведомлений, ни запросов обновлений.

Антивирусное программное обеспечение должно иметь возможность быстрого масштабирования и интеграции в имеющиеся компоненты защиты, не вступая в конфликт между собой.

Объектное хранилище

По мере развития любой организации, она сталкивается с проблемой постоянного роста объёма данных, которые создают и потребляют пользователи компании [40].

Объектной системой хранения данных называется такой тип хранилища, в котором хранятся данные различного формата и объёма в виде объектов с метаданными. Каждый такой объект имеет уникальный идентификатор, благодаря которому приложения находят и обращаются к данным, что значительно упрощает работу систем.

Отличительной особенностью является то, что данные хранятся в так называемой плоской среде или на одном уровне, то есть без использования дерева каталогов.

Объектное хранилище обеспечивает высокую скорость работы с большими объёмами данных и тысячами объектов.

Объектное хранилище не подразумевает работу пользователей напрямую, доступ к данным организован на уровне приложений с помощью API.

Чаще всего объектное хранилище используется для целей резервного копирования и архивированная любых критически важных данных.

Объектными хранилищами пользуются компании из самых разных областей: R&D-центры, игровые порталы, издательства и информационные агентства, организации, предоставляющие медиаконтент для широкой аудитории, маркетплейсы, социальные сети, образовательные учреждения. Объединяет эти компании работа с огромными массивами данных.

Преимущества облачных объектных хранилищ:

1. Масштабируемость

Одно из основных преимуществ. Благодаря тому, что адреса к объектам хранятся в виде ссылок, а не именам, систему можно легко масштабировать. Такая система практически не ограничена по размеру и может содержать любое количество данных.

2. Отсутствие иерархии

Обеспечивает эффективность такого способа хранения и отсутствие узких мест, которые возникают при использовании сложных систем многоуровневых каталогов.

3. Сохранность целостности данных

Современные объектные хранилища обеспечивают сохранность данных, производя их резервирование и обновление, что в свою очередь приводит к отсутствию простоя систем.

4. Отказоустойчивость

ЦОД с уровнями надёжности Tier III и Tier IV имеют отказоустойчивую инфраструктуру, благодаря которой обеспечивается бесперебойный доступ к данным.

Недостатки облачных объектных хранилищ:

1. Приложения, которые обращаются к объектному хранилищу, часто требуют доработки, так как изначально API объектов максимально простые и не соответствуют стандартным требованиям для управления данными из хранилища.

2. Проблемы с совместимостью инструментов файловой системы с объектными системами хранения.

Для того, чтобы они могли взаимодействовать друг с другом, требуется организация нескольких промежуточных уровней.

3. Подходят не для всех типов данных.

Наиболее подходящие объекты – это медиа данные и веб-материалы.

Несмотря на то, что технологии объектного хранилища развиваются более 20 лет, до сих пор нет общепринятого стандарта интерфейса.

Однако тройка самых популярных интерфейсов выглядит так:

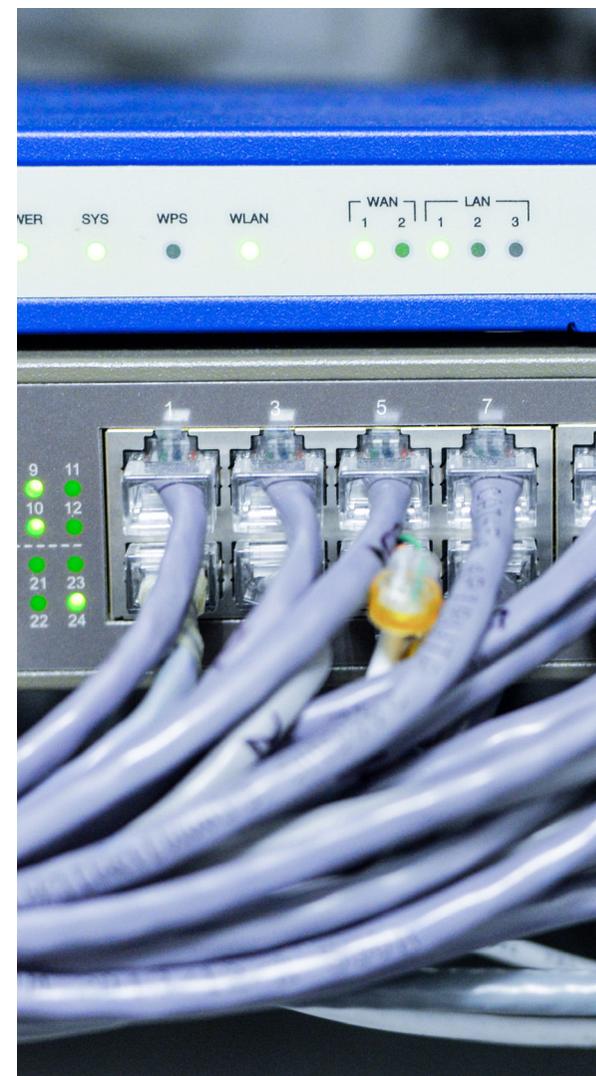
1. S3 API

Интерфейс S3 (Simple Storage Service) принадлежит облачному провайдеру Amazon.

2. Object Storage API или Swift API

Данный интерфейс принадлежит компании OpenStack – некоммерческой организации, занимающейся разработкой технологий облачных услуг.

3. CDMI, разработанный Storage Networking Industry Association (SNIA).





СТАНДАРТЫ В ОБЛАСТИ ЦОД

Российские

В стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017 – 2030 годы определяются понятия интернета вещей и обработки больших объёмов данных.

Интернет вещей – концепция вычислительной сети, соединяющей физические предметы, оснащённые встроенными информационными технологиями для взаимодействия друг с другом или с внешней средой.

Обработка больших объёмов данных – совокупность подходов, инструментов и методов автоматической обработки структурированной и неструктурированной информации, поступающей из большого количества различных и слабосвязанных, источников информации, в объёмах, которые сложно обработать вручную.

Такая формулировка отражает далеко не все взгляды экспертного сообщества на данную тему, но позволяет поставить проблемы и обозначить границы в области стандартизации хранения и обработки больших данных для интернета вещей. [9], [10].

В России с 1 августа 2020 г. вводятся стандарты в области дата-центров, утверждённые приказами Росстандарта №67-ст и №68-ст соответственно:

1. ГОСТ Р 58811-2020 «Центры обработки данных. Инженерная инфраструктура. Стадии создания» регулирует стадии создания инженерной инфраструктуры центров

обработки данных, этапы внутри стадий и содержание работ на каждом этапе»

Данный стандарт определяет создание инженерной инфраструктуры ЦОД как часть общего процесса строительства или реконструкции объектов для размещения дата-центров.

Стандарт описывает терминологию, применяемую в документации и в процессе создания ИИ ЦОД, устанавливает нормы по стадиям и этапам работ, нормирует порядок и очерёдность их исполнения, определяет перечень участников каждого этапа работ и их обязанности.

Общими для всех проектов создания ИИ ЦОД являются стадии предпроектного обследования, создания и утверждения технической концепции и технического задания, разработки проектной документации, включая задания

по проектированию в смежных частях проекта. Далее следует стадия реализации проекта: поставка оборудования и материалов, монтаж, пусконаладочные работы и подготовка к запуску. Стадия испытаний включает этапы предварительного, опытного и комплексных приёмочных испытаний. Финальная стадия эксплуатации подразумевает гарантийное, постгарантийное и сервисное обслуживание сданного объекта строительства.

2. ГОСТ Р 58812-2020 «Центры обработки данных. Инженерная инфраструктура. Операционная модель эксплуатации. Спецификация»

Устанавливает требования к провайдерам сервисов

по эксплуатации ЦОД, потребителям сервисов дата-центров и корпоративным ИТ-департаментам, ответственным за эксплуатацию ЦОД организации. Утверждённые стандарты являются основой для системы нормативных документов, описывающих и систематизирующих отрасль ЦОД.

Данные стандарты определяют требования к эксплуатации инженерных систем ЦОД для обеспечения их функционирования и предоставления потребителям услуг надлежащего качества.

Стандарты разработаны НКО «Ассоциация участников отрасли центров обработки данных». Наличие стандартов позволит повысить качество предоставляемых услуг при создании и эксплуатации ЦОД, сосредоточится на решении перспективных задач. Утверждённые стандарты относятся к зоне ответственности Технического комитета 120 «Центры обработки данных».

Утверждённые стандарты опубликованы на официальном портале Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт) [11].

Действие стандартов распространяется на ЦОД любого назначения любых организаций, действующих на территории РФ. Стандарты могут применяться как самостоятельно, так и совместно с другими стандартами группы ГОСТ Р ИСО/МЭК 20000, ГОСТ 18322.

Международные

Uptime Institute

Uptime Institute — это независимая консалтинговая организация, чья деятельность направлена на улучшение производительности, эффективности, надёжности и независимой сертификации производительности дата-центров. Uptime Institute, как организация, создаёт и администрирует стандарты и сертификацию Tier для проектирования, строительства и эксплуатации ЦОД. Стандарты Tier являются прогрессирующими, то есть каждый новый уровень включает в себя требования, предъявляемые к предыдущим.

Uptime Institute сотрудничает с заинтересованными сторонами, предоставляя им ведущие отраслевые стандарты, образовательные программы, консалтинговые услуги [14], [15].

TIA-942-B

Ассоциация телекоммуникационной промышленности (TIA) в 2017 году выпустила новую редакцию стандарта телекоммуникационной инфраструктуры ЦОД TIA-942-B, который определяет требования к инженерной инфраструктуре ЦОД.

TIA выделяет и сертифицирует отдельные подсистемы ЦОД:

- телекоммуникационная инфраструктура (Т);
- электрика (Е);
- архитектура и конструкции (А);
- механические системы, в которые включаются вентиляция, кондиционирование (М).

Требования к различным уровням для подсистем являются достаточно подробными и конкретно определёнными, что позволяет на стадии проектирования и реализации

всем заинтересованным лицам — проектировщику, заказчику, подрядчику определить соответствие создаваемой инженерной системы требованиям стандарта [16].

BICSI 002

Стандарт BICSI 002 2010 дополняет существующие стандарты TIA, CENELEC и ISO/IEC для центров обработки данных. При разработке стандарта, по утверждению его разработчиков, были устранены пробелы в таких областях создания ЦОД, как выбор места для строительства, формирование требований к планировке и составу помещений, к организации систем жизнеобеспечения и безопасности [12], [13].

Стандарт BICSI определяет пять классов готовности ЦОД на основе четырёх критериев:

- резервирование компонентов;
- резервирование систем;
- использование продуктов требуемого уровня качества;
- меры противодействия любым внешним воздействиям, включая природные явления.

Раздел стандарта, посвящённый электротехническому оборудованию, содержит требования к:

- организации фидеров;
- распределительным устройствам;
- системам бесперебойного электроснабжения;
- использованию систем постоянного тока;
- заземлению;
- средствам подавления скачков напряжения;
- методикам тестирования устройств.

Раздел стандарта, посвящённый телекоммуникационному оборудованию, содержит требования к:

- формированию демаркационных точек с системами сервис-провайдеров;
- координации взаимодействия с сервис-провайдерами;
- требованиям к проектированию различных типов помещений для установки телекоммуникационного оборудования;
- организации кабельных трасс.

Раздел стандарта, посвящённый информационным технологиям, содержит требования к:

- планировке помещений;
 - размещению оборудования;
 - кабельным системам;
 - мерам по обеспечению заданного уровня готовности ЦОД;
 - резервированию, включая создание и размещение резервных центров обработки данных.
- Раздел стандарта, посвящённый безопасности, содержит требования к:

- комплексу мероприятий, осуществляемых на основе анализа возможных рисков, которые необходимы для организации физической защиты ЦОД, формирования планов по противодействию потенциальным злоумышленникам и выхода из аварийных ситуаций;
- обеспечению безопасности на всех этапах проектирования и строительства.

EN 50600

Стандарты серии EN 50600 разработаны CENELEC, независимой некоммерческой европейской организацией по стандартизации. Они могут применяться



по всему миру при условии ссылки на стандарты ISO/IEC. Стандарты серии EN 50600 определяют требования к проектированию всего комплекса сооружений и инженерной инфраструктуры дата-центра. Стандарты серии EN 50600 содержат требования и рекомендации к процессам проектирования, планирования, приобретения, интеграции, внедрения, эксплуатации и обслуживания зданий, сооружений и инфраструктуры центров обработки данных. Стандарты серии EN 50600 используют в своей работе:

- владельцы и руководители инфраструктурных объектов, ИТ-руководители, руководители проектов, генеральные подрядчики;
- консультанты, проектировщики, архитекторы и строители, разработчики систем и инженеры по внедрению;
- поставщики оборудования;
- монтажники, эксплуатационный персонал.

PCI DSS

Стандарт безопасности данных индустрии платёжных карт (Payment Card Industry Data Security Standard) разработан Советом по стандартам безопасности индустрии платёжных карт (Payment Card Industry Security Standards Council, который учреждён международными платёжными системами Visa, MasterCard, American Express, JCB и Discover [17].

Этот стандарт представляет 12 детализированных требований по обеспечению безопасности данных

о держателях платёжных карт, которые передаются, хранятся и обрабатываются в информационных инфраструктурах организаций или ЦОД.

Требования стандарта распространяются на все компании, работающие с международными платёжными системами Visa и MasterCard. В рамках требований стандарта предусматриваются ежегодные аудиторские проверки компаний и ежеквартальные проверки сетей.

Стандарт объединяет требования международных платёжных систем по защите информации:

- MasterCard – Site Data Protection (SDP);
- Visa в США – Cardholder Information Security (CISP);
- Visa в Европе – Account Information Security (AIS).

С сентября 2006 года стандарт введён международной платёжной системой Visa на территории центральной Европы, Ближнего Востока и Африки как обязательный. Поэтому его действие распространяется на Россию. Поставщики услуг такие, как процессинговые центры, платёжные шлюзы, интернет-провайдеры, работающие напрямую с VisaNet, обязательно проходят аудит на соответствие требованиям стандарта.

Требования стандарта по обеспечению безопасности данных о держателях платёжных карт

Построение и сопровождение защищённой сети

1. Требование 1: установка и обеспечение функционирования межсетевых экранов для защиты данных держателей карт.
2. Требование 2: неиспользование выставленных по умолчанию производителями системных паролей и других параметров безопасности.

Защита данных держателей карт

3. Требование 3: обеспечение защиты данных держателей карт в ходе их хранения.
4. Требование 4: обеспечение шифрования данных держателей карт при их передаче через общедоступные сети.

Поддержка программы управления уязвимостями

5. Требование 5: использование и регулярное обновление антивирусного программного обеспечения.
6. Требование 6: разработка и поддержка безопасных систем и приложений.

Реализация мер по строгому контролю доступа

7. Требование 7: ограничение доступа к данным держателей карт в соответствии со служебной необходимостью.
8. Требование 8: присвоение уникального идентификатора каждому лицу, имеющему доступ к информационной инфраструктуре.
9. Требование 9: ограничение физического доступа к данным держателей карт.

Регулярный мониторинг и тестирование сети

10. Требование 10: контроль и отслеживание всех сеансов доступа к сетевым ресурсам и данным держателей карт.
11. Требование 11: регулярное тестирование систем и процессов обеспечения безопасности.

Поддержка политики информационной безопасности

12. Требование 12: разработка, поддержка и исполнение политики информационной безопасности.

QSA-АУДИТ

Получение сертификата соответствия стандарту PCI DSS обеспечивает проведение аудита на соответствие его требованиям, которая проводится компанией, получившей статус QSA.

Перечень услуг, предоставляемых в рамках стандарта PCI DSS:

1. Аудит на соответствие требованиям стандарта PCI DSS
Проводится аудиторами со статусом QSA (Qualified Security Assessor) и содержит следующие этапы:

- работы по подготовке и планированию аудита;
- проведение мероприятий по процедуре аудита;
- анализ результатов;
- разработка отчёта о проведении аудита на соответствие стандарту PCI DSS.

2. Подготовка инфраструктуры заказчика для проведения аудита
Проводится с целью подготовить инфраструктуру заказчика к сертификации на соответствие стандарту PCI DSS. Представляет собой предварительный аудит на соответствие требованиям стандарта.

3. Поиск уязвимостей в соответствии с требованиями стандарт

Проводится компанией со статусом ASV (Approved Scanning Vendor) и является обязательной процедурой.

4. Проведение теста на проникновение в соответствии с требованиями стандарта
Является обязательной процедурой для достижения соответствия стандарту и включает:

- внешний тест на проникновение;
- внутренний аудит.

5. Повышение квалификации в области информационной безопасности сотрудников заказчика

Стандарт PCI DSS объединяет требования программ по защите информации, разработанных Visa и MasterCard (Visa AIS, MasterCard SDP), которые распространяется на все организации, работающие с указанными платёжными системами [18].

Перспективные технологии ЦОД

1. Реинжиниринг существующих ЦОД.

Дополнительное оснащение и модернизация площадок заказчиков. Реинжиниринг реализуется на действующем оборудовании без остановки сервисов заказчика и позволяет увеличить в 2 раза мощность ЦОД.

2. Модульные ЦОД.

Проектируются таким образом, что ЦОД можно перевезти в любое время.

3. Инженерные системы становятся более компактными, а их электрическая и охлаждающая мощность увеличиваются.

4. Переход на гибкие компонентные инфраструктуры.

5. Переход на гиперконвергентные инфраструктуры (HCI, Hyper-Converged Infrastructure) ЦОД.

Объединяют все вычислительные ресурсы, системы хранения данных и сетевые каналы в единую виртуализованную систему. Все аппаратные ресурсы виртуализованы, а выделение необходимых объёмов вычислительных ресурсов, хранилищ и сетевых каналов автоматизировано на программном уровне.

6. Переход на компонентно-дезагрегированные инфра-

структуры (CDI, Composable-Disaggregated Infrastructures). Обеспечивают лучшую гибкость управления ресурсами ЦОД, преодолевая ограничения конвергентных или гиперконвергентных решений за счёт архитектуры ЦОД, в которой физические ресурсы – вычислительные мощности, СХД и сетевые каналы рассматриваются как услуги.

Виртуальные серверы в компонентно-дезагрегированной инфраструктуре (Рисунок 15) создаются путем компоновки ресурсов из независимых пулов вычислительных систем, хранилищ и сетевых устройств в отличие от HCI, где физические ресурсы привязаны к HCI-серверам.

Используя API-доступ к ПО виртуализации, приложение может запросить необходимые ресурсы, что приводит к мгновенной реконфигурации сервера в режиме реального времени, без вмешательства человека – реальный шаг к самоуправляемому ЦОД.

7. Технология NVMe (Non-Volatile Memory Express)/ NVMe-over-Fabrics.

Представляет собой оптимизированный высокопроизводительный интерфейс с низкой задержкой, использующий архитектуру и набор протоколов, разработанных специально для подключения дисков SSD в серверах через шину PCI Express.

Технология позволяет флэш-устройствам взаимодействовать по сети, обеспечивая высокую производительность и низкую задержку передачи такую же, как и локальные устройства. При этом практически не существует ограничений на количество серверов.

8. Гибридные вычислительные модели ЦОД.

Объединяют публичные, частные облака и ресурсы периферии вокруг ядра с обновленной конфигурацией. Благо-



даря гибридным архитектурам компании смогут обеспечить высокий уровень безопасности данных и откликаться на постоянно растущие потребности в увеличении ёмкости и вычислительных мощностей максимально близко к потребителю.

9. Продажа энергии, хранимой в аккумуляторах ИБП.

Литий-ионные аккумуляторы занимают значительную долю рынка аккумуляторов для ИБП, которая постоянно растёт из-за того, что такие батареи активно используются на объектах периферии. Их популярности способствовали компактные размеры и минимальная потребность в техобслуживании. Использование гибкости литий-ионных и других инновационных альтернативных технологий аккумуляторов, например, TRPL – тонких пластин из чистого свинца, позволит возмещать затраты на них. Всё больше компаний будут продавать хранимую в этих аккумуляторах энергию коммунальным компаниям для сеточной стабилизации и ограничения пиковой нагрузки.

10. SCM-технологии.

Технологии разрабатывает компания HP в рамках проекта The Machine, в котором она пытается новую компьютерную архитектуру на мемристорах. Ожидается, что SCM-технологии смогут преодолеть неэффективность, возникающую при «общении» медленной и быстрой памяти.

11. Intel и Micron анонсировали 3D XPoint (кросспойнт).

Безтранзисторная трёхмерная архитектура, срок эксплуатации и скорость работы которой превысит возможности памяти NAND в 1 000 раз. Это решение, в случае его коммерциализации, будет использоваться в дата-центрах для хранения часто запрашиваемых «горячих» данных.

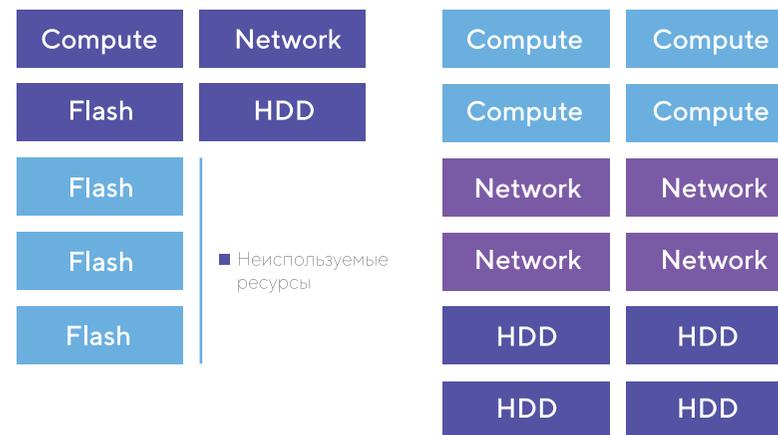
Факторы выбора ЦОД:

1. Скорость развёртывания.

Становится ключевым фактором при выборе оператора или поставщика ЦОД, так как различия в мощности технологий и систем становятся всё менее очевидными, компании начинают использовать и другие критерии при выборе оборудования. Наряду с ценой, один из определяющих факторов это скорость развёртывания вычислительных ресурсов.

2. Высокопроизводительные вычисления.

Потребность в высокопроизводительных вычислениях вызвана резким увеличением объёма современных приложений и рабочих нагрузок, использующих искусственный интеллект для машинного и глубокого обучения.



HCI

Compute – вычисления

Network – сеть

HDD – жесткий диск

Flash – флэш-накопитель

HCI – гиперконвергентная инфраструктура

CDI – Компонентно-дезагрегированная инфраструктура

CDI

Рисунок 15 – Гиперконвергентная модель (HCI)

и компонентно-дезагрегированная (CDI)

³ В The Machine нет границы между оперативной памятью и постоянным хранилищем данных.

Вся память представляет собой оперативную. Это нивелирует проблемы, связанные с передачей информации между устройствами, работающими с разной скоростью.

⁵ Существование мемристора, четвёртого базового компонента электрических схем, было предсказано в 1971 году Леоном Чуа (англ. Leon O. Chua). Лабораторный образец запоминающего элемента был создан только в 2008 году коллективом учёных во главе со Стэнли Уильямсом (англ. Stanley Williams) в исследовательской лаборатории компании Hewlett-Packard. Мемристор является пассивным элементом и способен запоминать собственное состояние. Можно сказать, что это резистор, сопротивление которого изменяется в зависимости от протекающего через него заряда.

ТЕХНОЛОГИИ ХРАНЕНИЯ ДАННЫХ

Система хранения данных состоит из накопителей информации, серверов, инфраструктуры, обеспечивающей связь между ними, и системы управления.

По типу накопителей информации системы хранения делятся на три большие группы:

1. Дисковые накопители

Используются самые первые, распространённые и недорогие накопители. Существенным недостатком является скорость передачи информации, которая ограничивается скоростью вращения шпинделя, на котором закреплены пластины жёсткого диска.

2. Ленточные накопители или кассетные

Такие накопители используются в мультимедийных библиотеках, где важна низкая стоимость терабайта информации. Мобильность этих накопителей вместе с возможностью длительного хранения и восстановления информации сделали их популярным и недорогим средством для создания надёжного электронного архива с физическим ограничением доступа к информации.

3. Флэш накопители

Полупроводниковые накопители отличаются высокой скоростью работы.

Флэш накопитель тратит на обработку запроса 0,1 мс, тогда как жёсткий диск – 6–7 мс, то есть количество транзакций в секунду возрастает на 1–2 порядка.

С момента своего появления (2000 год) они использовались в гибридных системах вместе с дисковыми из-за дороговизны. В настоящее время появляется всё больше систем хранения данных, созданных полностью на флэш-накопителях. Это позволяет существенно эко-

номить физическое пространство серверов.

Решения для хранения данных

Для резервного копирования и архивации используются:

- ленточные библиотеки на многоуровневом пейзаже СХД;
- медленные и быстрые диски HDD;
- мимикрирующие (интерфейсы, форм-фактор) под HDD (необходимы для согласования с конструктивами и соответствующим программным обеспечением);
- твердотельные диски SSD;
- флэш-накопители в формате карт, которые подключаются по интерфейсу NVMe.

На сложившуюся картину оказывает влияние несколько факторов. Один из таких факторов – схема Джона фон Неймана. Согласно этой схеме, память делится на оперативную, которая доступна непосредственно процессору, и вторичную, которая предназначена для хранения данных. Закрепление такого деления произошло в результате того, что полупроводниковая память заменила ферритовую. Полупроводниковая память требует загрузки программ для того, чтобы начать работать. Также влияние оказывает удельная стоимость хранения. Стоимость тем выше, чем быстрее устройство. Это подводит к выводу, что в ближайшем будущем будут продолжать использоваться и диски, и ленты.

Магнитные ленты

Несмотря на то, что и производители дисков, и аналитики уже неоднократно прогнозировали уход от исполь-

зования магнитных лент, однако их продолжают активно использовать. Все дело в том, что они рассчитаны на многолетнее хранение архивов с большим объемом информации. По оценке экспертов, бизнес, связанный производством ленточных библиотек и лентопротяжкой, в 2017 году исчислялся \$5 млрд. Увеличение объемов информации требует все большего количества надежных архивов и надежной архивации. Магнитные ленты остаются лучшим решением. Оно является экономически выгодным и практичным. Достойной альтернативы пока не найдено.

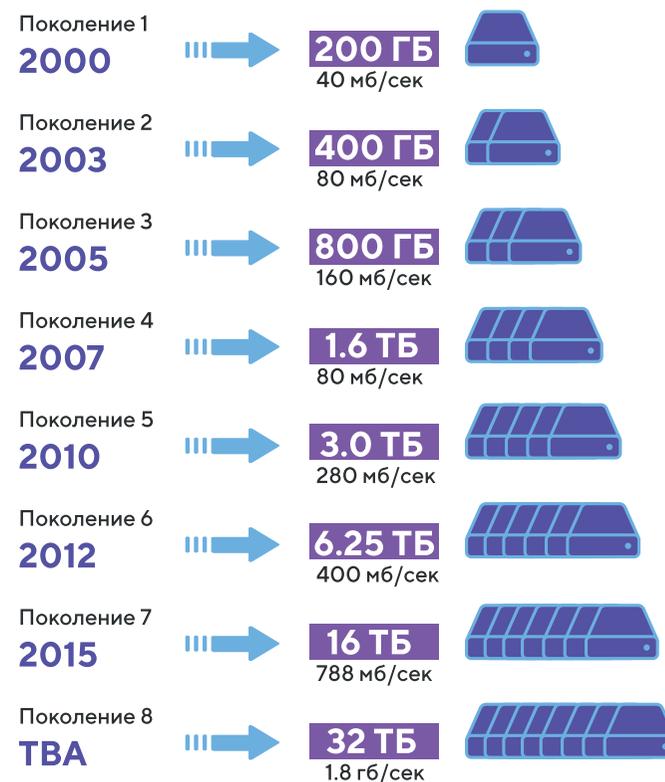


Рисунок 16 – Тайм-лайн развития стандарта LTO



Гибкие диски

С конца семидесятых до конца девяностых — именно настолько растянулась активная жизнь гибких (floppy) дисков. Они стали очень востребованными. Это было связано с тем, что ПК стали доступными пользователям значительно раньше, чем появилась возможность обмениваться данными по сети.

Поэтому флоппи диски выполняли сразу две функции:

- хранение информации;
- обмен данными между пользователями.

Обмен данными стал самой значимой функцией флоппи дисков. Гибкие диски в обиходе называют sneaker, как кроссовки, потому что они считаются типичной обувью программистов. Обмен дисками стал называться sneaker-net — программисты таким образом создавали альтернативную сеть.

Присутствовало разделение дисков

на три основных вида:

1. Флоппи-диски (дата создания 1967 г.) — их диаметр составлял 8 дюймов. Предполагалось, что они будут выполнять функцию первоначальной загрузки (bootstrap) для мэйнфреймов IBM/370. Это была замена более дорогой постоянной памяти (non-volatile read-only memory), которая входила в комплектацию предыдущего поколения IBM/360. Производители быстро оценили их перспективность, поэтому в 1971 IBM флоппи диски были выделены в самостоятельный продукт. Более того, в 1973 году была создана компания Shugart Associates — лидер по про-

изводству дисков данного типа.

Максимальная вместимость флоппи дисков составляла 1,2 Мбайт. Эти большие диски использовали на ПК, которые производились до IBM XT.

2. Диски диаметром 5,25 дюйма ёмкостью 360 и 720 Кб. Их выпуск продлился до конца 90-х.

3. Диски диаметром 3,5 дюйма стали альтернативой 5-дюймовым, которая была предложена Sony в 1983 году. Их размер — 90,0 мм × 94,0 мм, что не помешало по традиции называть диски 3,5 дюймовыми. На профессиональном сленге в Америке данный тип дисков называют «стиффи». Диски прошли несколько усовершенствований, и в 1987 году был принят отраслевой стандарт 3,5-inch HD (High Density). Ёмкость этих дисков составляла 1,44 Мб. Сначала этими дисками комплектовали IBM PS/2 и Macintosh IIx.

Позже они стали универсальным стандартом для PC и Macintosh. Во второй половине 90-х были неудачные попытки создать диски с большим объёмом.

Оптические диски

Попытка записать звук на диск, покрытый воском, сфокусированным лучом света была предпринята Александром Беллом примерно 130 лет назад. Несмотря на то, что его изобретение быстро забылось, до сих пор в Смитсоновском музее (Вашингтон) хранится комплект восковых дисков, которые он записал. А в 2013 году эти диски удалось прочесть и услышать голоса более чем вековой давности.

Только в 1984 году во время работы компаний Sony

и Denon над стандартами для дисков CD, эксперименты, проводившиеся в этом направлении, вышли за стены лабораторий. Следующим шагом стала возможность не только читать, но и записывать данные на диск при помощи устройства, которое позже стало стандартом для ПК. Ёмкость CD составила 700 Гб. В 2000 году появилось второе поколение оптических дисков — DVD с ёмкостью 4,7 Гб, третье поколение — диски Blu-ray с ёмкостью 25 Гб. Все три вида использовались в качестве периферийных устройств. Работы над выпуском дисков 4 поколения ведутся и сегодня.

Причины снижения рыночной доли оптических дисков:

1. Отставание по скорости роста ёмкости оптических дисков от HDD. Когда появились CD, они вполне соответствовали дискам того времени, отсюда их популярность, DVD в меньшей мере, ну а о Blu-ray и говорить не приходится.
2. Снижение стоимости флэш-накопителей, USB-флэшка 128 Гб имеет незначительную стоимость и для ее подключения не требуется специальное устройство
3. Передача любых медийных данных по сети, то, что называют Non-Physical Media, обрушила традиционный музыкальный рынок.

Жёсткие диски

Отправной точкой эволюции жёстких дисков является 1956 год, когда были созданы накопители на дисках, входящие в состав компьютеров IBM 305 RAMAC (Random Access Method of Accounting & Control). В названии этих компьютеров есть прямое указание на их уникальную на тот момент возможность, характеризующаяся произвольным доступом

(RandomAccessMethod).

Словосочетание HardDiskDrive (HDD) позволяет отличить его от гибких дисков. С помощью данного ретронима различают HDD и твердотельные накопители SolidStateDrive (SSD), которые к дискам не относятся.

В отличие от гибкого диска, информация в жёстком диске записывается на жёсткие алюминиевые или стеклянные пластины, покрытые слоем ферромагнитного материала, чаще всего диоксида хрома — магнитные диски.

В HDD используется одна или несколько пластин на одной оси.

Считывающие головки в рабочем режиме не касаются поверхности пластин благодаря прослойке набегающего потока воздуха, образующейся у поверхности при быстром вращении. Расстояние между головкой и диском составляет от нескольких нанометров до 10 нм, а отсутствие механического контакта обеспечивает долгий срок службы устройства. При отсутствии вращения дисков головки находятся у шпинделя или за пределами диска в безопасной зоне для исключения нештатного контакта с поверхностью дисков.

HDD обычно совмещают с накопителем, приводом и блоком электроники. Такие жёсткие диски часто используются в качестве несъёмного носителя информации.

Массовое производство ПК привело к развитию недорогих, небольших по размеру, но больших по ёмкости накопителей. Данная потребность была удовлетворена благодаря налаживанию массового производства жёстких дисков на 5, 3,5 и 2,5 дюймов и принятию стандартов интерфейса SCSI и ATA. Используя такие диски, появилась возможность разработать технологию RAID, которая гарантирует сбор надёжных и высокопроизводительных массивов.

Накопители на жестких магнитных дисках продолжают развиваться и совершенствоваться, а объёмы их производства продолжают расти на 1-3% каждый год.

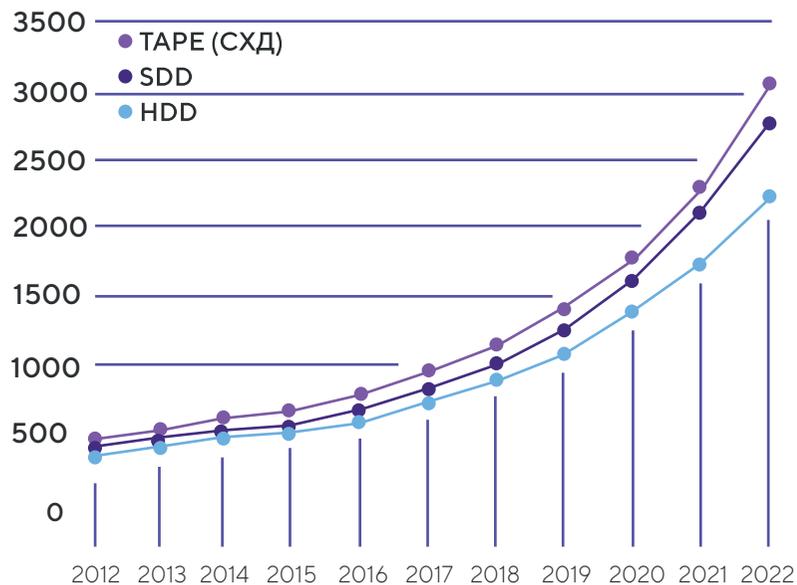


Рисунок 17 — Темпы выпуска накопителей: соотношение лент, дисков и SSD

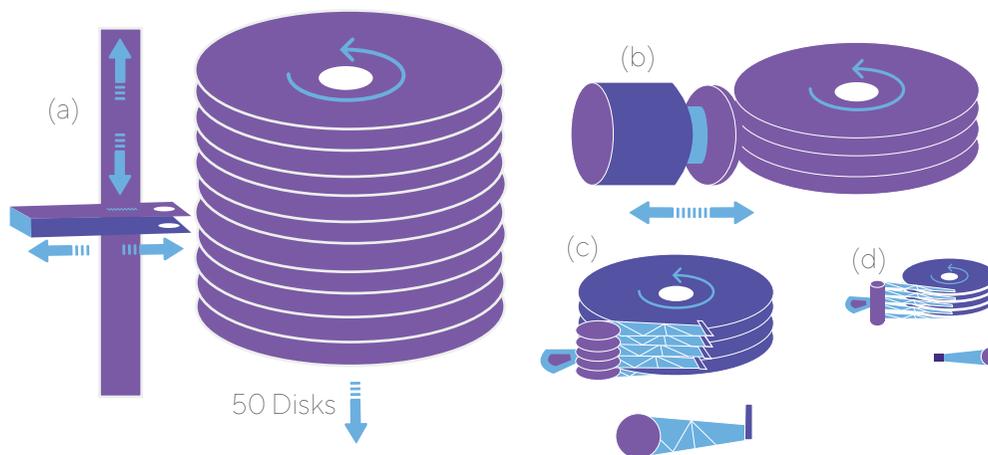


Рисунок 18 — Принцип действия дисковых накопителей



Три ключевых направления развития жёстких дисков:

1. Увеличение ёмкости и скорости работы.
2. Совершенствование технологии доступа к сохраненной информации.
3. Развитие альтернативных твердотельных накопителей.

Эволюция технологий первого направления способствовала выходу на рынок моделей HDD, предлагающих пользователям терабайтные объёмы и поддержку высоких скоростей обмена данными.

Развитие технологий доступа к сохраненной информации позволило разработать программные и аппаратные продукты, поддерживающие устойчивую и безотказную работу дисков. Это современные файловые системы, поддерживающие работу с дисками объемом свыше 2 Тб. Сюда же относятся и скоростные интерфейсы, появление которых дало возможность абстрагироваться от физики хранения данных. Сюда относятся и сетевые накопители (NAS), сети хранения (SAN), RAID-массивы.

Развитие альтернативных твердотельных накопителей относительно недавно привело к созданию SSD – твердотельных накопителей, отличающихся сверхвысокой скоростью записи и доступа к данным. Появление этого класса устройств в совокупности с новым интерфейсом NVMe в корпоративном сегменте привело к созданию систем «умного хранения» нового типа. Такие решения объединили в себе разные типы накопителей, которые стали использоваться с учётом набора задач, стоящих в определенный момент времени. Совмещение HDD, SSD и магнитных лент позволило достичь оптимального по уровню расходов перераспределения хранения информации.

Аспекты внедрения SSD

Каких бы высоких значений не достигали HDD в плане ёмкости, у этого технологического решения есть недостатки:

- высокая задержка из-за использования механики и последовательных операций чтения и записи;
- движение головки над дорожкой.

В начале 2000-х начала завоёвывать рынок технология NAND или Flash. Однако применяться в корпоративных решениях она стала только с 2013 года. Это вызвано не столько техническими нюансами, сколько тем фактом, что при создании сложных информационных систем промышленного уровня разработчики в первую очередь ориентировались на использование в них HDD.

Flash-память стала частью обширного кластера потенциально допустимых решений для разработки «памяти класса хранилища» (SCM, Storage-ClassMemory).

Сфера применения SCM находится между дисками и памятью. Так как скорость работы и цена технологий, которые потенциально могут быть пригодны для создания SCM, отличаются высокой вариативностью, то среди решений могут быть как более скоростные варианты, близкие по уровню производительности к памяти, так и более медленные решения, которые ближе по характеристикам к дискам.

Параллельно отмечается снижение стоимости флэш-памяти, благодаря чему становятся востребованы массивы All-FlashArrays (AFA), в которых используются только SSD. Пока этот рынок уступает по объёму гибриднему, но зато он увеличивается на порядок быстрее.

Некоторые компании дорабатывают собственные продукты посредством модернизации программного обеспечения и аппаратной части до класса AFA. Сейчас они заняты созданием систем, которые оптимизированы под SSD.

Пример такого подхода — компания HP с их решением ZPAR StoreServ.

Массивы AFA позволяют новым операционным системам с наибольшей степенью эффективности применять возможности Flash физического уровня.

Но короткий период существования стека технологий и ограниченность системных средств, позволяющих эффективно управлять данными в промышленных системах, ограничивают новые решения в конкурентной борьбе с HDD, для которых за десятилетия были созданы практически совершенные программные продукты. По этим причинам серьезные унаследованные приложения пользуются прежними наработками, так как лишённые их SSD, существенно превосходящие HDD по скорости, проигрывают по многим другим пунктам.

HDD продолжают сохранять позиции. Менее года назад Western Digital выпустила на рынок жесткий диск объемом 20 Тб, в котором реализована черепичная магнитная запись, а также использованы герметические зоны, наполненные гелием. Сейчас инженеры компании заняты усовершенствованием технологии микроволновой магнитной записи (MAMR). На её основе в 2022 году планируют производить HDD с ёмкостью 40 Тб. Удельная стоимость хранения у такого диска отличается в несколько раз в меньшую сторону в сравнении с SSD.



Рисунок 19 – Устройство чтения дискового оптического накопителя

Файловые системы

Из-за потребности взаимодействовать с большими массивами данных в последнее десятилетие файловые системы стали развиваться ускоренными темпами. Их делят на 2 типа:

- традиционные (ZFS, LZJB, NILFS);
- распределённые (GPFS, Lustre).

Первые позволяют работать со значительными объёмами информации. Вторые обеспечивают те же самые возможности, но предназначены для использования в кластерных системах.

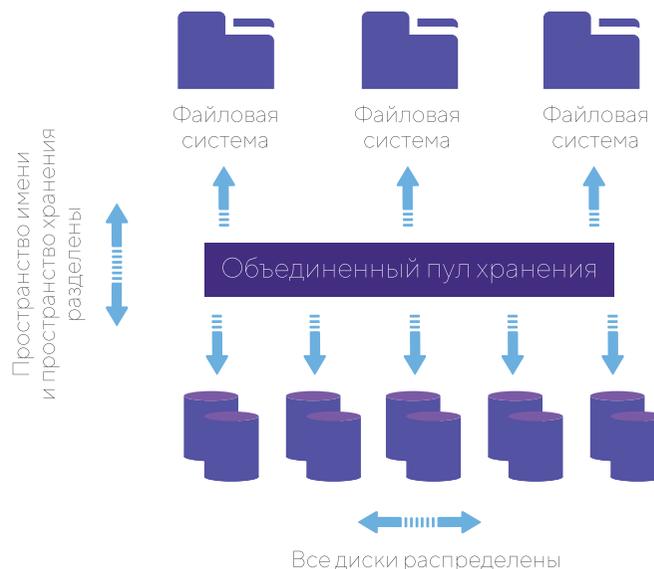


Рисунок 20 – Принципиальная схема работы файловой системы

Файловая система – это способ организации данных на носителях информации. Она определяет, где и каким образом на носителе будут записаны файлы, и предоставляет операционной системе доступ к этим файлам. К современным файловым системам предъявляют дополнительные требования:

- возможность шифрования файлов;
- разграничение доступа для файлов;
- дополнительные атрибуты.

64-разрядная файловая система

Win32 и Win64, работающие с NTFS, поддерживают

64-битовую адресацию в файлах, и поэтому допустимыми являются файлы размером до 264 байт.

32-разрядная файловая система

Характеризуется наличием 232 –байтового предела, допустимый размер файлов ограничивается величиной 4 Гбайт (4x109 байт). Для некоторых приложений, включая крупные базы данных и мультимедийные системы, это ограничение носит серьезный характер, что вынуждает современные ОС обеспечивать поддержку файлов гораздо больших размеров. Файлы, размеры которых превышают 4 Гбайт, иногда называют гигантскими (huge).

Файловые системы [45], [46], [47]:

1. FAT (англ. File allocation table) – таблица размещения файлов

FAT 32-поддерживается только операционными системами Windows 98/95 и Windows 2000.

Структура FAT была разработана Биллом Гейтсом и Марком МакДональдом в 1977 году. Существует четыре версии FAT – FAT12, FAT16, FAT32 и exFAT. Они отличаются количеством бит, отведённых для хранения номера кластера.

FAT является наиболее простой из поддерживаемых Windows NT файловых систем. Основой файловой системы FAT является таблица размещения файлов, которая помещена в самом начале тома. На случай повреждения на диске хранятся две копии этой таблицы.

Диск в файловой системе FAT делится на кластеры, размер которых зависит от размера тома. Одновременно с созданием файла в каталоге создаётся запись и устанавливается номер первого кластера, содержащего данные.



Такая запись в таблице размещения файлов сигнализирует о том, что это последний кластер файла, или указывает на следующий кластер.

Обновление таблицы размещения файлов имеет большое значение и требует много времени. Если таблица размещения файлов не обновляется регулярно, это может привести к потере данных. Длительность операции объясняется необходимостью перемещения читающих головок к логической нулевой дорожке диска при каждом обновлении таблицы FAT.

Каталог FAT не имеет определенной структуры, и файлы записываются в первом обнаруженном свободном месте на диске. Кроме того, файловая система FAT поддерживает только четыре файловых атрибута: «Системный», «Скрытый», «Только чтение» и «Архивный».

2. HPFS (англ. High performance file system) – высокопроизводительная файловая система

Поддерживается только операционной системой Windows NT версий 3.1, 3.5 и 3.51. Windows NT 4.0 не поддерживает разделы с файловой системой HPFS.

Файловая система HPFS используется для обеспечения доступа к дискам большого размера. В файловой системе HPFS поддерживается структура каталогов FAT и добавлена сортировка файлов по именам. Имя файла может содержать до 254 двухбайтовых символов. Файл состоит из «данных» и специальных атрибутов, что создаёт дополнительные возможности для поддержки других типов имен файлов и повышению уровня безопасности. Кроме того, наименьший блок для хранения данных теперь равен размеру физического сектора (512 байт), что позволяет снизить потери дискового пространства.

Записи в каталоге файловой системы HPFS содержат

больше сведений, чем в FAT. Наряду с атрибутами файла здесь хранятся сведения о создании и внесении изменений, а также дата и время доступа. Записи в каталоге файловой системы HPFS указывают не на первый кластер файла, а на FNODE, который содержит данные файла, указатели на данные файла или другие структуры.

HPFS располагает данные файла в смежных секторах для повышения скорости последовательной обработки файла.

HPFS делит диск на блоки по 8 МБ каждый и всегда пытается записать файл в пределах одного блока. Для каждого блока 2 КБ зарезервировано под таблицу распределения, в которой содержится информация о записанных и свободных секторах в пределах блока. Разбиение на блоки приводит к повышению производительности, так как головка диска для определения места для сохранения файла должна возвращаться

не к логическому началу диска (как правило, это нулевой цилиндр), а к таблице распределения ближайшего блока.

Файловая система HPFS содержит два объекта данных:

- суперблок. Располагается в логическом секторе 16 и содержит указатель на FNODE корневого каталога. В этом кроется главная опасность использования HPFS: если сектор суперблока помечен как повреждённый, это приводит к потере всех данных раздела даже на неповрежденных участках диска. Для восстановления данных их необходимо скопировать на другой диск с неповрежденным сектором 16 и воссоздать суперблок;
- запасной блок. Располагается в логическом секторе и содержит таблицу экстренных исправлений, а также блок резервного каталога. В файловой системе HPFS

запись таблицы экстренных исправлений используется при обнаружении дефектного сектора, чтобы логически указать вместо него имеющийся неповрежденный сектор. Эта технология обработки ошибок записи известна как экстренное исправление, когда при обнаружении повреждённого сектора данные переносятся в другой сектор, а исходный помечается как дефектный. Эти действия выполняются открыто для любого приложения, которое выполняет дисковые операции ввода/вывода, то есть на работе приложения проблемы с жестким диском не сказываются.

3. NTFS (англ. New technology file system) – файловая система новой технологии. Является стандартной файловой системой для операционных систем Microsoft Windows NT

Файловая система NTFS организует файлы по каталогам и сортирует их схожим с HPFS образом. Однако в отличие от FAT и HPFS на диске NTFS нет специальных объектов и отсутствует зависимость от особенностей установленного оборудования, также отсутствуют специальные хранилища данных – таблицы FAT и суперблоки HPFS.

Целью файловой системы NTFS является следующее.

- обеспечение надежности, имеющей большое значение для высокопроизводительных систем и файловых серверов;
- предоставление платформы дополнительной функциональности;
- поддержка требований POSIX;
- устранение ограничений, характерных для файловых систем FAT и HPFS.

Из всех поддерживаемых файловых систем NTFS наибо-

лее полно соответствует POSIX.1. В ней реализована поддержка следующих требований POSIX.1:

- назначение имён с учётом регистра;
- согласно POSIX. README.TXT, Readme.txt и readme.txt – это разные файлы;
- дополнительная отметка времени;
- дополнительный штамп времени для сохранения времени последнего доступа к файлу;
- жёсткие связи.

В NTFS до 2⁶⁴ байт (16 экзбайт или 18 446 744 073 709 551 616 байт) увеличен допустимый раздел файлов и томов, а для решения проблемы фиксированного размера сектора применена концепция кластеров, ранее использованная в файловой системе FAT. Это было сделано для улучшения аппаратной независимости операционной системы Windows NT при её использовании с жёсткими дисками, изготовленными по другой технологии.

Из-за дополнительного расхода дискового пространства файловую систему NTFS не рекомендуется использовать с томами размером менее 400 МБ.

4. Linux

В Linux все файлы и каталоги размещаются в древовидной структуре. Самый верхний каталог файловой системы именуется как корневой (root) или просто «/». Аналогом «/» в Windows будет «C:\». Все прочие каталоги в Linux доступны из корневого и организованы в виде иерархической структуры.

Ключевые особенности файловой системы Linux:

- Определение путей

В противоположность Windows, в Linux не используется обратный слэш «\» в качестве разделителя элементов

пути, вместо него используется прямой слэш «/».

- Разделы, Диски/Устройства и Каталоги

Linux не использует буквы для именования дисков, как это делается в Windows. В Linux нельзя сказать обращаетесь ли вы к разделу, диску/устройству, сетевому ресурсу или «обычному» каталогу.

- Монтирование и демонтаж

Другое важное отличие Windows/DOS от Linux это концепция монтирования и демонтажа разделов, дисков или каталогов. Windows определяет разделы и диски на этапе начальной загрузки и назначает им буквы. В Linux, разделы или устройства обычно не видны в дереве каталогов до тех пор, пока они не смонтированы, то есть не объединены с файловой системой в определенном месте дерева каталогов. Обычный пользователь не может получить доступ к данным находящимся на разделе или устройстве до тех пор, пока оно не смонтировано. Во время установки системы, можно определить разделы, которые надо смонтировать автоматически при загрузке системы. Съёмные устройства обычно также определяются и монтируются системой автоматически – графические оболочки, такие как KDE или GNOME будут информировать вас о появлении нового устройства.

- Чувствительность к регистру

Linux различает символы в верхнем и нижнем регистрах в именах файловой системы. Например, файлы, называющиеся test.txt, TeSt.txt или Test.txt будут разными для Linux. Это так же распространяется и на каталоги: нельзя получить доступ к каталогу, называемому Letters обращаясь к нему по имени letters.

- Расширения файлов

Файлы в Linux могут иметь расширения, такие как .txt, но

не нуждаются в них. Отличие файлов от каталогов зависит от команды которую использует пользователь, чтобы вывести список каталогов или файлов. Если используются графические файловые менеджеры в KDE или GNOME, файлы и папки символически отличаются друг от друга различными иконками, выбираемыми на ваш вкус.

- Скрытые файлы

Linux различает «обычные» файлы и скрытые файлы, которые являются конфигурационными и которые нежелательно делать видимыми, или доступными для обычного пользователя. В Linux, скрытые файлы помечаются точкой перед именем (например, .hiddenfile).

- Права доступа файловой системы

В Linux каждый файл принадлежит пользователю и группе пользователей. Только владелец файла или каталога (или root) может предоставить права доступа к нему другим пользователям. Linux различает три типа прав доступа: право на запись, право на чтение и право на исполнение.



RAID (Redundant array of independent disks)

Отказоустойчивый массив из независимых дисков (RAID) представляет собой структуру, состоящую из нескольких дисков, объединённых в группу, для обеспечения отказоустойчивости системы хранения [48].

Кластер из дисков устроен таким образом, чтобы извне он рассматривался как один диск. Кластер из независимых дисков можно объединять по различным схемам или уровням (RAID), обеспечивающим большую или меньшую степень сохранности данных за счёт избыточности.

Распараллеливание решает проблему «бутылочного горлышка» на канале диск-компьютер. Но простое избыточное увеличение числа дисков приведёт к уменьшению надёжности системы.

Данные по дискам распределяются по полосам размером от нескольких килобайтов до нескольких мегабайтов. Вторая процедура для повышения надёжности – зеркалирование. Массивы RAID различаются по сочетанию этих процедур. Есть выбор между скоростью доступа и надёжностью.

Есть два подхода к реализации RAID:

- аппаратный.

Не отнимает ресурсы у процессора, он надёжнее, но дороже.

- программный.

Потребляет ресурсы вычислительной системы, более дешёвый, чем аппаратный.

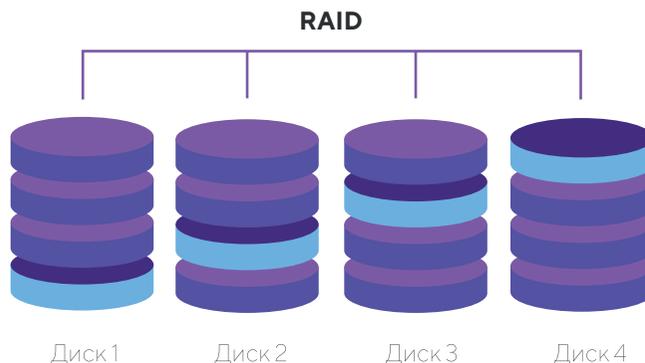


Рисунок 21 – Схема RAID

RAID-0

RAID-0 это «нулевая отказоустойчивость», то есть её отсутствие. Структура RAID-0 представляет собой массив дисков с чередованием. Блоки данных поочередно записываются на все входящие в массив диски, по порядку. Это повышает быстродействие, снижая надёжность, поскольку данные будут потеряны при поломке любого из входящих в массив дисков.

RAID-1

RAID-1 это «зеркало», то есть операции записи производятся на два диска параллельно. Надёжность такого массива выше, чем у одиночного диска, однако быстродействие повышается незначительно, или не повышается вовсе.

RAID-2

RAID-2 представляет собой массив дисков, в котором данные кодируются помехоустойчивым кодом Хэмминга, позволяющим восстанавливать отдельные сбойные фрагменты за счёт его избыточности.

RAID-3 и RAID-4

Уровни RAID-3 и RAID-4 стали развитием идеи защиты данных избыточным кодом Хэмминга, который незаметен в случае «постоянно недостоверного» потока, насыщенного непрерывными слабо предсказуемыми ошибками. В случае жёстких дисков основная проблема заключается не в ошибках считывания, а в выходе из строя диска целиком.

Для таких условий проектируют схему с чередованием (RAID-0) и дополняют записываемую информацию избыточностью, которая позволит восстановить данные при потере её части, выделив под это дополнительный диск. Таким образом, при поломке любого из дисков с данными их можно восстановить путём математических операций над данными избыточности, а при поломке диска с данными избыточности всё равно есть данные, считываемые с дискового массива RAID-0.

Уровни RAID-3 и RAID-4 отличаются тем, что в первом случае чередуются отдельные байты, а во втором – группы байт или блоки.

Недостатком этих двух схем является низкая скорость записи на массив, так как каждая операция записи вызывает обновление блока избыточности для записанной информации.

Производительность массивов RAID-3 и RAID-4 ограничена производительностью того диска, на котором лежит «блок избыточности».

RAID-4 успешно применяется в дисковых системах хранения, где его конструктивные недостатки компенсируются работой файловой системы внутренней ОС систе-

мы хранения и режимом работы процесса записи данных из кэш-памяти. На сегодняшний день это единственная широко применяемая реализация этого типа.

RAID-5

Попытка обойти ограничения RAID-3 и RAID-4 привела к появлению RAID-5, который вместе с RAID-10 получил наибольшее распространение.

При разработке RAID-5 исходили из следующего предположения: так как запись на диск «блока избыточности» ограничивает весь массив, можно распределить «блок избыточности» по дискам массива, сделав для этой информации невыделенный диск, что приведёт к тому, что операции обновления избыточности окажутся распределёнными по всем дискам массива. Другими словами, как и в RAID-3 и RAID-4, для хранения N информации используются диски в количестве $N + 1$ диск, но в отличие от RAID-3 и RAID-4, этот дополнительный диск тоже используется для хранения данных вместе с данными избыточности, как и остальные N .

Скорость записи снижается пропорционально увеличению количества дисков в массиве, в отличие от RAID-0, где она только растёт. Это связано с тем, что при записи блока данных массиву нужно заново рассчитать блок избыточности, для чего прочитать остальные «горизонтальные» блоки и пересчитать в соответствии с их данными блок избыточности. То есть на одну операцию записи массив из 8 дисков – 7 дисков данных + 1 дополнительный – будет делать 6 операций чтения в кэш, вычислять из этих блоков блок избыточности и делать 2 записи – запись блока записываемых данных и перезапись блока избыточности. Поэтому во время перезаписи массива про-

изводительность массива катастрофически падает. Увеличение количества массивов RAID-5 приводит к пропорциональному увеличению скорости чтения, но соответственно ему снижает скорость записи. Но поскольку RAID-5 является наиболее эффективной структурой с точки зрения расхода дисков на «погонный мегабайт», его широко применяют там, где снижение скорости записи не является решающим параметром – например, для долговременного хранения данных.

RAID-6

RAID-6 представляет собой дальнейшее развитие идей RAID-5 с сохранением доступа к данным при отказе уже двух дисков массива.

Это обеспечивается наличием дополнительного диска для данных второго «блока избыточности» и означает, что для хранения данных, равных объёму N дисков, нужно взять $N + 2$ диска. Такой подход усложняет «математику» вычисления блоков избыточности и приводит к большему снижению скорости записи по сравнению с RAID-5, но повышается надёжность, которая в ряде случаев превышает надёжность RAID-10.

RAID-10

Увеличение номеров уровней RAID происходит за счёт их «гибридизации» или комбинирования. Структура массива RAID-10 это попытка объединить достоинства двух типов RAID и лишить их присущих им недостатков: массив RAID-0 с повышенной производительностью, каждому блоку которого предоставляются «зеркальные» диски для защиты данных от потери в результате выхода из строя, отказоустойчивость массива с повышенным быстродей-

ствием обеспечивается чередованием. На сегодняшний день это один из наиболее популярных типов RAID. RAID-10 способен выдержать выход из строя двух дисков в массиве, только если эти диски принадлежат одному «зеркалу», но не двум зеркальным дискам. Недостатком RAID-10 является то, что половина суммарной ёмкости входящих в массив дисков отводится под «блоки избыточности».

Сети и СХД, объектные СХД

Развитие сетевых технологий привело к появлению двух сетевых решений для СХД – сетей хранения Storage Area Network (SAN) для обмена данными на уровне блоков, поддерживаемых клиентскими файловыми системами, и серверов для хранения данных на файловом уровне Network Attached Storage (NAS) [48].

Чтобы отличать традиционные СХД от сетевых был предложен ещё один термин – Direct Attached Storage (DAS).

В современных DAS, SAN и NAS цепочка состоит из трёх звеньев:

- первое звено – создание RAID-массивов;
- второе – обработка метаданных, позволяющих интерпретировать двоичные данные в виде файлов и записей;
- третье – сервисы по предоставлению данных приложению.

Они различаются по тому, где и как реализованы эти звенья. В случае с DAS СХД является «голой», она лишь предоставляет возможность хранения и доступа к данным, а все остальные вычисления выполняются на стороне



сервера, начиная с интерфейсов и драйвера. С появлением SAN обеспечение RAID переносится на сторону СХД, все остальное остается так же, как в случае с DAS. А NAS отличается тем, что в СХД переносятся к тому же и метаданные для обеспечения файлового доступа, здесь клиенту остается лишь поддерживать сервисы данных. Развитием принципов NAS было создание объектных СХД (Object Storage, OBS), где разделены все дисковые операции на две группы, в одну из которых входят операции, выполняемые наиболее часто – такие как чтение и запись. В другую группу входят операции, выполняемые более редко – операции с именами. OBS отличается новым типом интерфейса – объектным. При таком подходе клиентские сервисы данных взаимодействуют с метаданными по объектному API (Object API). OBS позволяет хранить данные, метаданные, поддерживать RAID и объектный интерфейс. Каждый из типов доступа – DAS, SAN, NAS и OBS – соответствует определённому типу данных и приложений.

Многоуровневое хранение данных

Многоуровневое хранение данных (Data multy tiering) является одним из компонентов более широкого и старого понятия «виртуализация памяти» [48]. В современных системах хранения речь идёт об интеграции хранения, замене физических адресов и номеров устройств логическими адресами и логическими номерами устройств и о более эффективных методах управления.

Появление SSD дало новый импульс работам по виртуализации памяти, в результате которого появился

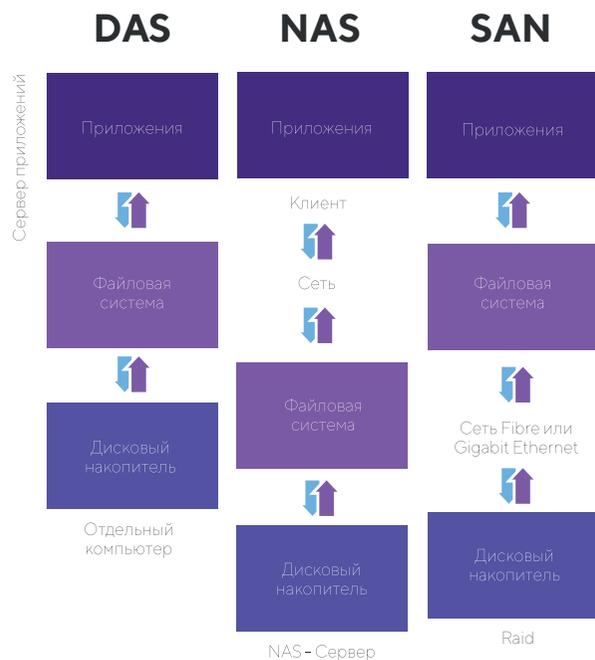


Рисунок 22 – Принципиальная схема взаимодействия сети и СХД

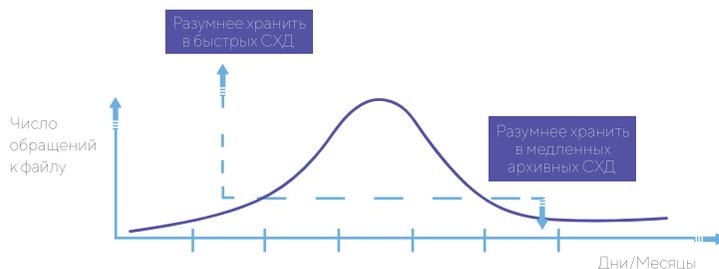


Рисунок 23 – Кривая распределения востребованности памяти по времени

Automated Tiered Storage (AST), на котором автоматически выполняются процедуры DataTiering, то есть перемещения данных по уровням хранения. Необходимость миграции данных вызвана самой природой данных. Кривая распределения числа обращений к данным по времени напоминает гауссову кривую – количество обращений к свежим данным, требующим быстрого доступа, невелико, по мере старения данных оно возрастает, а далее падает и к архивированным данным на медленных устройствах количество обращений существенно меньше пикового.

Это свойство данных требует создания многоуровневых СХД, так как принятая прежде трёхуровневая схема из дисков и лент устарела. Нынешний уровень развития технологий позволяет реализовать 4-х уровневую модель:

- на 0 уровне – SSD, на них хранятся наиболее востребованные данные;
- на 1 уровне – быстрые диски SAS;
- на 2 уровне – медленные диски SAS или SANA;
- на 3 уровне – ленты.

AST является развитием системы управления иерархическим хранением данных (Hierarchical Storage Management, HSM), созданного в 1974 году для дисковой библиотеки IBM 3850, которая совместно с дисками впервые позволила образовать единое пространство данных.

AST отражает ускорение процессов миграции до уровня реального времени, что позволяет использовать SSD.

AST — это процесс постоянного перемещения данных между разными устройствами в соответствии с «температурой» данных: чем данные горячее, тем дороже и соответственно быстрее может быть устройство хранения — например, SSD; а холодные данные можно переместить на ленту. Для этого AST по заданным алгоритмам периодически просматривает данные и осуществляет перемещение, руководствуясь их «температурой».

Функции AST отличаются от функций кэш-памяти на флэш, подключаемой по NVM. Принцип работы кэша проще, чем AST. Так как любой кэш является инструментом, в него на время копируется фрагмент из более медленной памяти. Таким образом, кэш — это простой ускоритель, а AST позволяет оптимизировать использование ресурсов СХД.

Работа с корпоративными данными является одной из важнейших составляющих цифровых изменений в компаниях, которая требует эффективных средств, поддерживающих интерфейс между иерархически организованными многоуровневыми системами хранения, аналитическими и другими технологиями. Такой интерфейс позволяет трансформировать пассивно хранящиеся данные в актив предприятия путём извлечения из них нужной информации для принятия решений [48].

Системы хранения данных

NAND SSD

Накопители, построенные на использовании энергонезависимой памяти. До недавнего времени существенно

уступали традиционным накопителям, жёстким дискам, в скорости записи, но компенсировали это высокой скоростью поиска информации — начального позиционирования.

В настоящее время выпускаются твердотельные накопители Flash со скоростью чтения и записи, в разы превосходящие возможности жёстких дисков. Характеризуются относительно небольшими размерами и низким энергопотреблением.

RAM SSD

Эти накопители построены на использовании энергонезависимой памяти, такой же, какая используется в ОЗУ персонального компьютера, и характеризуются сверхбыстрым чтением, записью и поиском информации. Основ-

ным их недостатком является высокая стоимость — от \$ 80 до \$ 800 за Гигабайт.

Используются для ускорения работы крупных систем управления базами данных и мощных графических станций. Такие накопители оснащаются аккумуляторами для сохранения данных при потере питания, а более дорогие модели — системами резервного и оперативного копирования [49].

Различают два вида твердотельных накопителей:

- SSD на основе памяти;
- SSD на основе флэш-памяти.

Твердотельные накопители приобретают всё большую популярность в отрасли мониторинга и обеспечения безопасности. Функции видеонаблюдения — распознавание

4-х Уровневая СХД

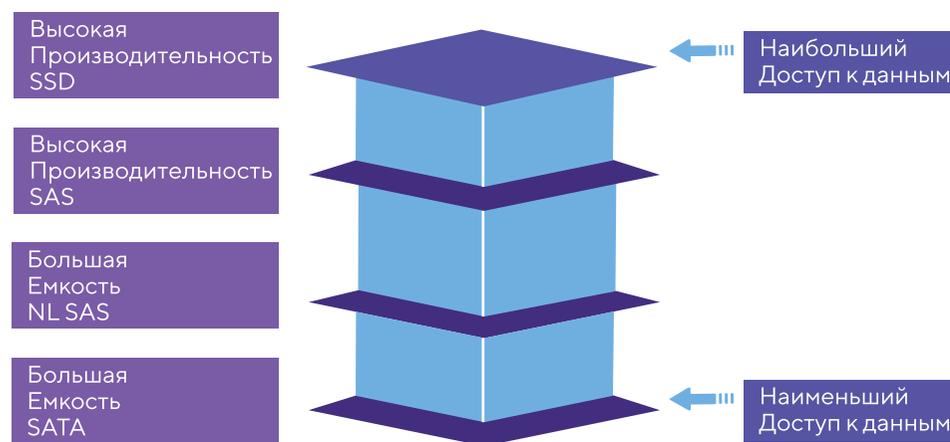


Рисунок 24 — Принципиальная схема четырёхуровневой СХД



лиц, аналитика больших данных, решения для «умного города» и т.д., всё это требует оперативной обработки больших объёмов данных.

Для компенсации высокой стоимости твердотельных накопителей были разработаны гибридные жёсткие диски, которые сочетают в одном устройстве накопитель на жёстких магнитных дисках (HDD) и твердотельный накопитель (SSD) относительно небольшого объёма для увеличения производительности, срока службы устройства и снижения энергопотребления.

SCM (Storage Class Memories)

Высокоскоростные энергонезависимые устройства хранения информации, называемые аббревиатурой SCM (Storage Class Memories) [50].

SCM позволяют увеличить производительность в 1000 раз (100000 IOPS против 100 IOPS), что значительно увеличивает стоимость: SCM стоят приблизительно в 25 раз дороже обычных HDD (\$1,50/ГБ против \$0,06/ГБ), а устройства для корпоративных клиентов стоят от \$3000 до \$5000 каждое. Помимо стоимости рост применения SCM тормозит необходимость выделения для работы с ними одного или нескольких многоядерных процессоров для поддержания производительности.

Уже появляются разновидности SCM. Например, NVDIMM, которая производится в виде DIMM-модулей и является гибридной памятью, которая объединяет оперативную память DRAM и флэш-память NAND.

В обычных условиях модули NVDIMM выполняют функцию обычной DRAM-памяти, а в случае сбоя или выключения системы данные из DRAM перемещаются в энергонезависимую флэш-память, где могут храниться

неограниченно долго. Когда компьютер возобновляет работу, данные копируются обратно. Это ускоряет запуск компьютера и снижает вероятность потери данных.

Direct-attached storage (DAS)

Диски, непосредственно подключённые к вычислительной системе.

Network-attached storage (NAS)

Устройство, подключённое к локальной сети и предоставляющее доступ к своим дискам по одному из протоколов «сетевых файловых систем»:

- **CIFS** (Common Internet File System) для Windows – систем;
- **NFS** (Network File System) для UNIX/Linux-систем.

Достоинства NAS:

- дешевизна и доступность ресурсов не только для отдельных серверов, но и для любых компьютеров организации;
- простота коллективного использования ресурсов;
- работает поверх локальной сети, используя обычное сетевое оборудование;
- работает преимущественно с файлами и информацией, оформленной как файлы;
- позволяет коллективное использование информации на дисках, то есть одновременный доступ с нескольких компьютеров.

Недостатки NAS:

- невозможно использовать «нефайловые» методы;
- доступ к информации через протоколы «сетевых файло-

вых систем» медленнее, чем доступ к локальному диску.

Storage area network (SAN)

С точки зрения пользователя это локальный диск. Протоколы доступа к SAN-диску:

- FibreChannel (FC);
- iSCSI (IP-SAN).

Для использования SAN в компьютере должна быть установлена плата адаптера HBA – Host Bus Adapter. Этот адаптер представляет собой SCSI-карту, на которую направляет команды SCSI и получает обратно блоки данных по протоколу SCSI. Наружу эта карта передаёт блоки данных и команды SCSI в пакеты FC или IP для iSCSI.

Преимущества SAN:

- можно использовать блочные методы доступа, хранение «нефайловой» информации. Используется для баз данных, а также для почтовой базы Exchange;
- «низкоуровневый» доступ к SAN-диску более быстрый, чем через сеть;
- некоторые приложения работают только с «локальными дисками» и не работают на NAS;
- работает в собственной сети, для использования которой нужен специальный Host Bus Adapter (HBA);
- работает на уровне блоков данных. Это могут быть файлы и нефайловые методы хранения.

Недостатки SAN:

- сложно и дорого организовать коллективный доступ к разделу с двух и более компьютеров из-за того, что компьютер воспринимает SAN как локальный диск;
- стоимость подключения к FC-SAN довольно велика, она

составляет \$ 1 000 — \$ 1 500 за плату FC HBA. Подключение к iSCSI (IP-SAN) гораздо дешевле, но требует поддержки iSCSI на дисковом массиве.

iSCSI

Технология iSCSI (или IP-SAN) — это метод организации SAN-сети через сетевую инфраструктуру Ethernet [51].

iSCSI позволяет организовать сеть хранения данных, подключая к серверам или рабочим станциям диски и иные устройства хранения, например, ленточные устройства для бэкапа, имитируя прямое подключение к компьютеру. Технически это осуществляется путём инкапсулирования или «заворачивания» команд и блоков данных обычного SCSI в IP-пакеты. «Обёрнутые» в IP пакеты SCSI («SCSI-over-IP») пересылаются по обычной сети Ethernet или Интернету.

Для построения простейшей SAN необходимо наличие дискового массива с поддержкой интерфейса iSCSI, отдельного сегмента сети передачи данных, свободных Ethernet портов в серверах или специального iSCSI адаптера, а также программный компонент «Initiator» под ОС серверов. Несмотря на то, что трафик iSCSI может идти по обычной LAN, правильно выделить его в отдельную сеть.

Преимущества iSCSI:

- сравнительно небольшая стоимость;
- использование Gigabit Ethernet, обеспечивающего скорость передачи около 1Gbit в секунду (около 100 мегабайт в секунду);
- работает всюду, где пройдет обычный IP;
- программный модуль для использования iSCSI имеется

для большинства операционных систем — MS Windows, Solaris, Linux, AIX и т.д.;

- осуществляет резервное копирование или репликацию через SAN на устройство, расположенное в удалённом дата центре, без использования «бриджа» или «моста», который преобразует SAN-сети в вид, пригодный для передачи данных по IP-сети общего пользования.

Недостатки iSCSI:

- аппаратные реализации в виде iSCSI HBA являются платными;
- в практических задачах применимость и нужность iSCSI HBA не очевидна из-за того, что канал передачи данных между дисками и процессором не так сильно грузит систему по сравнению с обычными прикладными задачами такими, как ERP или CRM-системы.

Применение iSCSI:

- замена DAS (Direct Attached Storages) собственных дисков серверов;
- построение SAN «с нуля» при ограниченном бюджете;
- создание протяжённой и распределённой SAN.

iSCSI не подходит:

- для приложений, сильно загружающих канал передачи данных от дисков клиенту;
- для high-end приложений, таких как крупные базы данных организаций, с предельными требованиями по латентности и быстродействию.

Content-addressable storage (CAS)

Архитектура хранения, в которой образ данных хэширует-

ся, и хэш используется для его нахождения на устройствах или системах хранения. Данные записываются в BLOB-поля специализированной базы данных, а вычисленный хэш используется как индексный ключ базы, по которому осуществляется быстрый поиск содержимого. Построение системы хранения как базы данных позволяет применять к процессам доступа и хранения данных методы работы с базами — версионность хранения, дедупликация.

Такая архитектура обладает большой устойчивостью к дубликатам и может быть выполнена децентрализованно, что повышает её надёжность.

Серьёзным недостатком такого способа организации хранения является невысокое быстродействие, не позволяющее его применять в качестве основного хранилища данных.

Резервное копирование (Backup)

Превентивное создание дополнительных копий пользовательской информации с целью возможности последующего восстановления в случае их утраты или повреждения. Ключевыми параметрами бэкапа являются:

- RPO — Recovery Point Objective

Определяет точку отката — момент времени в прошлом, на который будут восстановлены данные.

- RTO — Recovery Time Objective

Определяет время, необходимое для восстановления бэкапа.

Стратегии организации резервного копирования:

1. Полное

Полное резервирование затрагивает всю систему и файлы.



2. Инкрементальное

При добавочном или инкрементальном резервировании происходит копирование только тех файлов, которые были изменены с тех пор, как в последний раз выполнялось полное или добавочное резервное копирование.

3. Дифференциальное

При дифференциальном резервировании каждый файл, который был изменен с момента последнего полного резервирования, копируется заново.

Синхронная репликация

Это копирование данных на две системы хранения или два дисковых раздела внутри одной системы. Каждый блок данных записывается одновременно, параллельно, на оба устройства. Аналогичным образом осуществляется запись на два «диска» в разных дисковых системах хранения. Идентичность данных обеспечивается двойной записью на оба устройства. В противном случае система не позволит приступить к записи следующего блока данных.

Асинхронная репликация

Асинхронной называют репликацию, которая осуществляется не в тот же момент, когда осуществляется запись оригинального блока данных, а в заданное время.

При асинхронной репликации процесс записи данных и процесс их переноса разделены и не связаны.

Копия данных, создаваемая при асинхронной репликацией, в отличие от синхронной, не является идентичной оригиналу.

Полусинхронная репликация

Сочетает возможности синхронной и асинхронной репликации. Репликация проводится синхронной до тех пор, пока это позволяет быстродействие системы или канала связи. А затем, вместо замедления и остановки операций записи, временно переключается в асинхронный режим, продолжая обрабатывать поступающие данные без задержек, отправляя данные репликации в асинхронном режиме до тех пор, пока не возникнет возможность восстановить синхронный режим.

Дедупликация

Это метод сжатия массива данных, использующий в качестве алгоритма сжатия исключение дублирующих копий, повторяющихся данных. Используется для оптимизации использования дискового пространства систем хранения данных, однако может применяться и при сетевом обмене данных для сокращения объема передаваемой информации.

При дедупликации идентифицируются и запоминаются уникальные элементы информации фиксированного размера (англ. chunks). При выявлении дублирующегося элемента, он заменяется ссылкой на уникальное вхождение, или на него перенаправляется существующая ссылка, а пространство, занимаемое дубликатом, высвобождается. Дедупликация наиболее эффективна, когда хранимые файлы мало отличимы или имеют много сходных элементов, например, в случае резервных копий, где большинство данных остается неизменными с момента прошлой резервной копии.

При передаче данных дедупликация используется для сокращения передаваемой информации для экономии на ширине необходимой пропускной способности канала передачи данных.

Широко применяется в системах виртуализации, где позволяет выделить повторяющиеся элементы данных каждой из виртуальных систем в отдельное пространство.

Иерархическое хранение (HSM)

Перемещение пользовательских данных между дисками и СХД различных классов стоимости и производительности. Наиболее востребованные пользовательские данные хранятся на быстрых (Flash, FC) дисках и на дисковых массивах Hi-End класса, а данные, к которым давно не было обращения переносятся на более дешёвые носители (SAS, SATA), СХД более низкого класса [52].

Multipathing (многоканальная система)

Доступ к системе хранения данных по двум или более путям. Это позволяет значительно повысить отказоустойчивость и также скорость доступа к СХД [51].

Тренды технологий хранения данных

Выделяют следующие тренды в области технологий хранения данных [53].

1. По прогнозам аналитиков, к 2023 году в облаках будет храниться более 100 Зеттабайт информации.
2. Новая компьютерная архитектура на мемристорах.

⁶ Существование мемристора – четвёртого базового компонента электрических схем было предсказано в 1971 году Леоном Чуа (Leon O. Chua), однако лабораторный образец запоминающего элемента был создан только в 2008 году коллективом учёных во главе со Стэнли Уильямсом (Stanley Williams) в исследовательской лаборатории фирмы Hewlett-Packard. Этот пассивный элемент способен запоминать собственное состояние.

Её разрабатывает компания HP в рамках проекта The Machine⁶. В этой архитектуре отсутствуют границы между оперативной памятью и постоянным хранилищем данных. Вся память представляет собой оперативную. Это устраняет проблемы, связанные с передачей информации между устройствами, работающими с разной скоростью.

3. Безтранзисторная трёхмерная архитектура. Это новая разработка компаний Intel и Micron в сфере твердотельных накопителей в рамках проекта 3D XPoint (произносится как «кросспойнт»). Срок эксплуатации и скорость работы таких ЗУ превысит возможности памяти NAND в 1000 раз.

4. Программно-определяемые сети хранения данных (Software-Defined Storage, SDS). Такие сети позволяют автоматизировать гибкость и увеличить ёмкость хранения информации. Это достигается отделением аппаратной части от софтверной, то есть подразумевается виртуализация функций хранения данных. SDS может работать в любой стандартной системе x86.

5. HDD-накопитель ёмкостью до 32 Тбайт. Современные HDD могут хранить до 16 Тбайт данных. В течение следующих пяти лет их ёмкость вырастет вдвое. Нарастание ёмкости будет происходить на основе уже известных технологий:

5.1 Гелиевые накопители.

Гелий снижает аэродинамическое сопротивление и турбулентность, позволяя установить в накопитель больше магнитных пластин.



Рисунок 25 — Принципиальная схема программно-определяемых сетей

5.2 Термомагнитные накопители (HAMR HDD).

Построены на принципе микроволновой записи данных, когда участок диска нагревается лазером и перемагничивается.

5.3 HDD на базе черепичной записи (SMR-накопители)

Размещение дорожек с данными происходит друг над другом, в формате черепичной кладки, обеспечивая высокую плотность записи информации.

6. NVMe-накопители.

Современный протокол NVMe предназначен для систем, обеспечивающих высокую скорость обработки данных.

NVMe SSD с поддержкой PCIe 4.0, которые позволяют добавить ЦОД ещё больше скорости при работе с данными с заявленной производительностью в 4,8 Гбайт/с. Используя NVMe-oF (или NVMe over Fabrics), организации смогут создавать высокопроизводительные сети хранения данных с минимальными задержками, которые составят конкуренцию дата-центрам с прямым подключением DAS. Помимо прочего, использование NVMe-oF позволяет более эффективно обрабатывать операции ввода/вывода.

7. QLC-память.

Флэш-память NAND Quad Level Cell (QLC) была введена в 2019 году, но несмотря на это, её популярность растёт. Однако QLC SSD сильно отстаёт в производительности от TLC SSD и не станет основой для ЦОД в ближайшие пять лет. В планах компании запустить в продажу 144-слойные QLC-решения вместо 96-слойных продуктов.

8. Быстродействие SCM-памяти на уровне DRAM.

В 2020 году предполагается широкое распространение SCM-памяти (Storage Class Memory). Новая «память» сочетает в себе характеристики быстрой, но нестабильной DRAM с более медленным, но постоянным хранилищем NAND. Это позволяет пользователям работать с большими объёмами данных с высокой скоростью (DRAM) и ёмкостью (NAND).

9. Структура ДНК, как основа для будущих хранилищ данных.

Глобальная задача поиска новых способов хранения и обработки информации — обеспечить сохранение информа-

⁷Компания Intel. | ⁸Разработка компании Intel. | ⁹Швейцарская высшая техническая школа Цюриха (ETH Zurich, Швейцария).



ции в течение тысячелетий. Исследователи полагают, что решение необходимо искать в органической системе хранения данных, которая существует в каждой живой клетке – в ДНК.

Нити ДНК очень сложны, компактны и невероятно плотны, как носители информации: по мнению учёных, в грамм ДНК можно записать 455 Эксабайт данных, где 1 Эксабайт эквивалентен миллиарду гигабайт.

Первые эксперименты позволили записать 83 Кбайт информации в ДНК. Органические накопители данных на базе цепей ДНК смогли бы хранить информацию до миллиона лет и безошибочно предоставлять её по первому запросу.

10. Молекулярные накопители.

Молекула ДНК не единственный кандидат для молекулярного хранения данных. В качестве органического хранилища могут выступать и низкомолекулярные метаболиты. При записи информации в набор метаболитов, молекулы начинают взаимодействовать друг с другом и производить новые электрически нейтральные частицы, которые содержат записанные в них данные. Чтение записанной информации возможно с использованием химического анализа. Но работы в этом направлении находятся в стадии исследования.

11. 5D-оптическая память.

Учёными разработан процесс записи данных на маленький кварцевый диск, который основан на фемтосекундной импульсной записи. Система хранения пред-

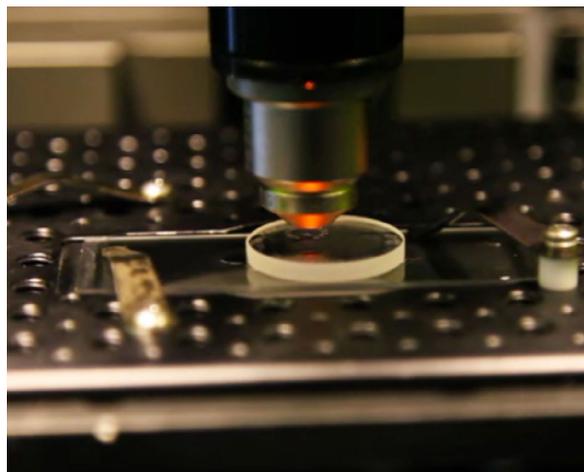


Рисунок 27 – Процесс записи информации на маленький кварцевый диск

назначена для архивирования и холодного хранения больших объёмов данных и описывается разработчиками как пятимерное хранилище, потому что информация кодируется в нескольких слоях, включая обычные три измерения, к которым добавляют размер и ориентацию по наноточкам. Ёмкость данных, которые можно записать на такой мини-накопитель, составляет до 100 Петабайт, а срок хранения – 13,8 млрд. лет при температуре до 190° С, а максимальная температура кварцевого диска составляет 982° С.



Рисунок 28 – Кварцевые диски с записанной информацией

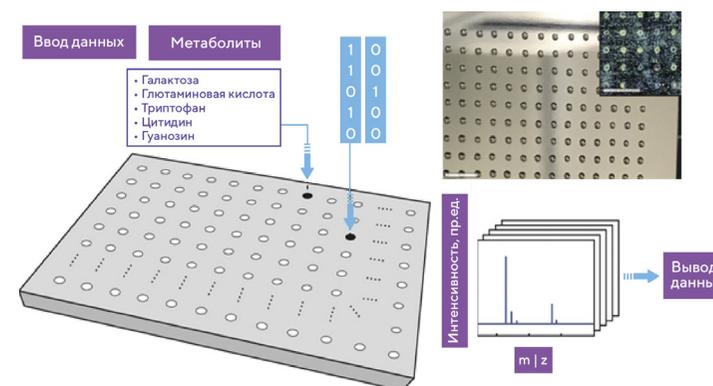


Рисунок 26 – Принципиальная схема записи информации в набор метаболитов

¹⁰ Исследователи Саутгемптонского университета (University of Southampton, Англия).

КООПЕРАЦИОННЫЕ СВЯЗИ

Кооперационные связи при создании центра обработки данных представлены в таблице ниже.

Наименование продукта	Производитель/поставщик	Покупатель (Заказчик)
Центр высокопроизводительных вычислений	Sun Microsystems Инфосистемы Джет	ФГУП НИИР*
Модернизация системы хранения данных и системы резервного копирования	Brocade, Hitachi Data Systems и других вендоров Инфосистемы Джет	ВТБ*
Проектирование и строительство нового ЦОД	Chloride, Emerson, SDMO, Panduit, Huber+Suhner, Schneider и многих других (всего более 30) Инфосистемы Джет	ВТБ*
ИКТ и инженерное оборудование	LENOVO, АО "МЦСТ" (Эльбрус), Extreme Networks (сетевое оборудование), /ООО "Технопром"	АО «РЖД», ГК «РОСАТОМ», АО «НИИТП», ПАО «ИЛ», АО «Глонасс», НИИ «Восход»
Проектирование и строительство ЦОД (проектирование, общестроительные работы, инженерная инфраструктура, мониторинг, безопасность, иммерсионная технология)		
Инженерная инфраструктура ЦОД	APC, RITTAL / Компания РАМЭК	МЧС, силовые структура
Консолидация вычислительных мощностей на Иркутском Авиационном заводе	Sun Microsystems/ Инфосистемы Джет	Корпорация "Иркут"*
Комплексный проект по созданию центра обработки данных	-/ Инфосистемы Джет	ОАО «Мосэнергосбыт»*
Вычислительный комплекс для программы лояльности потребителей МАЛИНА	Sun Microsystems, Hitachi Data Systems, Nortel, Oracle, Symantec / Инфосистемы Джет	Лоялти Партнерс Восток (Малина)*
Построение распределенного вычислительного комплекса для процессингового центра компании «МультиКарта»	Вычислительная платформа — IBM дисковые СХД — Hitachi Data Systems	ООО «МультиКарта» создано в 1994 г. и входит в Группу ВТБ*

Таблица 2



Наименование продукта	Производитель/поставщик	Покупатель (Заказчик)
Центр обработки данных для обеспечения надежной работы торговой сети «Утконос»	Подсистема закладных и кабельных каналов – Niedax и Vergokan	"Утконос"*
	Кабельная подсистема – The Siemon Company	
	Подсистема бесперебойного электроснабжения – Merlin Gerin, Chloride Group PLC	
	Подсистема кондиционирования – EMICON	
	Фальшпол – UNIFLAIR	
Блейд – сервер V-Class	Т – Платформы	Исследовательский центре Forschungszentrum Jülich (FZJ) (Германия)
		МГУ
		ЮУрГУ
Система хранения данных «Купол»	ООО «Национальные технологии»	Ростелеком
Системы хранения данных Булат серия В-DSS	ООО «Булат»	н/д
Система хранения данных «Яхонт-УВМ»	«Норси-Транс» (на основе процессоров «Эльбрус» компании МЦСТ)	«Ростелеком», «Вымпелком», МТС
Система хранения данных	IBM, Dell EMC, NetApp, Lenovo, Fujitsu, HP, Hitachi, Oracle (Sun Microsystems), Huawei, RADIX, Infortrend/ Тринити	IBM, Dell EMC, NetApp, Lenovo, Fujitsu, HP, Hitachi, Oracle (Sun Microsystems), Huawei, RADIX, Infortrend Тринити



Наименование продукта	Производитель/поставщик	Покупатель (Заказчик)
Серверы на базе микропроцессоров Эльбрус	ПАО «ИНЭУМ им. И.С. Брука»	н/д
Системы хранения данных на базе микропроцессоров Эльбрус		
Вычислительные комплексы и рабочие станции на базе микропроцессоров Эльбрус		
Суперкомпьютер петафлопсного уровня производительности на базе микропроцессоров Эльбрус-8С		
Система хранения данных на базе серверов Эльбрус	«Рэйдикс» совместно с компанией «МЦСТ»	Государственные и силовые структуры, научно-исследовательские центры
Система хранения данных МАЯК	ООО «НПП Маяк» сотрудничает с иностранными производителями на основе OEM соглашений	н/д
Сервер Sitonica SR65R	ООО «СИТОНИКА» (системная платы «Рикор R-BD-E5R-V4-16EA» (производства «Ситоника»), операционная система «Ред ОС, семейства Linux» (производства «Ред софт»), процессоры - Intel Xeon	н/д
Система хранения данных – Resilient Cloud Storage (RCS)	ООО «АРСИЭНТЕК»	МВД, ГИБДД, МЧС, ГК «ЛУКОЙЛ», DHL, аэропорт Шереметьево, МТС, Билайн
СХД Aerodisk Engine	«Аэродиск» и «Базальт СПО»	н/д
Микропроцессор Эльбрус-2СМ	ПАО «Микрон»	н/д



Наименование продукта	Производитель/поставщик	Покупатель (Заказчик)
Микропроцессор BE-T1000	АО «БАЙКАЛ ЭЛЕКТРОНИКС»	н/д
Платформа для создания конвергентной ИТ-инфраструктуры «ГЕЛИОС»	АО «НИИ «Масштаб»	н/д
Корпоративная облачная платформа «ЕСР VEIL»		н/д
Сетевые, телекоммуникационные и электротехнические шкафы	АО «Калугаприбор»	н/д
Высокопроизводительный маршрутизирующий коммутатор БУЛАТ серии BS7510	ООО «Булат»	н/д
Межсетевой экран «Кронос» с функциями системы обнаружения вторжений	АО «НИИ «Масштаб»	н/д



ИТ-РЫНОК РОССИИ 2020



Рисунок 29 – Карта ИТ рынка России по состоянию на 2020 год



РЕЕСТР ОПЕРАТОРОВ ЦОД

Ассоциация участников отрасли ЦОД приняла важное решение о формировании и ведении Национальных реестров операторов и сервис-провайдеров ЦОД. Составленные реестры предназначены для учета и хранения сведений о созданных и ликвидированных юридических лицах (филиалах и представительствах), осуществляющих деятельность по предоставлению услуг ЦОД, а также для составления и управления перечнем идентификационных номеров [54].

Основные цели создания реестров:

- актуализация информационных баз данных по операторам и сервис-провайдерам ЦОД (исключение дублирования информации);
- совершенствование механизма управления и использования электронных информационных ресурсов;
- развитие взаимоотношений юридических лиц с органами государственной власти посредством ускорения и упрощения процедур при их обращениях;
- оперативное информирование представителей операторов и сервис-провайдеров ЦОД о различных отраслевых инициативах и в случаях чрезвычайных ситуаций.

Национальный реестр операторов ЦОД

Данные реестры актуализируются и обновляются по факту получения и внесения новых или уточненных данных.

Реестр версии 1.1 актуален на 13.05.2020.





Номер оператора ЦОД	Код региона	Тип оператора		Бренд	Правовая форма и наименование	ИНН	Год основания	Статус	Сайт	Адрес электронной почты	Контактный телефон
		И	СИ								
K001	77	да		ММТС-9	АО «ММТС-9»	7728037545	2002	действует	mmts9.ru	sekretar@mmts9.ru	7-499-743-00-45
K002	77	да		3Data	ООО «ДЦ 3Дата»	9701059753	2016	действует	3data.ru	3data@3data.ru	7-495-800-18-00
K003	77	да		Dateline	ООО «ДатаЛайн»	7722624970	2007	действует	dtln.ru	info@dtln.ru	7-495-784-65-05
K004	77	да		DataPro	ООО «ДАТАПРО»	7704825145	2013	действует	datapro.ru	info@datapro.ru	7-495-995-85-25
K005	77	да		DataHouse	ООО «ФИЛАНКО»	7720673267	2009	действует	datahouse.ru	sales@datahouse.ru	7-495-545-44-00
K006	77	да		e-Style Telecom	ООО «Е-Стайл Ай-Эс-Пи»	7715239590	2002	действует	estt.ru	info@estt.ru	7-495-796-97-97
K007	77	да		Ixcellerate	ООО «ИКСЕЛЕРЕЙТ»	7715904744	2012	действует	ixcellerate.com	info@ixcellerate.ru	7-495-800-09-11
K008	78	да		Миран	ООО «Миран»	7801149990	2002	действует	miran.ru	info@miran.ru	7-812-490-70-90
K009	77	да		StoreData	ООО «НИЦ»	7709876908	2011	действует	storedata.ru	info@storedata.ru	7-495-204-15-15
K010	77	да		DataReady	ООО «Связь-Холдинг»	7704197236	2002	действует	dataready.ru	support@govorit.ru	7-495-755-55-52
K011	77	да		Stack Group	ООО «Стек Телеком»	7743554611	2005	действует	stacktelecom.ru	info@stacktelecom.ru	7-495-980-60-00
K012	78	да		Xelent	ООО «Стек Дата Нетворк»	7713730490	2011	действует	xelent.ru	sales@xelent.ru	7-495-980-60-09
K013	77	да		Трастинфо	ООО «ТрастИнфо»	7726584574	2007	действует	trustinfo.ru	sales@trustinfo.ru	7-495-933-24-47
K014	77	да		SafeData	ООО «Центр Хранения Данных»	7703616170	2006	действует	rtk-dc.ru	info@rtk-dc.ru	7-495-645-68-89
K015	77	да		AtomData	АО «Концерн Росэнергоатом» АО «Консист-ОС»	7721632827	2008	действует	atomdata.ru	support@atomdata.ru	7-499-951-20-33
K016	77	да		АКОД	АО «АКОД»	7726643163	2009	действует	acod.ru	acodinfo@acod.ru	7-495-915-37-25
K017	77	да		Linxdatacenter	ООО «СВЯЗЬ -ВСД»	7713339141	2003	действует	ru.linxdatacenter.com	support@linxdatacenter.com	7-495-369-05-94
K018	77	да		Croc	ЗАО «Крок Инкорпорейтед»	7701004101	2002	действует	croc.ru	croc@croc.ru	7-495-974-22-74
K019	77	да		ТехноГород	ООО «Техногород»	7715316326	2003	действует	teho-gorod.ru	tg@teho-gorod.ru	7-495-782-10-10
K020	16	да		Datafort	ООО "ИБС ДатаФорт"	7713606615	2006	действует	datafort.ru	info@datafort.ru	7-495-663-65-64

Таблица 3 – Национальный реестр операторов ЦОД



Номер оператора ЦОД	Код региона	Тип оператора		Бренд	Правовая форма и наименование	ИНН	Год основания	Статус	Сайт	Адрес электронной почты	Контактный телефон
		И	СИ								
K021	77	да		DataSpace	ООО «Датаспейс Партнерс»	7707706516	2009	действует	dataspace.ru	support@dataspace.ru	7-812-718-80-36
K022	78	да		Selectel	ООО «Селектел»	7842393933	2008	действует	selectel.ru	office@selectel.ru	7-495-737-92-95
K023	77	да		МСК-IX	ООО «Центр взаимодействия компьютерных сетей «МСК-IX»	7733661269	2008	действует	mск-ix.ru	mск-adm@ix.ru	7-495-935-72-00
K024	77	да		BSTelehouse	ООО «БИЗНЕС СИСТЕМА ТЕЛЕХАУС»	7702383780	2015	действует	bstelehouse.ru	info@bstelecom.ru	7-495-640-64-10
K025	77	да	да	Datacheap	ООО «Дельта»	7701811828	2008	действует	datahouse.ru	info@datacheap.ru	7-495-221-03-13
K026	77	да		АКАДО Телеком	ОАО «КОМКОР»	7717020170	2002	действует	akado-telecom.ru	info@akado-telecom.ru	7-495-749-94-48
K027	50	да		WEBDC	АО «Датацентр»	7718697574	2008	действует	webdc.ru	info@webdc.ru	7-499-321-33-77
K028	77	да		АДАНТ	ООО «Адант»	7728704654	2009	действует	adant.ru	info@adant.ru	7-495-645-68-89
K029	77	да		SafeDC	НИИ «СОКБ»	7733554034	2005	действует	niisokb.ru	info@rtk-dc.ru	7-495-988-22-70
K030	77	да		Нагорная	АО «Электронная Москва»	7707314029	2002	действует	e-moskva.ru	e-moskva@e-moskva.ru	7-495-988-30-41
K031	77	да		ITSOFT	ООО «ИТСофт»	7730588444	2008	действует	itsoft.ru	dc@itsoft.ru	7-495-617-52-42
K032	77	да		Останкино	ФГУП «ТТЦ«Останкино»	7717022723	2003	действует	dc.ostankino.ru	support_dc@telecenter.ru	7-495-708-42-43
K033	77	да		ТМК-Телехаус	ООО «ТелеТауэр»	7703757380	2011	действует	ttower.ru	sales@ttower.ru	7-495-926-02-03
K034	50	да		АВАНТАЖ	ООО «Авантаж»	5026015233	2011	действует	avantage-dc.ru	info@avantage-dc.ru	7-800-350-15-00
K035	50	да		GreenBushDC	ООО «ГДЦ ЭНЕРДЖИ ГРУПП»	7733614886	2007	действует	greendc.ru	info@greendc.ru	7-495-766-01-66
K036	50	да		MTS	ПАО «МТС»	7740000076	2002	действует	moskva.mts.ru	info@mts.ru	7-846-231-17-71
K037	77	да		Смартс	АО «Смартс»	6311008571	2002	действует	smarts.ru	smarts@smarts.ru	7-499-755-21-55
K038	77	да		Megafon	ПАО «МегаФон»	7812014560	2002	действует	moscow.megafon.ru	info@megafon.ru	7-495-500-55-50
K039	77	да		Sberbank	ПАО «Сбербанк»	7707083893	2002	действует	sberbank.ru	sbrf@sbrf.ru	7-495-739-70-00
K040	77	да		Yandex	ООО «Яндекс»	7736207543	2002	действует	yandex.ru	pr@yandex-team.ru	7-495-783-07-00



Номер оператора ЦОД	Код региона	Тип оператора		Бренд	Правовая форма и наименование	ИНН	Год основания	Статус	Сайт	Адрес электронной почты	Контактный телефон
		И	СИ								
K041	77	да		Beeline	ПАО «Вымпелком»	7713076301	2002	действует	moskva.beeline.ru	info@beeline.ru	7-495-725-63-57
K042	78	да		Mail.ru	ООО «Мэйл.Ру»	7743001840	2002	действует	corp.mail.ru	sales@corp.mail.ru	7-495-145-75-50
K043	78	да		Domru	АО «ЭР-ТЕЛЕКОМ ХОЛДИНГ»	5902202276	2006	действует	ertelecom.ru	info@domru.ru	7-812-416-74-16
K044	78	да		IMAQLIQ	ООО «Имаклик Сервис»	7811476185	2010	действует	iqdata.center	info@iqdata.center	7-812-740-30-10
K045	78	да		Комплит	ООО «Компания КОМПЛИТ»	7810793872	2002	действует	complete.ru	dc@complete.ru 7	7-495-645-27-60
K046	78	да		Нойдорф	АО «ОЭЗ»	7703591134	2006	действует	russez.ru	sez@russez.ru	7-812-242-00-44
K047	78	да		Радуга 2	ООО «Радуга 2»	7802858653	2014	действует	raduga-2.ru	office@raduga-2.ru	7-812-622-00-00
K048	78	да		ОБИТ	ООО «ОБИТ»	7810204213	2003	действует	obit.ru	info@obit.ru	7-843-567-12-11
K049	16	да		Stack24	ООО «Стек Казань»	1655217782	2011	действует	stack24.ru	sales@stack24.ru	7-383-383-30-00
K050	54	да		ЦентрИнформ	АО «ЦентрИнформ»	7841051711	2017	действует	ci54.ru	info@r54.center-inform.ru 7	7-383-312-00-43
K051	54	да		Адман	ООО «Адман»	7733576655	2006	действует	adman.com	support@adman.com	7-383-383-30-07
K052	54	да		СибТелКо	ООО «СибТелКо»	5405390936	2009	действует	sibtelko.ru	info@sibtelko.ru	7-343-221-39-39
K053	66	да		Дата-центр Екатеринбург	ООО «Дата-центр Екатеринбург»	6685120603	2016	действует	dataekb.ru	info@dataekb.ru	7-343-380-26-26
K054	66	да		ИНСИС	ООО «ИНСИС»	6662103947	2002	действует	profintel.ru	host@profintel.ru	7-843-235-18-98
K055	63	да		ЦОД «Жигулевская долина»	ГКУ СО «РЦУП»	6315856325	2009	действует	dolinatlt.ru	info@cik63.ru	7-846-993-86-00
K056	25	да		ПортТелеком	ООО «ПортТелеком»	2540096163	2003	действует	ptkom.ru	office@ptkom.ru	7-423-230-23-00
K057	76	да		ЯрТТ	ЗАО «ЯрТранзитТелеком»	7606098580	2015	действует	yar-tt.ru	abolhov@gmail.com	7-4852-733-577
K058	91	да		ЦОД РК «Крымтехнологии»	АО «КРЫМТЕХНОЛОГИИ»	9102261167	2019	действует	krtech.ru	office@krtech.ru	7-978-000-04-31
K059	36	да		Датапорт	ООО «Датапорт»	7714858076	2011	действует	dataharbour.ru	kornev@dataharbour.ru	7-495-989-65-69
K060	16	да		ИТ-парк	ГАУ «ИТ-парк»	1655191213	2010	действует	dc.itpark-kazan.ru	info.dc@tatar.ru	7-843-23-518-98
K061	55	да		CoreDataNet	ООО «Основа Дата Нэт»	5507271649	2019	действует	coredatanet.ru	info@coredatanet.ru	7-923-036-22-22



Национальный реестр сервисных операторов ЦОД

Реестр версии 1.1 актуален на 13.05.2020.

Номер оператора ЦОД	Код региона	Бренд	Правовая форма и наименование	ИНН	Год основания	Статус	Сайт	Адрес электронной почты	Контактный телефон
C001	77	CloudLine	ООО «ДатаЛайн»	7722624970	2007	действует	dtln.ru	info@dtin.ru	7-800-50-010-28
C002	77	M1Cloud	ООО «Стек Групп»	7729739360	2013	действует	m1cloud.ru	info@stackgroup.ru	7-495-980-60-01
C003	77	SBCloud	ООО «Сбклауд»	7703768575	2012	действует	sbcloud.ru	presale@sbcloud.ru	7-495-252-25-55
C004	77	Datahouse	ООО «ФИЛАНКО»	7720673267	2009	действует	datahouse.ru	sales@datahouse.ru 7	7-495-545-44-00
C005	77	3Data Cloud	ООО «ДЦ 3Дата»	9701059753	2016	действует	3data.ru	3data@3data.ru	7-495-800-18-00
C006	77	e-Style Telecom	ООО «Е-Стайл Ай-Эс-Пи»	7715239590	2002	действует	estt.ru	info@estt.ru	7-495-796-97-97
C007	77	Xelent	ООО «Стек Дата Нетворк»	7713730490	2011	действует	xelent.ru	sales@xelent.ru	7-812-319-00-04
C008	77	DataReady	ООО «Связь-Холдинг»	7704197236	2002	действует	dataready.ru	support@govorit.ru	7-495-755-55-52
C009	78	Selectel	ООО «Селектел»	7842393933	2008	действует	selectel.ru	office@selectel.ru	7-812-718-80-36
C010	78	Мегафон	ПАО «МегаФон»	7812014560	2002	действует	moscow.megafon.ru	info@megafon.ru	7-499-755-21-55
C011	77	Linxdatacenter	ООО «СВЯЗЬ -ВСД»	7713339141	2003	действует	ru.linxdatacenter.com s	support@linxdatacenter.com	7-495-369-05-94
C012	77	Mail.Ru Cloud	ООО «Мэйл.Ру»	7743001840	2002	действует	mcs.mail.ru	support@mcs.mail.ru 7	7-499-350-97-03
C013	77	DF Cloud	ПАО «Ибс ИТ Услуги»	7713444361	2017	действует	ibs.ru	ibs@ibs.ru	7-495-967-80-80
C014	77	Ростелеком	ПАО «Ростелеком»	7707049388	2002	действует	moscow.rt.ru	rostelecom@rt.ru 7	7-499-999-82-83
C015	77	Cloud4You	ООО «Флекс»	7743122379	2012	действует	cloud4y.ru	support_line31@cloud4y.ru	7-495-268-04-12
C016	78	ИТ-Град	ООО «Ит-Град 1 Клауд»	7841468537	2015	действует	it-grad.ru	zayavka@it-grad.ru	7-800-700-44-68
C017	77	#CloudMTS	ПАО «МТС»	7740000076	2002	действует	cloud.mts.ru	feedback@cloud.mts.ru	7-800-250-10-01
C018	78	1cloud	ООО «Ит-Град 1 Клауд»	7841468537	2012	действует	1cloud.ru	support@1cloud.ru	7-499-705-15-30
C019	77	Крок	ЗАО «Крок Инкорпорейтед»	7701004101	2002	действует	croc.ru	croc@croc.ru 7	7-495-974-22-74
C020	77	Билайн	ПАО «Вымпелком»	7713076301	2002	действует	moskva.beeline.ru	info@beeline.ru	7-495-783-07-00

Таблица 4 – Национальный реестр сервисных операторов ЦОД



Номер оператора ЦОД	Код региона	Бренд	Правовая форма и наименование	ИНН	Год основания	Статус	Сайт	Адрес электронной почты	Контактный телефон
C021	77	CorpSoft24	АО «КОРП Софт»	7743813810	2011	действует	corpsoft24.ru	hello3@corpsoft24.ru	7-495-126-70-22
C022	77	SberCloud	ООО «Облачные технологии»	7736279160	2016	действует	sbercloud.ru	support@sbercloud.ru	7-495-260-10-82
C023	77	Softline	АО «Софтлайн Трейд»	7736227885	2002	действует	softline.ru	info@softline.com	7-495-232-00-23
C024	77	ActiveCloud	ООО «Активхост Ру»	7728734056	2010	действует	activecloud.ru	contact@activecloud.ru	7-800-500-44-64
C025	77	Облакотеха	ООО «Виртуальные Инфраструктуры»	7703765969	2012	действует	oblakoteka.ru	info@oblakoteka.ru	7-495-190-01-63
C026	38	AirNode	АО «Облако»	3812127687	2010	действует	airnode.ru	support@airnode.ru	7-499-350-88-20
C027	77	Техносерв	ООО «Группа Техносерв»	7727286517	2016	действует	technoserv.com	tsas@technoserv.com	7-495-648-08-08
C028	77	onCloud	ООО «Онланта»	7722653629	2008	действует	oncloud.ru	sales@oncloud.ru	7-495-787-36-08
C029	77	LanCloud	ООО «Ланкей ИТ»	9705008196	2014	действует	lancloud.ru	cloud@lancloud.ru	7-499-681-23-88
C030	77	CloudLITE	ООО «Даталайн»	7722624970	2007	действует	cloudlite.ru	sales@cloudlite.ru	7-495-784-61-39
C031	77	Inovetica	ООО «Гарант-Парк-Интернет»	7729389589	2002	действует	inovetica.ru	info@inovetica.ru	7-495-646-73-08
C032	77	O2xygen	ООО «Бизнес Система Телехаус»	7702383780	2015	действует	o2cloud.ru	info@o2dc.ru	7-495-935-72-00
C033	77	Caravan Aero	ООО «ВДЦ Караван»	7726425398	2018	действует	caravan.ru	sales@caravan.ru	7-495-248-19-01
C034	77	Rusonyx	ООО «Русоникс»	7707301630	2002	действует	rusonyx.ru	managers@rusonyx.ru	7-495-248-19-01
C035	77	RuVDS	ООО «МТ Финанс»	7706424050	2015	действует	ruvds.com	info@ruvds.com	7-495-692-97-26
C036	77	Maxiplace	ООО «Максиплэйс»	7725269570	2015	действует	maxiplace.ru	support@maxiplace.ru	7-495-777-69-54
C037	77	Tech.ru	ООО «Тех.Ру»	9717010270	2015	действует	tech.ru	manager@tech.ru	7-499-579-94-94
C038	77	NETRACK	ООО «СТАРТ2»	7709476096	2015	действует	netrack.ru	info@netrack.ru	7-495-240-92-29



ПРОИЗВОДИТЕЛИ

Российские

Отечественные компании активно работают с иностранными компаниями в сфере разработки и реализации модульных ЦОД. Однако, основная доля российского рынка остаётся за западными компаниями [55].



ПРЕЗИДЕНТ НЕВА
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР

«Президент-Нева»
Энергетический центр»

Производственная компания «Президент-Нева» Энергетический центр» является одним из лидеров российского рынка модульных дата-центров.

1. ЦОД выполняются по индивидуальному заказу и оснащаются всеми необходимыми подсистемами.
2. В качестве инженерных компонентов используются решения зарубежных компаний Emerson, Schneider Electric, Eaton, Legrand.
3. Особенность модельного ряда является – модуль с мощностью ИТ-нагрузки в 200 кВт при 16 стойках.
4. Модульные ЦОД могут быть выполнены в корпусе, который позволяет сохранять работоспособность ИТ-оборудования даже при температуре окружающей среды от -55 °С до +50 °С.
5. Монтаж модульного ЦОД занимает два дня.

Компания NVision Group имеет три модификации в форм-факторе контейнеров длиной 20, 30 и 40 футов соответственно.



NVisionGroup

NVision Group

Флагманский ЦОД компании, «Датериум-4», представляет собой полностью автономный модульный ЦОД, оснащенный всей необходимой инженерной инфраструктурой:

- ИБП;
- АКБ;
- фреоновыми кондиционерами;
- системами распределения электропитания;
- автоматического газового пожаротушения;
- мониторинга;
- контроля доступа.

Конструкция всех моделей максимально унифицирована.

Отказ от импортных компонентов с большим сроком поставки положительно сказывается на сроках введения ЦОД в эксплуатацию.

Срок выполнения от заказа до запуска модульного ЦОД составляет не более 16 недель.

Ключевые технические решения КЦОД NVision имеют ряд патентов:

- патент РФ № 78384 «Модульный центр обработки данных»;
- патент РФ № 79366 «Система воздушного охлаждения компьютерного оборудования»;

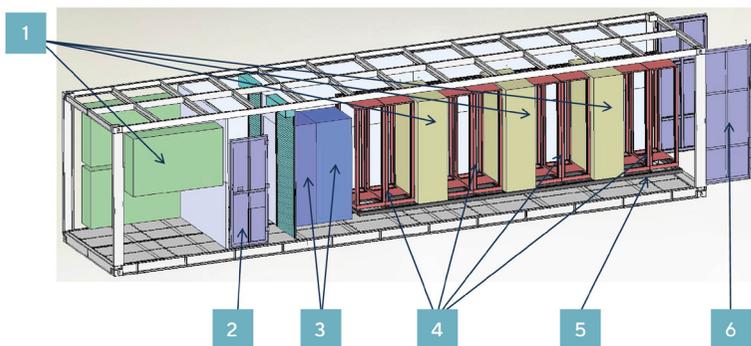
- патент на изобретение РФ № 2474889 «Замкнутая система охлаждения тепловыделяющего оборудования»;
- патент на промышленный образец РФ № 85494 «Мобильный центр обработки данных Датериум-2».



Рисунок 30 – Модульный дата-центр серии «Датериум»



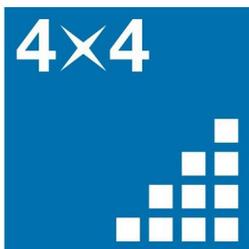
- патент на изобретение РФ № 2474889 «Замкнутая система охлаждения тепловыделяющего оборудования»;
- патент на промышленный образец РФ № 85494 «Мобильный центр обработки данных Датериум-2».



Условные обозначения:

- 1 – Система кондиционирования, 2 – Дверь в тамбур,
3 – ИБП, 4 – Монтажные стойки, 5 – Подвижная рама, 6 – Ворота

Рисунок 31 – Устройство модульного дата-центра серии «Датериум»



Компания «4x4»

Системный интегратор компания «4x4» производит модульные дата-центры. В портфеле компании около 10 реализованных проектов. В настоящее время компания производит 4 базовых модели модульных дата-центров, которые могут быть доработаны в соответствии с индивидуальными требованиями заказчика. Вариант в исполнении 6,1м рассчитан на уста-

новку внутри контейнера 4 ИТ-стойки, 2 рядных фреоновых кондиционеров, ИБП мощностью 30 кВА, а также электрораспределительного оборудования. Полезная нагрузка в этом случае составляет 20 кВт. Вариант в исполнении 9,14м вмещает 8 стоек, рассчитанных на 6 кВт каждая. И варианты контейнеров 12,19м на 70 кВт и 91 кВт. Охлаждение обеспечивается с помощью рядных или канальных кондиционеров – фреоновых или жидкостных (подключенных к чиллерам). В случае необходимости может быть разработана индивидуальная схема охлаждения, позволяющая отвести до 20 кВт тепла от каждой стойки с ИТ-оборудованием. Все упомянутые модели содержат: системы газового пожаротушения (с использованием Novec 1230), мониторинга, СКУД и видеонаблюдения. Все ключевые подсистемы, такие как ИБП или кондиционеры, распределение электропитания, зарезервированы по схеме N+1. По желанию заказчика возможны варианты типа 2N, 2N+1. Все контейнеры дополнительно оснащаются тамбуром входной группы. В качестве компонент для обеспечения работы модульного дата-центра используются решения ведущих мировых разработчиков: Emerson (Liebert, Knürr), Schneider Electric (APC), Powerware и другие.

Нормальная работа комплекса возможна при температуре наружного воздуха от -35оС (-55оС в случае установки дополнительного специального комплекта) до +45 оС. Стандартная огнестойкость контейнера соответствует классу F30 (до 30 минут воздействия открытого пламени). Опционально возможно исполнение для 60- или 90-минутной защиты (классы F60 или F90). В представленных решениях компании «4x4» имеется модульный дата-центр мощностью ИТ-нагрузки до 260 кВт, который состоит из четырех 12,19м контейнеров и дополнительного тамбура.



Рисунок 32 – Устройство модульного дата-центра компании «4x4»

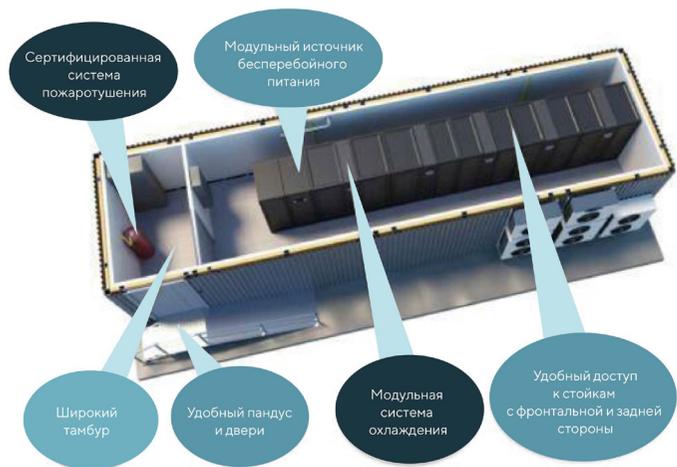


Рисунок 33 – Устройство модульного дата-центра компании «4x4»



Компания «Гранд Моторс»

ГрандМоторс

Компания «Гранд Моторс» проектирует решения индивидуальной компоновки в контейнерах различного размера и конфигурации элементов инженерной инфраструктуры: каналные либо рядные кондиционеры (воздушные или фреоновые), модульные либо моноблочные ИБП, различные варианты электрораспределительного оборудования и т. д.



Рисунок 34 – Пример дата-центра компании «Гранд Моторс»



«Уральский Центр Систем Безопасности»

«Уральский Центр Систем Безопасности» (УЦСБ) – производитель модульных дата-центров под торговой маркой DatArk. Продукция компании не имеет типовых решений – все контейнеры прорабатываются в соответствии с индивидуальными требованиями заказчика.

При этом производитель не привязывается к конкретному типу ИБП (модульные, моноблочные) или кондиционеров (рядные, каналные), равно как и к вендору. В каждом случае набор оборудования и его состав сугубо индивидуальны. Возможна также установка ДГУ – в том же контейнере или в виде отдельного блока. В случае необходимости компания может также доставить дополнительный модуль с электротехническим оборудованием. DatArk это

не столько конкретное изделие или модель, сколько общая концепция УЦСБ по развитию направления модульных ЦОД.



Рисунок 35 – Визуализация ЦОД УЦСБ DatArk. На крыше размещены конденсаторные блоки кондиционеров



Компания «НАГ»

Компания «НАГ» – производитель контейнерной системы Data Vох20, выполненной на базе 6,1м ISO-контейнера. Модульный дата-центр может содержать до пяти стоек, установленных на рельсы, что позволяет легко перемещать их в поперечном направлении и обеспечивать доступ к оборудованию как с передней, так и с задней стороны. Охлаждение ИТ-систем обеспечивается с помощью трех фреоновых кондиционеров канального типа производства General Climate. Холодопроизводительность каждого – 16,6 кВт, резервирование осуществляется по схеме N+1.

Кондиционеры рассчитаны на режим работы в условиях низких температур окружающей среды (до -30 оС). Бесперебойное электропитание в контейнере обеспечивает модульный ИБП SNR-UPS-ONRM-20-HPMSAX33 с возможностью поэтапного увеличения мощности. Он состоит из трех модулей мощностью по 20 кВА каждый, что позволяет обеспечить уровень резервирования N+1. В ИБП входит 32 АКБ, которые способны поддерживать работу ИТ-оборудования в течение получаса. Также имеется автоматическая установка пожарной сигнализации на основе оборудования ЗАО «НВП «Болид» и система тушения пожара с использованием Хладона 23 в качестве огнетушащего вещества (ГОТВ). Также имеется и охранная сигнализация.

Компания «Акцент»

Компания «Акцент» — поставщик модульных дата-центров. Компания предлагает 6,1 м, либо 12,19м модели. В первой модели помещается пять шкафов при общей мощности ИТ-нагрузки до 25 кВт. Если требуется большая плотность размещения, то для этого предлагается 12,19 м модель, которая, позволяет обеспечить отвод тепла до 30 кВт на стойку. Для обеспечения электропитания в дата-центре используется ДГУ.

Контейнер утеплен, имеет тамбур, систему газового пожаротушения, контроля доступа и охранного видеонаблюдения. Благодаря специальному наполнителю, расположенному внутри стен, такой контейнер способен противостоять внешнему источнику открытого пламени в

течение как минимум 1 часа без ущерба для размещенного внутри ИТ-оборудования. Максимальный срок внедрения системы составляет не более четырех месяцев.



Компания «Интермаст»

Компания «Интермаст» производитель модульных дата-центров. Система размещается в 6,1м контейнере, содержит пять стоек, ИБП и три фреоновых кондиционера APC (Schneider Electric). Имеется АГПТ, которая используется в качестве огнетушащего вещества Novec 1230, и другие подсистемы для обеспечения физической безопасности, в т. ч. средства удаленного мониторинга.



Компания «Утилекс»

Компания «Утилекс», производитель и поставщик дата-центров. Компания поставяет модульные системы и микро-ЦОД — компактные комплексные решения, обеспечивающие функционирование от одной до десяти стоек. Также имеется собственное контейнерное решение на базе 12,19 м ISO контейнера под названием DataStone+mobile, а также сборная конструкция DataStone+outdoor, которую также можно отнести к ряду модульных дата-центров.

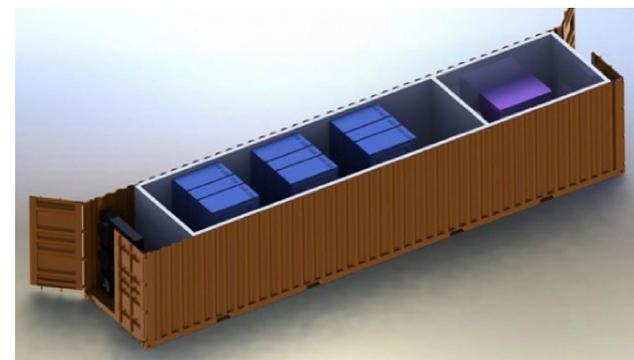


Рисунок 36 — Схема контейнерного дата-центра DataStone+mobile

Модель DataStone+mobile внутри разделена на три отсека, отделенных друг от друга противопожарными перегородками. В первом размещается до шести стоек для ИТ-оборудования, во втором — электрические компоненты, в третьем находится конденсаторный блок воздушного кондиционера. Максимальная мощность ИТ-нагрузки составляет 39 кВт. При этом для охлаждения используются рядные прецизионные кондиционеры Clever Breeze мощностью до 45 кВт, разработанные и поставляемые самой компанией «Утилекс». В контейнере установлена система бесперебойного электропитания мощностью до 72 кВт, имеется решение для управления доступом с интеграцией RS485 (Modbus RTU). Удаленный мониторинг инженерных подсистем осуществляется через TCP/IP, SNMP или тот же Modbus RT. Контейнер поставляется со встроенными АВР и ГРЩ, системами освещения, обогрева, СКУД, АУГПТ на базе Novec 1230. Установлены также



лотки для прокладки СКС и система видеонаблюдения. Монтаж такой конструкции на площадке заказчика занимает не более двух дней.

Система DataStone+outdoor относится к модульным решениям, так как представляет собой сборный контейнер полезной площадью от 6,2 до 12,4 кв. м для размещения до четырех ИТ-стоек. Также здесь устанавливаются рядные прецизионные кондиционеры. При этом от стойки в случае необходимости можно отвести до 30 кВт тепла, но в этом случае понадобится подключение внешнего чиллера [56], [57].



Российский мультиотраслевой инвестиционно-промышленный холдинг, который проектирует и внедряет собственные высокие инновационные технологии в телекоммуникационной сфере. GS Group производит твердотельные накопители силами компаний НПО «Цифровые телевизионные системы» (НПО «ЦТС») и GS Nanotech, входящих в состав холдинга. Одно из ключевых направлений деятельности – это производство комплектующих для компьютерной техники. НПО «ЦТС» производит компьютерные материнские платы, твердотельные накопители, электронные счётчики и др. GS Nanotech разрабатывает и производит собственные твердотельные накопители и микропроцессоры коммерческого назначения, выполненные по технологии SiP («система-в-корпусе»).

Иностранные

Отечественные компании активно работают с иностранными компаниями в сфере разработки и реализации модульных ЦОД. Однако, основная доля российского рынка остаётся за западными компаниями [55].

Hewlett Packard Enterprise

Hewlett Packard Enterprise (HPE) производит:

- серверы;
- суперкомпьютеры;
- системы хранения данных;
- сети хранения данных;
- сетевое оборудование;
- конвергентные системы;
- построение облачных инфраструктур и решений в сегменте интернета вещей.

HPE SimpliVity

HPE SimpliVity – гиперконвергентная инфраструктура объединяет серверы и систему хранения данных со службами обработки данных в одном корпусе или гиперконвергентном узле. В 2017 г. Hewlett Packard Enterprise приобрела компанию SimpliVity и теперь предлагает гиперконвергентную инфраструктуру HPE SimpliVity – комплексные программно определяемые решения, которые разрабатываются, создаются и поддерживаются компанией HPE.



Рисунок 37 – Схема контейнерного дата-центра DataStone+mobile

Продукты компании:

- HPE SimpliVity 380
Наиболее полное гиперконвергентное решение на базе серверной платформы HPE ProLiant DL380. Это единственная гиперконвергентная система, которая обладает эффективностью хранения данных 52:1 и выполняет резервное копирование виртуальной машины размером 1 Тбайт менее чем за 60 секунд.
- HPE SimpliVity 2600
Отказоустойчивое программное обеспечение в высокоэффективном стоечном сервере. Эта программно опре-

деляемая модель идеально подходит для общей виртуализации, удаленных офисов и сред VDI.



Рисунок 38 – Сервер компании HPE SimpliVity

NUTANIX™ Компания «Nutanix»

Nutanix – это американская компания, созданная в 2009 г. бывшими сотрудниками Google, Facebook и Amazon. Главный продукт компании – аппаратно-программный комплекс Virtual Computing Platform, первый образец которого был продан в 2011 году. В основу разработки легли идеи Google, Facebook и Amazon, адаптированные для применения на любом предприятии независимо от его величины.

Продукты компании:

- Nutanix Acropolis

Объединяет вычисления, хранилища, сети, виртуализацию и средства защиты данных и обеспечения безопасности в гиперконвергентное решение, которое образует корпоративное облако.

- Nutanix AHV

Бесплатное решение для виртуализации без лицензии, которое входит в состав Acropolis и обеспечивает виртуализацию предприятия, готовую для многооблачного мира.

- Nutanix Prism
- Простое, централизованное управление с использованием передовой аналитики данных.



Рисунок 39 – Сервер компании Nutanix

CISCO Компания «Cisco»

Cisco – мировой лидер в области сетевых технологий.

Продукты компании:

- ориентированная на приложения архитектура CISCO – ACI;
- аналитика и контроль сети центра обработки данных;
- диспетчер сети ЦОД;
- гиперконвергентная инфраструктура – Cisco HyperFlex;
- управление SaaS-инфраструктурой – Cisco Intersight;
- сети хранения данных Cisco MDS 9000;
- коммутаторы для центров обработки данных – Cisco Nexus серии 9000;
- серверы – Cisco Unified Computing;
- программное обеспечение для оптимизации рабочей нагрузки – Cisco Workload Optimization Manager.



Рисунок 40 – Сервер компании Cisco

DELL EMC Компания «Dell EMC»

Компания Dell EMC, входящая в группу компаний Dell Technologies, помогает организациям модернизировать, автоматизировать и трансформировать центры обработки данных, поставляя ведущие в отрасли конвергентные инфраструктурные решения, серверы, системы хранения и технологии защиты данных.



Рисунок 41 – Сервер компании Dell EMC

HITACHI
Inspire the Next Компания
«Hitachi Data Systems»

Hitachi Data Systems

Hitachi Data Systems (HDS) – мировой лидер в области решений для хранения данных. Hitachi Data Systems предлагает решения, позволяющие сократить затраты на инфра-



структуру ИТ и сделать её более гибкой для повышения эффективности бизнеса.

Продукты компании:

- системы хранения данных;
- конвергентная и гиперконвергентная инфраструктура;
- управление ИТ-операциями;
- защита данных;
- интернет вещей;
- управление данными и аналитика;
- анализ видеозаписей.



Рисунок 42 – Сервер компании Hitachi Data Systems



Компания Huawei

Компания Huawei работает на рынке ЦОД с 2002 года, предоставляя полный спектр услуг – от проектирования

ЦОД до поставки инженерного, сетевого и ИТ-оборудования, готовых модульных дата-центров, а также создания распределенных облачных ЦОД.

Продукты компании:

- источники бесперебойного питания;
- модульные центры обработки данных;
- предварительно собранные центры обработки данных;



Рисунок 43 – Сервер компании Huawei



Компания «Oracle»

Oracle – американская корпорация, разработчик программного обеспечения для организаций, поставщик серверного оборудования. Компания специализируется на выпуске систем управления базами данных, связующего программного обеспечения и бизнес-приложений.

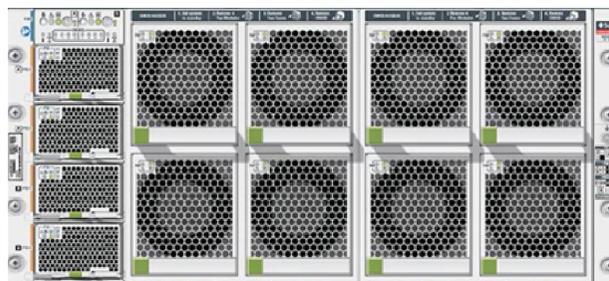


Рисунок 44 – Сервер компании Oracle



Компания «Fujitsu»

Компания Fujitsu – японская компания-лидер рынка информационных и коммуникационных технологий (ICT), предлагающая полный спектр технологических продуктов, решений и услуг. Стратегическим направлением деятельности Fujitsu Technology Solutions является разработка динамических инфраструктур, компания предлагает широкий спектр ИТ-продуктов, решений и сервисов – от рабочих мест до решений для ЦОД и услуг по управлению ИТ-инфраструктурами, а также инфраструктуру как услугу.

Продукты компании:

- серверы;
- системы хранения данных;
- интегрированные системы;
- персональные системы;
- периферия.



Рисунок 45 – Сервер компании Fujitsu

NetApp® Компания «NetApp»

NetApp – американская компания, мировой лидер на рынке дисковых систем хранения данных и решений для хранения и управления информацией. NetApp создает аппаратные решения и программное обеспечение для хранения, обслуживания, защиты и архивирования данных. Одно из ключевых направлений стратегии NetApp – «облачные» технологии: разработка архитектуры решений ведется с таким расчетом, чтобы они максимально подходили для использования поставщиками cloud-услуг, а также позволяли клиентам создавать инфраструктуры, легко интегрируемые с публичными «облаками» провайдеров. Арендаторы облачных мощностей могут оптимизировать производительность сетей и хранилищ, снизить расходы на их содержание, упростить администрирование.



Рисунок 46 – Сервер компании Nutanix

inspur Корпорация «Inspur»

Корпорация Inspur является сервис-провайдером в области передового облачного программирования и обработки больших данных, имеет четыре публичные компании: Inspur Electronic Information Industry Co.,Ltd, Shandong Inspur software Co., Ltd., Inspur International Limited и Shandong Inspur Huaguang Optoelectronics Co., Ltd. Деятельность корпорации затрагивает четыре промышленные группы, в том числе центр хранения и обработки облачных данных, обслуживание больших данных облачного сервиса, умный город и умное предприятие.

Продукты компании:

- серверы;
- системы хранения данных;
- программное обеспечение системы искусственного интеллекта;
- разработка HPC (High Performance Computing).



Рисунок 47 – Сервер компании Inspur

violin SYSTEMS Компания «Violin Systems» *Extreme Performance Storage*

Компания Violin Systems, ведущий производитель флэш-СХД промышленного класса. Разработанные для предоставления непрерывной высочайшей производительности и высокой надежности флэш-системы Violin Systems масштабируются до нескольких петабайт и миллионов IOPS, сохраняя при этом стабильно низкий беспиковый уровень задержек до 150 микросекунд.

Продукты компании:

- сертификаты на сервисную поддержку;
- системы хранения данных.



Рисунок 48 – Сервер компании Violin Systems



ИНВЕСТИЦИОННАЯ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТЬ ПРОЕКТОВ СОЗДАНИЯ ЦОД

Основная сложность проектов по возведению ЦОД

это поиск площадки, которая должна отвечать определённым требованиям, среди которых [42]:

- наличие свободного подъезда техники;
- возможность провести все необходимые инженерные коммуникации;
- здание для дата-центра должно иметь соответствующую строительную подготовку или возможность её улучшения;
- отсутствие критически важных подземных коммуникаций;
- климатическим условиям;
- отсутствие рядом с дата-центром крупных производств;
- сервисная поддержка

Совокупные затраты на создание ЦОД

Структура затрат на создание ЦОД:

1. Строительство здания

Центры обработки данных, начиная с уровня Tier 3, размещаются в отдельно стоящем здании, которое отвечает всем техническим требованиям, предъявляемым на данном уровне.

2. Электрический ввод

Центры обработки данных потребляют большой объём энергии, поэтому необходимо их прямое подключение к электростанции. ЦОД уровней Tier 1 и 2 имеют один канал подключения, то ЦОД уровня Tier 3 имеют одно активное подключение и одно резервное, а ЦОД уровня Tier 4 – имеет два активных подключения.

3. Оптический кабель

Из-за ежегодного роста пропускной способности серверов требования к оптическим кабелям растут вместе с их стоимостью.

4. Инженерные системы центров обработки данных

К данной статье капитальных затрат относят затраты на приобретение источников бесперебойного питания, резервных источников питания, фальшпола, создание системы охлаждения, проведение электрических сетей и закупка оборудования.

Составляющие стоимости строительства ЦОД в процентном соотношении:

- строительство здания ~ 10-15%;
- подключение электроэнергии ~ 20-25%;
- оптический кабель ~ 0-5%;
- инженерные системы ~ 60-70%.

Капитальные затраты определяются площадью центра обработки данных, количеством стоек и уровнем надёжности Tier.

Показатели стоимости создания инженерной инфраструктуры для типового проекта ЦОД приведены в таблице 5 и позволяют оценить зависимость этих показателей от уровня надёжности ЦОД.

Стоимость построения центра обработки данных оценивается следующим образом, имея в виду создание инженерной инфраструктуры дата-центра.





Стоимость строительства центра обработки данных, руб.		
TIER II	TIER III	TIER IV
Площадь 1000м ²	Площадь 1000м ²	Площадь 1000м ²
Энергетика 3 МВт	Энергетика 3 МВт	Энергетика 3 МВт
Количество во стоек 400	Количество стоек 400	Количество стоек 400
Резерв по оборудованию N+1	Резерв по оборудованию N+1	Резерв по оборудованию 2(N+1)
Резерв по трассам N	Резерв по трассам N	Резерв по трассам 2(N+1)
Итого		
751 532 160,00	990 368 640,00	1 830 487 680,00
Стоимость 1м ² центра обработки данных, руб.		
751 532,16,00	990 368,64	1 830 487,68,00
Стоимость в расчете на одну стойку, руб.		
1 878 794,88	2 475 886,08	4 576 183,68

Таблица 5 – Стоимость строительства дата-центра в зависимости от сертификата надёжности

Общие инвестиции в проект ЦОД уровня Tier III, включая вспомогательные помещения, составят около 2 131 200,00 руб. на 1 кв.м. машинного зала или 6 038 400,00 руб. на одну стойку [58].

Регрессионная модель капитальных затрат

В таблице 6 представлена географическая сегментация стоимости строительства ЦОД.

Наименование показателей	Расположение центра обработки данных		
	Москва	Регионы	Россия
Средняя стоимость строительства 1 кв. м. (совокупный CAPEX выборки / совокупное S), руб.	1 398 493,00	1 626 105,00	1 583 552,00
Средняя стоимость строительства 1 стойки (совокупный CAPEX выборки / совокупное N), руб.	4 410 163,00	6 066 816,00	5 712 113,00
Удельная стоимость строительства 1 кв. м. (регрессия)	1 606 356,00	1 888 669,00	1 572 541,00
Удельная стоимость строительства 1 стойки (регрессия), руб.	5 229 680,00	6 815 222,00	5 594 471,00
Доверительный интервал – стоимость строительства 1 кв. м. (регрессия), руб.	1 235 243,00 – 1 977 469,00	1 715 829,00 – 2 061 509,00	1 406 378,00 – 1 738 704,00
Доверительный интервал – стоимость строительства 1 стойки (регрессия), руб.	4 205 639,00 – 6 253 722,00	6 632 720,00 – 6 997 582,00	5 114 453,00 – 6 074 488,00
Средняя площадь ЦОД, м ²	1 583	1 041	1 258
Среднее количество стоек ЦОД, шт.	509	242	349
Отклонение стоимости строительства 1 кв. м	13%	14%	-1%
Отклонение стоимости строительства 1 стойки	16%	11%	-2%

Таблица 6 – Географическая сегментация стоимости строительства дата-центра

CAPEX – Капитальные затраты организации на возведение дата-центра, руб.

S – Планируемая площадь дата-центра, кв. м.

N – Планируемое количество стоек в дата-центре, шт.



Стоимость строительства ЦОД в расчёте на 1 кв. м. или на 1 стойку в Москве ниже, чем в регионах, на 20%. Такая разница в стоимости объясняется размерами среднестатистического московского ЦОД; он на 80% превосходит размеры региональных ЦОД, а при увеличении масштаба проекта стоимость снижается для каждой новой стойки или квадратного метра.

Вышеприведённые данные могут использоваться при оценке затрат на первоначальном этапе строительства и при оценке затрат на дальнейшее развитие ЦОД [59].

Влияние уровня Tier на стоимость 1 кв. м. учитывают путём умножения полученной величины CAPEX на корректирующий коэффициент K_t , значения которого получены на основе таблицы 1:

- $K_t = 0,8$ для уровня Tier 2;
- $K_t = 1$ для уровня Tier 3;
- $K_t = 1,8$ для уровня Tier 4.

Инвестиционные характеристики рынка ЦОД:

- долгосрочные инвестиции — срок окупаемости проектов 12 лет;
- низкая маржинальность из-за высоких ставок по кредитам;
- длинный срок окупаемости — минимальный профицит вводимых мощностей
- умеренный спрос на инфраструктуру ЦОД, связанный с отставанием перехода российских компаний к облачной архитектуре.

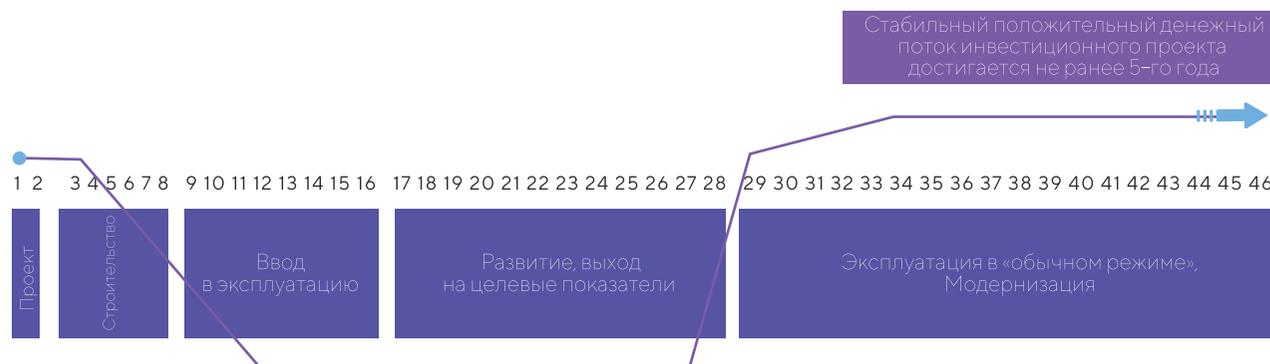


Рисунок 49 — Кумулятивный денежный поток проекта строительства ЦОД

Кейсы

ЦОД для «Транснефти»

18 августа 2017 г. по результатам подведения итогов закрытого запроса предложений на выполнение работ по поставке оборудования и подготовке информационно-вычислительной инфраструктуры ЦОД, создаваемой в рамках проекта миграции систем и сервисов дочерних компаний, «Транснефти» подписала контракт с «Компьюлинком» на 1,83 млрд руб. [61].

В рамках контракта предусматривается поставка следующее оборудование:

- серверы;
- коммутаторы;
- системы хранения данных;
- оборудование для подсистемы мониторинга и управления;

- оборудование для сетевой печати;
- оборудование для межсетевого экранирования и пр.;
- лицензии на ПО: VMware, Positive Technologies, Veeam, Kaspersky, Check Point, YSoft и других вендоров, а также сертификаты техподдержки.

Помимо поставки ИТ-решений исполнитель контракта должен:

- провести адаптацию инженерной и кабельной инфраструктуры центра обработки данных;
- смонтировать оборудование;
- разработать проектную документацию на создание узла доступа в интернет центра обработки данных.

Резюме проекта:

- стоимость проекта — 1,83 млрд. руб.;
- срок проекта — 160 рабочих дней;
- гарантия на выполненные работы — не менее 12 месяцев.

ЦОД DEAC (Рига)

25 апреля 2019 года компания DEAC (Рига, Латвия) сообщила о завершении первого этапа строительства дата-центра обработки данных в Риге мощностью 4 МВт для ключевых корпоративных клиентов [62].

Дата центр 3



Дата центр 2



Дата центр 1



Рисунок 50 – Проектные характеристики дата-центра компании DEAC (Рига, Латвия)

Дата-центра будет оборудован 400-ми серверными стойками для нужд клиентов с уровнем доступности сервиса не менее 99,98%.

Введение данного ЦОД позволит повысить общее количество стоек компании DEAC в Риге с 330 шт. до 730 шт. Дата-центр будет соответствовать уровню надёжности Tier III. В отличие от существующих двух дата-центров DEAC в Риге, чья ИТ-инфраструктура поделена между большим количеством клиентов, ресурсы ЦОДа будут выделены под несколько ключевых корпоративных клиентов. Российским компаниям, расширяющие бизнес в Европе, необходимо

наличие близко расположенной инфраструктуры для повышения скорости доставки контента и данных своим пользователям.

Резюме проекта:

- общие инвестиции в дата-центр – 10 млн €.
- вместительность дата-центра – 400 серверных стоек.

Сеть центров обработки данных в Карелии

В Карелии планируется с 2019 до 2025 года построить сеть центров обработки данных на 20 000 серверных стоек с центральным узлом обработки данных и собственным производством хранилищ данных [63].

Стоимость инвестиционного проекта составляет 10 млрд. рублей. Он будет реализован в три этапа.

Причина возведения дата-центра в Карелии объясняется 40% снижением затрат на охлаждение за счёт климатических условий.

Данный проект реализует ПетрГУ совместно с компанией GS Nanotech из Калининградской области, единственным в России разработчиком и производителем собственных микропроцессоров.

Уровень импортозамещения проекта составляет более 70% в настоящий момент, а к 2022 году планируют довести его до 100%.

Разработчики проекта планируют занять не менее 20% рынка в России и около 2% мирового рынка облачных сервисов.

Резюме проекта:

- ориентировочная стоимость проекта – 10 млрд. рублей;
- вместимость распределённой сети ЦОД – 20 000 серверных стоек;
- ЦОД займет не менее 20% рынка в России и около



2% мирового рынка облачных сервисов;

- срок реализации — 7 лет;
- развитие смежных производств в металлургии, химической промышленности, обрабатывающих производств.

МЦОД МТС Приморье

13 декабря 2019 года ПАО «МТС» сообщило о заключении договора о строительстве модульного центра обработки данных в Приморском крае совместно с Агентством Дальнего Востока по привлечению инвестиций и поддержке экспорта (АНО АПИ), которое окажет содействие по подбору земельного участка для возведения дата-центра [64].

В компании планируют, что новый дата-центр расширит портфель цифровых сервисов компании для дальневосточного бизнеса и позволит нарастить мощности для оказания услуг на базе платформы CloudMTS.

Проектируемый дата-центр будет состоять из 4 модулей и общей вместительностью не менее 500 стандартных серверных стоек.

Актуальность строительства нового дата-центра вызвана растущими потребностями бизнеса в дальневосточном регионе. За год объём хранимых данных на платформе CloudMTS вырос в 3 раза.

Высокие темпы роста спроса на услуги дата-центров объясняются ежегодным ростом объёма данных. Цифровизация услуг происходит также и в государственном секторе. Строительство нового дата-центра МТС увеличит объём доступных сервисов для корпоративных клиентов в области услуги colocation, хранения и обработки данных в облаке.

Резюме проекта:

- срок реализации — 2 года (2021 год);
- объём инвестиций — 1,5 млрд. рублей;
- вместительность — 500 серверных стоек.

Государственная единая облачная платформа

Mail.ru Group

НИИ «Восход» вместе с «Ростелекомом» назначен исполнителем проекта по переводу информационных ресурсов федеральных органов исполнительной власти (ФОИВ) и государственных внебюджетных фондов в государственную единую облачную платформу (ГЕОП) [65].

В соответствии с заключённым с Минкомсвязью контрактом Mail.ru Group был выбран в качестве подрядчика в разработке первой очереди облачно ФГИС «Управление ГЕОП».

В ходе реализации первого этапа будут апробированы функции комплексной автоматизации, информационной и технологической поддержки процессов контроля качества оказания вычислительных и программных услуг ГЕОП, регламентирования деятельности поставщиков услуг, оптимизации, планирования и принятия решений в части функционирования и развития платформы.

Стоимость контракта составила 238,5 млн. рублей. Договор был размещён на портале госзакупок 19 декабря 2019 года.

Проект будет выполняться в 5 этапов:

1. На первом этапе предусмотрена поставка оборудования, аппаратного обеспечения и системного программного обеспечения, а также поставка технических средств центра и специального программного обеспечения для диспетчерского управления.

2. На втором этапе предусмотрена разработка рабочей документации на основе актуализированных проектных решений.

3. На третьем и четвертом этапах предусмотрены работы по настройке специального программного обеспечения и проведению предварительных испытаний.

4. На пятом этапе предусмотрено сопровождение опытной эксплуатации системы. Последний этап планируется завершить 22 мая 2020 года.

По договору:

- поставляемые технические средства должны быть серийно производимыми российскими производителями из Единого реестра российской радиоэлектронной продукции;
- программное обеспечение должно быть включено в реестр отечественного ПО или являться программным обеспечением с открытым исходным кодом.

Резюме проекта:

- срок реализации — 2 года;
- объём инвестиций (первый этап) — 238,5 млн. рублей;
- количество этапов — 5.

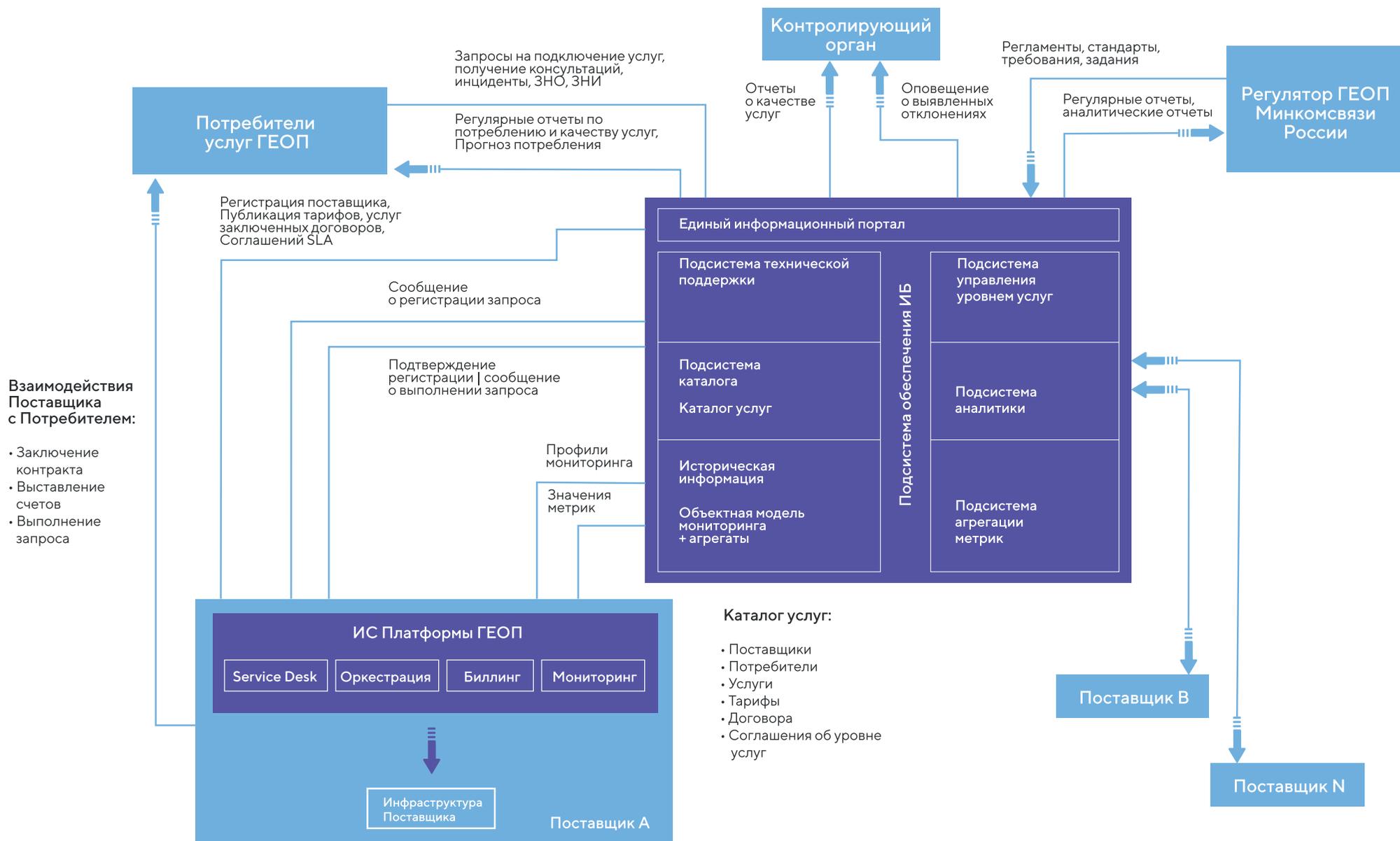


Рисунок 51 – Схема структуры и информационных потоков системы «Управление ГЕОП»



Центры обработки данных АО

«Концерн Росэнергоатом»

АО «Концерн Росэнергоатом» планирует построить три коммерческих дата-центра, инвестиции в которые составят 10-13 млрд. рублей [66].

В концерне оценивают выручку проекта в течение 5 лет в размере 20-25 млрд. руб. На строительство дата-центра «Калининский» АО «Концерн Росэнергоатом» потратил 6 млрд. рублей, а выручка этого дата-центра по итогам 2019 г. составила 0,5 млрд. рублей. В компании планируют, что выручка от этого направления составит 1 млрд. рублей в 2020 году.

Резюме проекта:

- объём инвестиций — 10-13 млрд. рублей;
- срок выполнения проекта — 5 лет;
- планируемая выручка — 20-25 млрд. рублей.

Создание ЦОД в Твери

В г. Тверь был построен ЦОД площадью 2 560 кв. м., предназначенный для размещения и подключения к сети передачи данных телекоммуникационного оборудования заказчиков. ЦОД выполнен в соответствии с сертификатом уровня надёжности Tier III [67].

По проекту мощность вычислительного центра составит 4,5 МВт.

Вместимость построенного ЦОД составляет 400 стоек в четырёх машинных залах по 100 стоек каждый.

Объём инвестиций в проект — 186 млн. рублей.

Резюме проекта:

- проектная площадь ЦОД — 2 560 кв. м.;
- уровень надёжности — Tier III;
- мощность — 4,5 МВт;
- вместимость — 400 стоек;
- объём инвестиций — 186 млн. рублей.

Новый ЦОД IXcellerate

Оператор сети ЦОД компания IXcellerate построила свой второй дата-центр Moscow Two с площадью машинного зала в 3 000 кв. м. и ёмкостью 1 480 стоек, мощность дата-центра составляет 12 МВт, из которых 7,5 МВт будут обеспечивать полезную ИТ-нагрузку. Он сконструирован для размещения высоконагруженных серверов и инфраструктуры для сверхплотных вычислений.

Доступность сервиса составляет 99,999% [68].

ЦОД Moscow Two соответствует уровню надёжности Tier III.

Срок реализации данного проекта составил 6 месяцев. Клиенты нового дата-центра могут подключаться также к Moscow One, первому дата-центру компании, за счёт соединения двух зданий оптическими магистралями по двум независимым трассам.

Инвестиции в два объекта IXcellerate оценивает в \$80 млн. В период с 2019 по 2023 гг. компания планирует инвестировать около \$230 млн. в строительство двух дата-центров в московском регионе. Это позволит довести ёмкость дата-центров IXcellerate к 2023 году до 15 000 стоек.

Резюме проекта:

- площадь дата-центра — 3 000 кв. м.;
- ёмкость — 1 480 стоек;
- мощность — 12 МВт;
- объём инвестиций — 80 млн. долларов
- срок реализации проекта — 6 месяцев.

Дата-центр «Яндекса» во Владимире

В 2020 году «Яндекс» достроит вторую очередь дата-центра мощностью 10 МВт во Владимире [69].

Объём инвестиций в проект составил 2,5 млрд. рублей без учёта стоимости серверного оборудования.

Создано 21 рабочее место.

В период до 2023 года планируется поэтапное строительство дополнительных 3 новых очередей ЦОД с выходом на проектную мощность в 4 квартале 2023 года, общий объём инвестиций в проект составит около 6,4 млрд. рублей. Будет создано 59 рабочих мест.

Резюме проекта:

- мощность дата-центра второй очереди — 10 МВт;
- общий объём инвестиций — 8,9 млрд. рублей;
- количество созданных рабочих мест — 80 ед.;
- срок реализации — 4 года.

Источник: [70].



2005 г., Новосибирск, Мегафон, ЦОД
2008 г., Якутск, СВФУ им. Аммосова, ЦОД
2008 г., ДВФО, Мегафон, Сеть ЦОД
2009 г., Новосибирск, Мегафон, Резервный ЦОД
2010 г., Благовещенск, АТБ, ЦОД
2011 г., Томск, КДВ Групп, ЦОД
2012 г., Республика Саха (Якутия), Микро-ЦОД DataStone
2012 г., Сухуми (Абхазия), Аквафон-GSM, ЦОД
2012 г., Якутск, ГАУ РЦИТ, Микро-ЦОД DataStone
2012-2013 г., ЦФО, НИС ГЛОНАСС, Сеть ЦОД

2013 г., Магаданская область, Полюс-Золото, 2 МЦОД NOTA
2014 г., Республика Саха (Якутия), Сеть микро-ЦОД DataStone
2014 г., Московская область, Интеррос, МЦОД NOTA
2015 г., Москва, Модульный микро-ЦОД DataStone+
2016 г., ЦФО, Резервный ЦОД на базе МЦОД
2016 г., Красноярский край, БОАЗ, Микро-ЦОД DataStone+
2016 г., Хабаровск, ГК «Обувь России», Микро-ЦОД DataStone
2016 г., Красноярский край, Красноярская ГЭС, МЦОД NOTA
2017 г., Красноярский край, «Славнефть», Микро-ЦОД DataStone
2017 г., Красноярск, ПАО «Сбербанк», Микро-ЦОД DataStone

2017 г., Краснодарский край, «Агрокомплекс» Н.И. Ткачева, МЦОД NOTA
2017 г., г. Петропавловск-Камчатский, Модульный микро-ЦОД DataStone+
2017 г., Омск, ЦКБА, Модульный микро-ЦОД DataStone+
2017 г., Саратов, Система управления климатом в ЦОД Clever Breeze
2017 г., Астраханская область, Модульный микро-ЦОД DataStone+
2017 г., Москва, Модульный микро-ЦОД DataStone
2018 г., Октябрьский, НПФ «Пакер», Модульный микро-ЦОД DataStone
2018 г., Нижний Тагил, МКУ «Служба правовых отношений», Микро-ЦОД, DataStone

2018 г., Рудный (Казakhstan), «Евразийская группа», Мобильный микро ЦОД DataStone mini+
2019 г., Саратов, Модульный микро-ЦОД DataStone+
2019 г., Республика Казахстан, Сеть модульных микро-ЦОД DataStone+
2019 г., Воронеж, Департамент транспорта, Микро-ЦОД DataStone
2019 г., Волгоградская область, Модульный микро-ЦОД DataStone+
2019 г., Тверская область, Модульный микро-ЦОД DataStone+
2019 г., Камчатский край, Мобильный микро ЦОД DataStone mini+
2020 г., Новосибирск, Система управления климатом в ЦОД Clever Breeze

Рисунок 52 – Реализованные проекты строительства ЦОДов в России



РЫНОК ЦЕНТРОВ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ

Российский рынок

Объём рынка и главные игроки коммерческих дата-центров РФ

В 2019 году количество запущенных в эксплуатацию коммерческих стойко-мест у 30 крупнейших ЦОД-провайдеров выросло на 10% до 36,5 тыс. по сравнению с 2018-м. В 2020 году ЦОД-провайдеры планируют предоставить к услугам заказчиков еще 6 961 стойку (рост – 19%).

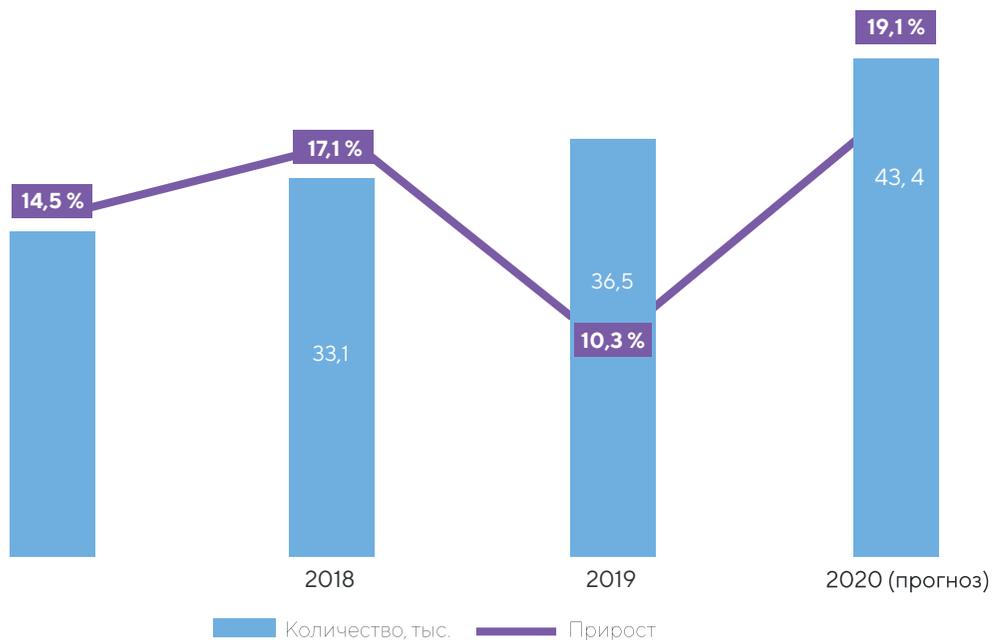


Рисунок 53 – Динамика количества стоек у 30 ведущих провайдеров услуг ЦОД

Источник: CNews Analytics, 2020

За период 2018–2019 гг. завершилось инженерное оснащение некоторых серверных платформ, обеспечивающих увеличение объема российского рынка. Помимо роста запущенных мощностей важное изменение в рейтинге связано с объединением двух крупнейших коммерческих ЦОД-провайдеров. В январе 2020 г. была закрыта сделка по приобретению «Ростелекомом» компании DataLine.

(6,7 тыс. стоек и 4,8 тыс. стоек соответственно на момент сделки). Объединенная компания заняла первую строчку рейтинга, более чем в три раза опередив оказавшуюся на второй позиции компанию IXcellerate (3,3 тыс. стоек). На рынок приходят новые игроки,

а телеком-операторы покупают или строят коммерческие дата-центры. Например, в 2018 г. компания МТС приобрела дата-центр «Авантаж» емкостью 2 240 стоек. Данная сделка сразу вывела мобильного оператора в число лидеров рейтинга. Данный ЦОД имеет самый важный сертификат «надежности» – Uptime Institute Tier III Design.

Совокупный уровень доходов российских поставщиков услуг ЦОД в течение 2018 года достиг 28,5 млрд руб., что на 29,7% выше показателя 2017 г. Полных данных по 2019 г. еще нет, но, по мнению iKS-Consulting, динамика 2018 года сохранилась и в 2019 году, так как основные усилия направлены на закрепление качественных показателей услуг ЦОД

и совершенствование достигнутых отношений с корпоративными клиентами. Текущая ситуация 2020 года, по мнению экспертов, только усиливает тренд на цифровизацию, становясь катализатором внедрения и развития цифровых решений бизнеса из самых разных сфер. По итогам 2020 г., по прогнозам аналитиков, сохранится ежегодный темп роста рынка на уровне 13–15%.

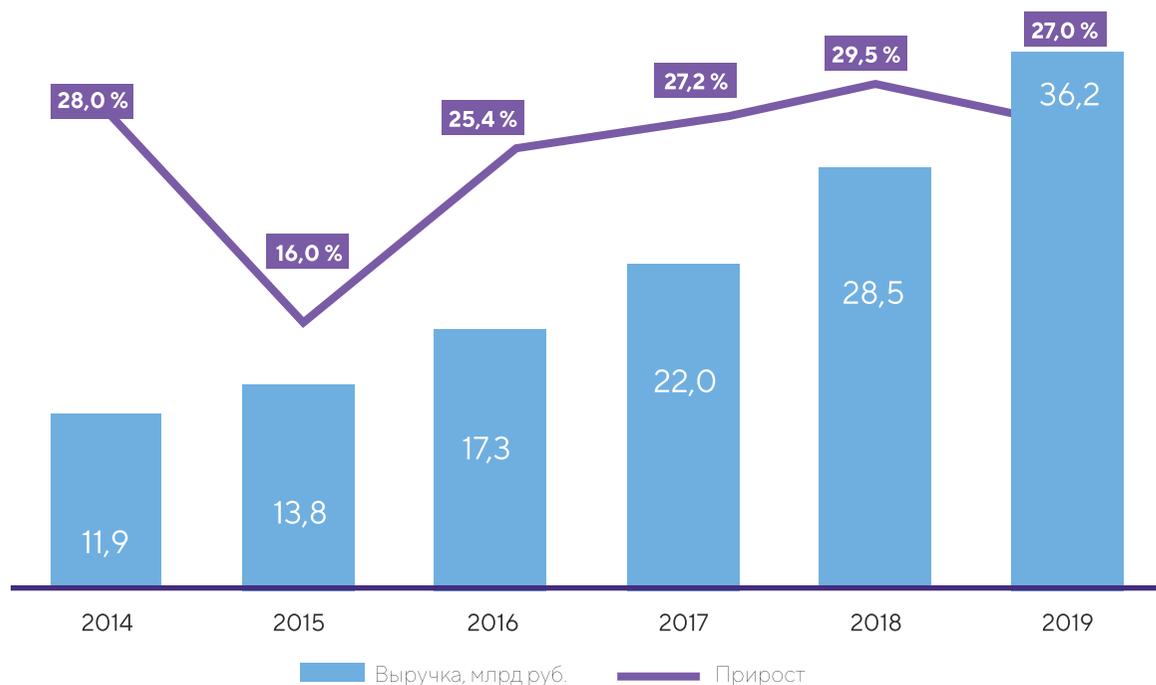
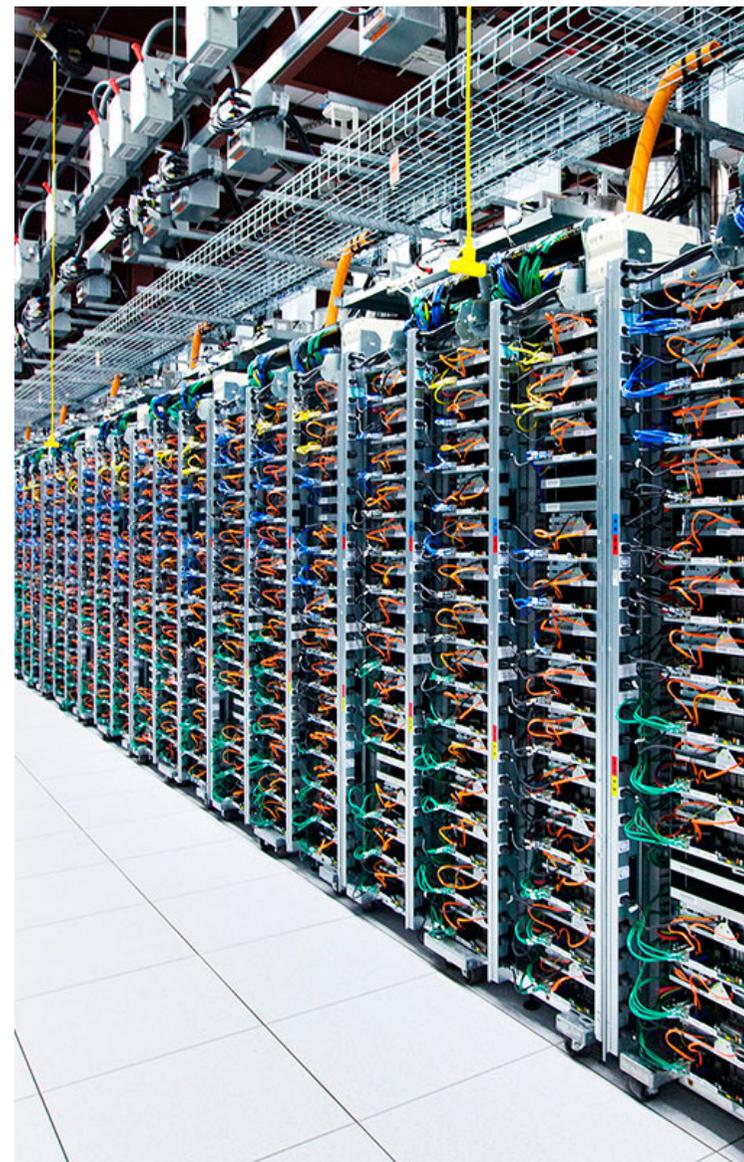


Рисунок 54 – Динамика выручки на рынке коммерческих дата-центров в РФ

Источник: iKS-Consulting

Лидеры рынка коммерческих дата-центров

Лидером по количеству созданных стойко-мест является «Ростелеком-ЦОД» (11 497 стойко-мест), объектами которой являются комплекс дата центров Safedata, а также столичный узел обмена трафиком ММТС-9. В январе 2020 г. была закрыта сделка по приобретению «Ростелекомом» компании DataLine за 17,5 млрд руб. Данные провайдеры занимали первое и второе место по количеству коммерческих стоек в России (6,7 тыс. стоек и 4,8 тыс. стоек соответственно), в результате покупки на рынке ЦОД появился лидер, который по своим мощностям в несколько раз превышает ближайшего конкурента и контролирует около четверти рынка.



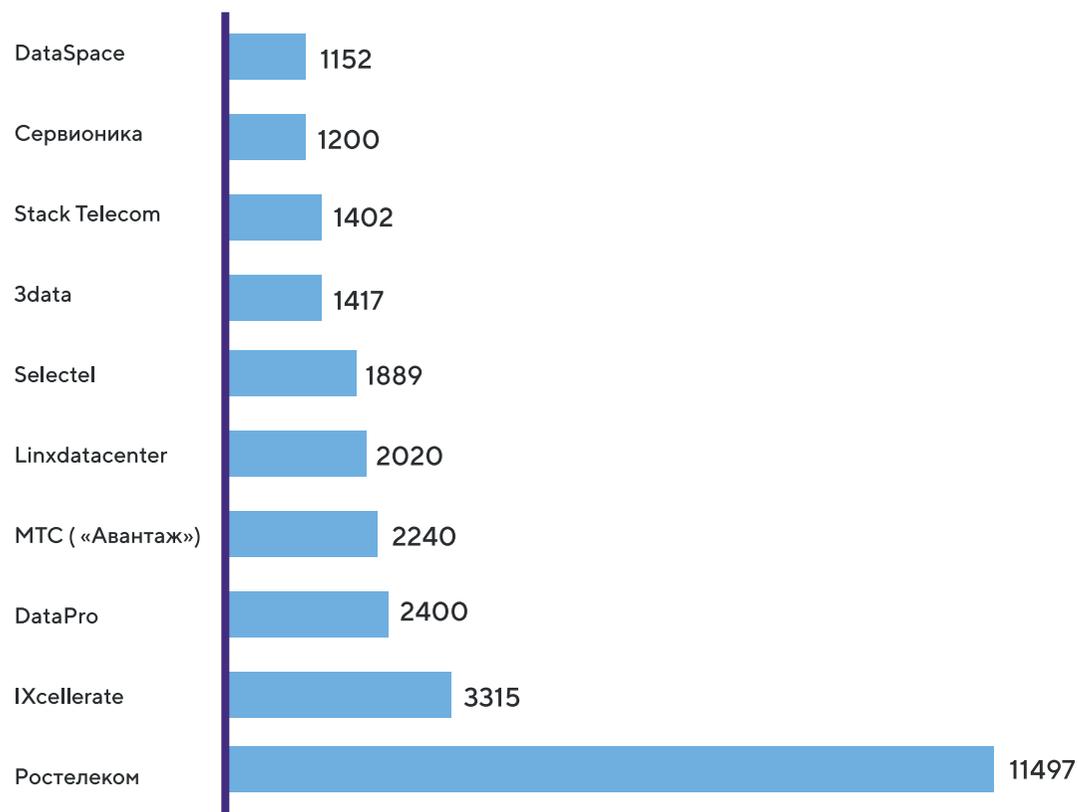


Рисунок 55 — ТОП-10 по количеству стойко-мест на 2020 год

Источник: CNews Analytics, 2020

По прогнозам, на рынке будут, как и сейчас, присутствовать десятки компаний, но из них 4 или 5 будут контролировать около 80% рынка. В 2019 году сеть дата-центров IXcellerate резко поднялась с 5 места в 2018 году на 2 и на данный момент занимает 8,8% рынка (3 315 стойко-мест). Третье место — компания DataPro, которая постепенно увеличивает масштабы своего дата-центра в Москве. В начале 2020 года оборудовала 2 400 стойко-мест, заняв 6,9% рынка.

2019	2018	Название компании	Кол-во стоек	Площадь машинных залов, кв.м.	Мощность, МВт	Количество ЦОД
1	1	Ростелеком	11 497	26 225	149	27
2	4	IXcellerate	3 315	5 500	26	2
3	7	DataPro	2 400	3 243	13,3	2
4	-	МТС («Авантаж»)	2 240	6 400	20	1
5	3	Linxdaticenter	2 020	4 431	17	2

Таблица 7 — Компании-лидеры по количеству стоек

Прогноз количества коммерческих стоек

В ближайшем будущем рынок коммерческих дата-центров будет развиваться по позитивному сценарию, сохраняя высокие темпы развития рынка, а именно:

- увеличение объема действующих уже сейчас дата-центров;
- запуск и эксплуатация новых ЦОД;
- развитие облачных сервисов.

Основными факторами, влияющими на развитие рынка, являются:

- увеличение потребности пользователей и компаний в хранении и анализе данных;
- утверждение и развитие национальной программы РФ «Цифровая экономика»;
- повышение распространенности сервисной модели, которая включает в себя перевод на аутсорсинг собственной ИТ-инфраструктуры

В течение 2020 г. основные участники рынка ЦОД планируют ввести в эксплуатацию еще 6 961 стойку. Наиболее амбициозные планы у «Ростелекома». В Москве планируется запустить площадки Nord 5 и Nord 6 емкостью 580 и 470 стоек соответственно, в Екатеринбурге — вторую очередь ЦОД на 216 стоек, а также открыть новые площадки в Санкт-Петербурге (800 стоек) и Новосибирске (300 стоек). Также существенное увеличение мощностей обещают представители провайдера DataPro: в планах компании запустить в течение года 2 тыс. новых стойко-мест, включая расширение на 1 200 стоек в ЦОД DataPro 1 и запуск новой площадки DataPro 2 на 800 стоек.

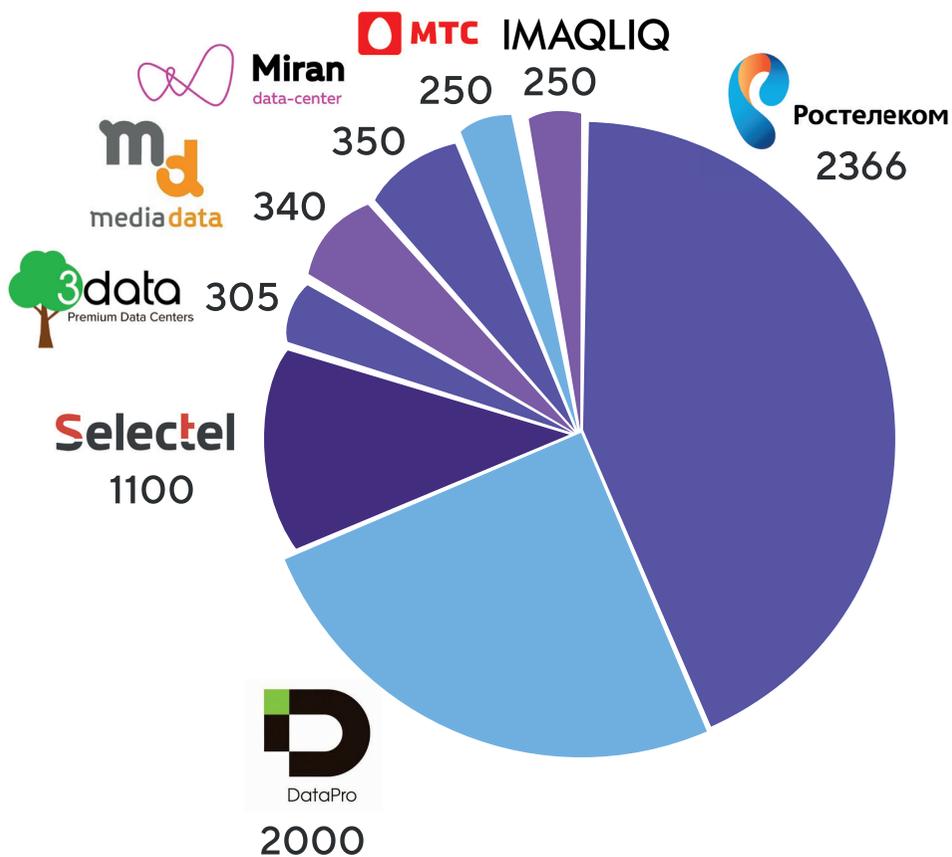


Рисунок 56 – Планы по вводу в строй стоек в 2020 г.

Оптимистичный и пессимистичный прогноз на рынок коммерческих ЦОД в России

В долгосрочной перспективе стоит ожидать более крупных проектов. Согласно пятилетней стратегии IXcellerate, к концу 2023 г. компания планирует управлять сетью из не менее чем четырех дата-центров общей емкостью не менее 15 тыс. стоек, при этом самый крупный объект должен обладать ресурсами под размещение не менее чем 10 тыс. стоек. Совокупные инвестиции IXcellerate в расширение и стро-

ительство новых ЦОД в 2019-2023 гг. должны составить 260 млн долларов. Несмотря на ввод большого числа новых стойко-мест уровень загрузки дата-центров остается высоким и колеблется в диапазоне 80-95% от имеющихся коммерческих мощностей. Быстрое заполнение новых площадок и отсутствие проста мощностей свидетельствует о том, что российский рынок ЦОД-услуг далек от насыщения и спрос значительно превышает предложение.

Прогнозируется годовой рост рынка коммерческих стойко-мест 14,4% в следующие пять лет и запуск 77 тыс. стойко-мест к 2023 году. Такой сценарий включает в себя полный ввод в 2020 году объявленных ранее стойко-мест, которые снизят дефицит в сегменте colocation, и сохранение темпов запуска дата-центров в дальнейшем (12-13% в год).

Пессимистический сценарий включает в себя то, что планы по вводу стойко-мест в 2020 году будут исполнены с задержкой на 1-2 года и рынок будет расти на 8% в год.

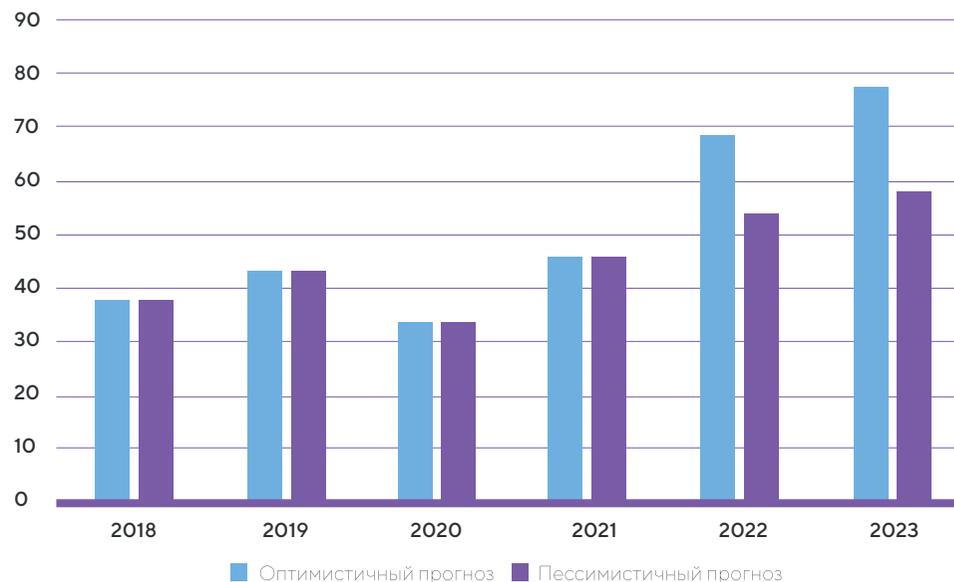


Рисунок 57 – Российский рынок коммерческих ЦОДов



Международный рынок

Характер процесса покупок на общемировом рынке ЦОД отличается от российского. Если на российском рынке речь идет о консолидации рынка, то на глобальном рынке постоянно происходит перераспределение прав собственности на уже существующие площадки, строительство новых дата-центров.

В 2019 году продажи дата-центров были наиболее высокие за всю историю. Это произошло благодаря слияниям и поглощениям (M&A) на мировом рынке ЦОД. В 2019 году было заключено более 100 M&A-сделок, что на 6% больше 2018 года и более чем вдвое, чем в 2016 году.

Как правило, речь идет о продаже корпоративных площадок крупным публичным ЦОД-провайдерам, так как бизнес все чаще отказывается от собственной ИТ-инфраструктуры в пользу облачных решений. Наиболее активными покупателями являются два ведущих глобальных поставщика услуг — компании Equinix и Digital Realty. Среди других известных операторов ЦОД, которые в последние годы проявляли высокую M&A-активность, отмечаются следующие компании: CyrusOne, Iron Mountain, Digital Bridge / DataBank, NTT, GI Partners, Carter Validus, GDS, QTS и Keppel.

В 2019 году отметилось кардинальное 50%-ое увеличение количества M&A-сделок на рынке при участии инвестиционных компаний. В то же время публичные компании (как правило, владельцы ЦОДов) в 2019 году оформили на 45% меньше сделок, чем в 2018-м. Но при этом общее количество сделок в 2019 году увеличилось, их объём в денежном эквиваленте уменьшился из-за сокращения на 24% средней стоимости сделки. Такое же падение было в 2018 году, а в 2017 году был рекордный показатель средней цены сделки за счет трех договоров на миллиарды долларов. Число сделок стоимостью от 1 млрд долларов уменьшилось в 2018-2019 годах. За промежуток с 2015 по 2019 годы крупнейшими инвесторами на рынке дата-центры оказались двое ведущих мировых колокейшн-провайдеров — компании Digital Realty и Equinix. В совокупности на их часть пришлось более 30% от объема совершенных M&A-транзакций за указанный период времени.

Прогноз рынка коммерческих ЦОД в мире

На январь 2020 года компании делают выбор в пользу гибридных архитектур, объединяющих публичные, частные облака и ресурсы периферии вокруг ядра с обновленной конфигурацией. Такой подход к управлению данными и вычислительными ресурсами — один из инновационных трендов в ЦОДах 2020 года. Вопросов, что выгоднее для использования — локальные системы или облако, возникает все меньше.

По прогнозам экспертов, рынок коммерческих ЦОД в России будет расти в ближайшие пять лет. В 2019 году он прибавил 20-27% в целом и 19% в сегменте colocation. Лидеры российского рынка ЦОДов 2019 года — «Ростелеком»/ DataLine, «Крок», IXcellerate, Linxdatacenter, DataPro. Размер мировых расходов на ИТ — от систем дата-центров и корпоративного ПО до устройств и коммуникационных услуг — сократятся из-за пандемии на 8% до 3,46 трлн долларов США.

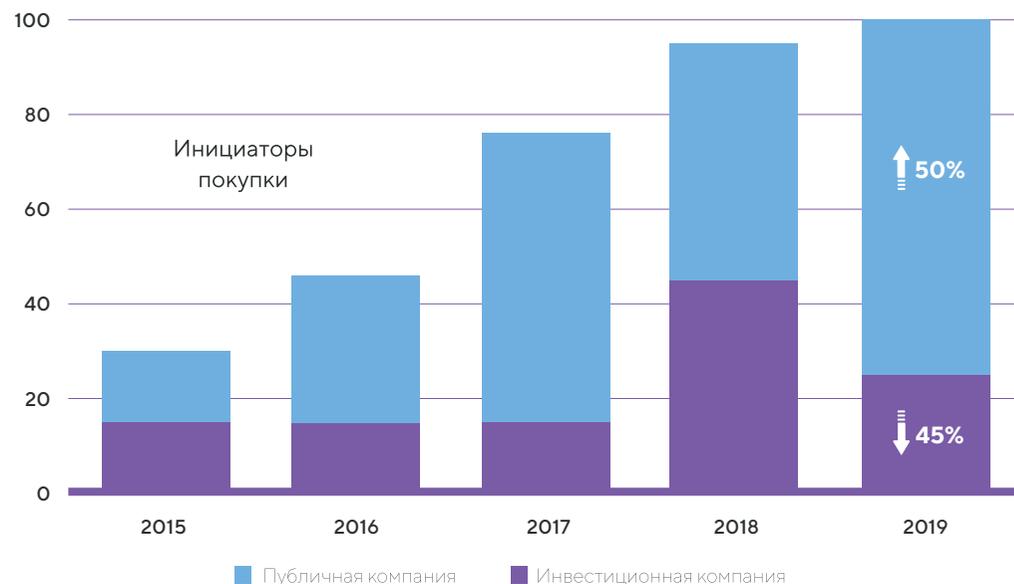


Рисунок 58 — Количество сделок по слиянию и поглощению на рынке дата-центров

Источник: Synergy Research Group

Уменьшение стоимости на содержание серверов в 2019 году

Важная причина, влияющая на падение рынка дата-центров в 2019 году, видится в уменьшении средних продажных цен на серверы, что вызвано изменением стратегий расходов на комплектующие, увеличением трат на «облачные» альтернативы установок для дата центров и предполагает расходы на корпоративное ПО. Также поставщики услуг дата-центров выбирают новые модели продаж, по типу HPE GreenLake и Lenovo TruScale Infrastructure Services, при которых клиенты платят за использованные сервисы, а не оплачивают их авансом.

Зависимость от крупнейших операторов дата-центров

Положение на глобальном рынке ЦОДов в большей мере определяют крупнейшие владельцы таких объектов, например, Amazon, Apple, Google, Facebook и Microsoft. Примерно 30% трат на серверы в Северной Америке по итогам 2019 года пришлось на компании, некоммерческие организации и государственные учреждения. Остальные 70% — это доля сторонних поставщиков услуг, по большей части облачных. Если сравнивать, в Западной Европе на корпоративные закупки приходится 45% затрат на дата-центры, в Латинской Америке — 72%, в Китае — более 90%.

Высокая конкуренция

В 2019 году у компаний появилось намного больше вариантов распределения ИТ-бюджетов. Можно перейти на облачную модель — публичную, приватную или гибридную, формировать локальную инфраструктуру ЦОД, с использованием серверов либо бессерверных техноло-

гий. Это отражается на структуре затрат.

Восстановление рынка ЦОДов должно произойти в 2020 году

Главной задачей большинства организаций на протяжении 2020 года будет оптимизация расходов ввиду чрезвычайных обстоятельств. Это означает, что инвестиции будут сведены к минимуму и приоритет будет отдан операциям, обеспечивающим функционирование бизнеса.

В расходах на системы дата-центров будет большой спад — почти на 10% за год. Общий доход вендоров составит здесь 191 млрд долл. против 212 млрд долл. в прошлом году. Отраслям, пострадавшим тяжелее всего, таким как индустрия развлечений, авиаперевозки и тяжелая промышленность, потребуется более трех лет, чтобы вернуться к уровням ИТ-расходов 2019 года.

Восстановление экономики ИТ-отрасли не будет происходить как прежде, поскольку кризис, вызванный COVID-19, создаст колебания в предложении и спросе, когда ограничения в сфере здравоохранения, в общественной и коммерческой сфере начнут ослабляться.

Тем не менее, прогнозируется 19%-ный рост дохода в сегменте общедоступных облачных услуг в 2020 году, так как пандемия коронавируса вызвала массовый переход на удаленную работу. Облачные системы телефонии и мгновенных сообщений, а также облачные системы конференцсвязи продемонстрируют рост расходов на 9% и 24% соответственно.

В 2020 году некоторые долгосрочные проекты трансформации с переходом в облако могут быть приостановлены, но общие уровни облачных расходов, которые прогнозировались на 2023 и 2024 год, могут быть достигнуты уже

в 2022 году. Многие ИТ-компании пострадали от экономических последствий пандемии COVID-19; некоторые сообщают о десятках миллионов долларов упущенного дохода в этом году. Другие — в частности, VMware и Nutanix — вводят замораживание зарплат в масштабах всей компании либо неоплачиваемые отпуска на фоне сохраняющейся неопределенности. А основатель и главный управляющий Dell Technologies Майкл Делл заявил, что персонал, удаленно работающий из дома, станет теперь «обычным явлением» для многих компаний.

Число гипермасштабируемых ЦОД в мире

Одним из трендов рынка дата-центров является концентрация данных и вычислений в сверхкрупных гипермасштабируемых ЦОД — в крупных облачных дата-центрах, находящийся под управлением единого провайдера, с высокой степенью автоматизации и возможностями масштабировать вычислительные мощности.

Гипермасштабируемые ЦОД — это не менее 500 серверных шкафов, площадь не менее 929 кв. м. и не менее 5 тыс. серверов, соединенных между собой высокоскоростными оптоволоконными линиями. Во-вторых, такой ЦОД должен иметь возможность масштабироваться, как «вертикально» («вмещать» на имеющихся площадях все больше вычислительных мощностей и объемов хранения), так и «горизонтально» (за счет подключения дополнительных устройств). Также у этого ЦОД должен быть один хозяин — оператор облачных услуг, предоставляемых центром.

По итогам третьего квартала 2019 г. в мире насчитывалось 504 гипермасштабируемых дата-центра, еще 151 новая площадка находилась на стадии планирования и строительства. Аналитики оценивают этот рынок в 2019 г. в 20,53 млрд долларов, к 2025-му он увеличится до 27,84



млрд долларов (среднегодовой темп роста 4,58%). Географическое распределение крупных ЦОД неравномерно — почти 40% из них расположены в США.

Вслед за США идут Китай, Япония, Великобритания, Австралия и Германия, которые занимают более 30% гипермасштабируемых

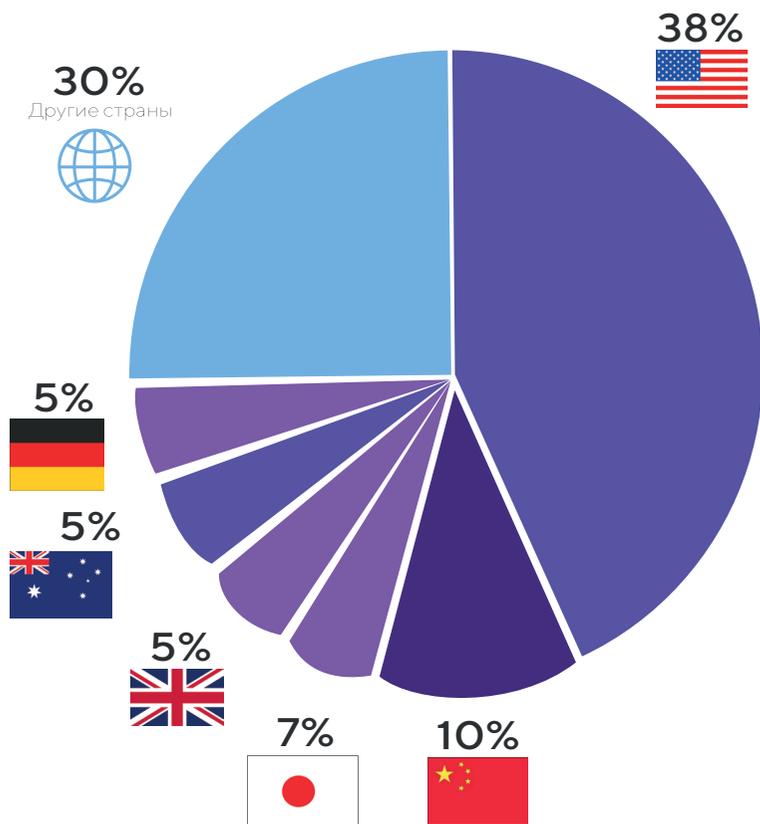


Рисунок 59 — Географическое распределение гипермасштабируемых центров обработки данных

центров обработки данных от глобального количества.

Гипермасштабируемые ЦОД генерируют треть мирового спроса инфраструктуры дата-центров, и этот показатель продолжает расти. Владельцами таких площадок являются крупные технологические компании, например, Amazon, Google, Microsoft и IBM владеют более чем 200 гипермасштабируемыми ЦОД (в распоряжении каждой из перечисленных четырех компаний более 60 крупных дата-центров).

Импорт накопителей информации в Россию

Объем импорта в Россию различных накопителей информации (HDD и SSD) составил в 2018 году 8,7 млн штук. По сравнению с 2017 годом импорт вырос незначительно — всего на 4%, в то время как в 2017 году прирост составил 29% к 2016 году.

По итогам 2019 года общий объем импорта HDD и SSD составил 9,1 млн штук. Оборот рынка в 2018 году превысил 81 млрд рублей, из которых на дисковые массивы СХД приходится 40%. На штучные SSD и HDD приходится 20% и 40% оборота рынка, часть из них импортируются для последующей комплектации ЦОД и СХД.

2018 год являлся особенным годом для дисковых накопителей по нескольким причинам. Во-первых, из-за общего падения рынка HDD: если в 2017 году

общий прирост поставок HDD в Россию составил 26% — до 6,4 млн штук, то в 2018 году поставки упали на 12% — до 5,7 млн штук. По итогам 2019 года объем импорта HDD в Россию снизился на 23% — до 4,4 млн штук.

Во-вторых, снижение объемов задело лидеров сегмента HDD — WDC и Seagate (общая доля 65%), которые вместе с Toshiba и HGST и составляли рынок HDD.

В-третьих, в 2018 году закончилось доминирование HDD над SSD. Если в 2018 году доля HDD в общем импорте дисковых накопителей составляла 65%, а доля SSD соответственно 35%, то в 2019 году доля SSD превысила 52%. Ключевая причина — это быстрое снижение средней стоимости SSD дисков и рост их средней емкости, в результате средняя стоимость за 1 Тб (терабайт) приближается к уровню HDD. Такой ход событий предсказывали давно, поскольку у технологии flash-памяти есть возможность постепенного снижения стоимости, в то время как у HDD такая возможность конструктивно ограничена. С другой стороны, рынок HDD сконцентрирован в руках трех производителей (WDC, Seagate и Toshiba), в то время как на рынок SSD продолжают выходить другие игроки, и в результате усиления конкуренции цены еще быстрее снижаются по всему ассортименту.

¹¹ Указанный объем включает дисковые массивы для СХД, но не включает HDD и SSD в составе ноутбуков, рабочих станций и прочих устройств B2B и B2C рынков

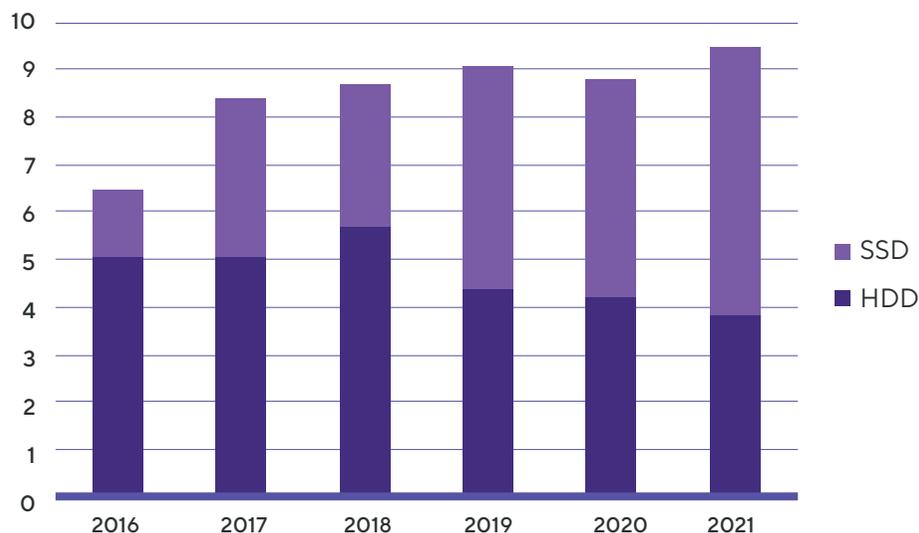


Рисунок 60 – Импорт SSD и HDD дисков в Россию, млн штук

Производство HDD и SSD, которые поставляются в Россию, сосредоточено в Юго-Восточной Азии. В странах других регионов производится менее 0,4%, в первую очередь в Польше.

Основным производителем, где собираются HDD и SSD накопители, является Китай. HDD для России в Китае в основном производит Toshiba Corporation и Seagate Technology. SSD в Китае собирают для России Samsung Electronics, Intel Corporation, Western Digital. Всего на долю Китая приходится 34% поставок дисковых накопителей для России.

В штучном выражении объем российского рынка HDD упал на 12%. В 2019 г. тренд развивался с ускорением: поставки снизились на 23% по сравнению предыдущим годом, до 4,4 млн штук.

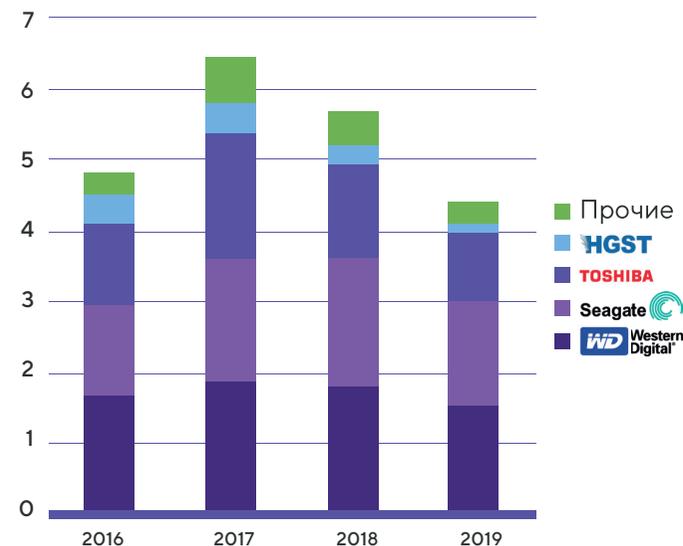


Рисунок 61 – Импорт HDD в Россию, млн штук

Некоторое снижение суммарного объема поставок HDD компенсировалось количественным ростом доли рынка SSD, за счет чего они успешно догоняют HDD по суммарному объему памяти. Так, в 2016–2017 гг. суммарный объем HDD на российском рынке превышал SSD в 21 раз, в 2018 г. в 14 раз, а в 2019 г. – только в 7 раз.

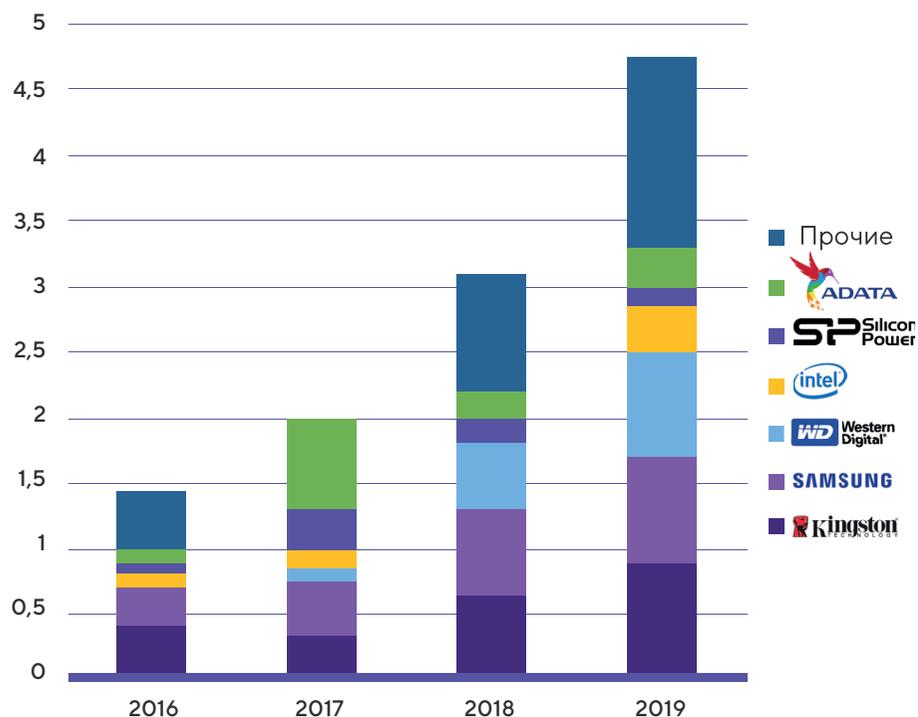


Рисунок 62 – Импорт SSD в Россию, млн штук

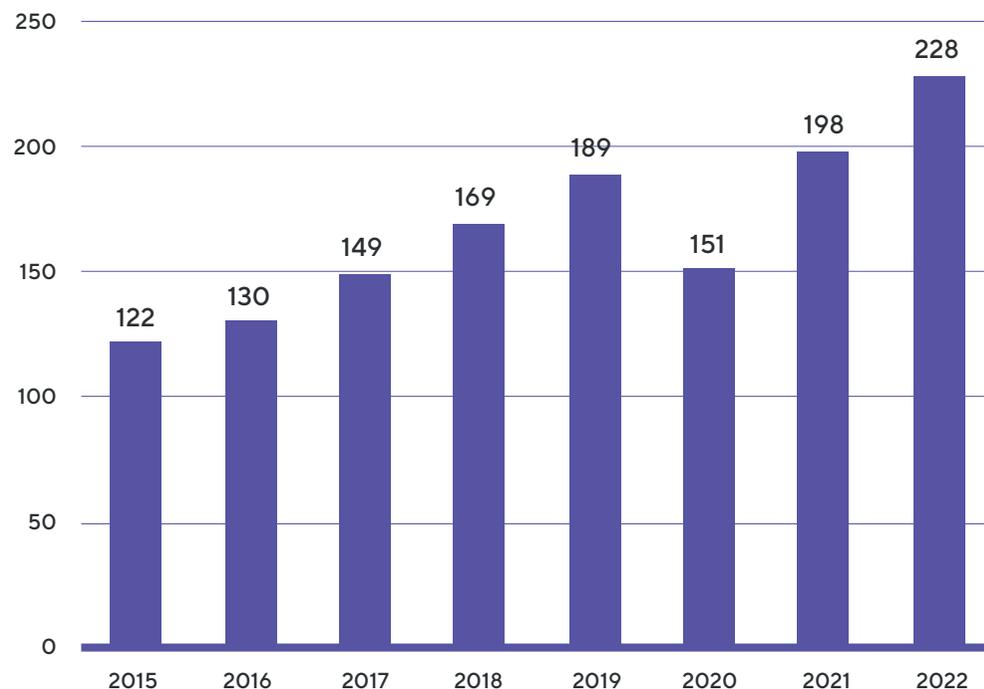


Рисунок 63 – Прогноз роста мирового рынка больших данных, млрд долларов США

Мировой рынок Big Data

Аналитика больших данных становится одной из самых востребованных задач в современном бизнесе. За последние несколько лет глобальный рынок больших данных и бизнес-аналитики значительно вырос, и доходы могут вырасти до 274 млрд долл. к 2022 году. В связи с пандемией коронавируса рост рынка в 2020 году скорректирован и составит -20% от 2019 года. В 2021 рынок увеличится на 5% по отношению в 2019. Далее рынок восстановится и начнет расти в рамках прогнозируемого темпа 15% в год.

Аналитика больших данных (Big Data Analytics, BDA) включает анализ крупных, сложных и часто неструктурированных наборов данных, позволяющий выявлять ценную информацию, с точностью определять тенденции, прогнозировать производственные показатели и оптимизировать расходы. Инструменты расширенной аналитики, такие как прогнозная аналитика и интеллектуальный анализ данных, помогают извлекать ценность из данных и генерировать новые бизнес-идеи. В производственном сегменте и других промышленных отраслях аналитики фиксируют повышенный спрос на BDA: увеличение объема инвестиций в аналитику больших данных здесь обусловлено необходимостью увеличения производительности предприятий и оптимизации ресурсов.

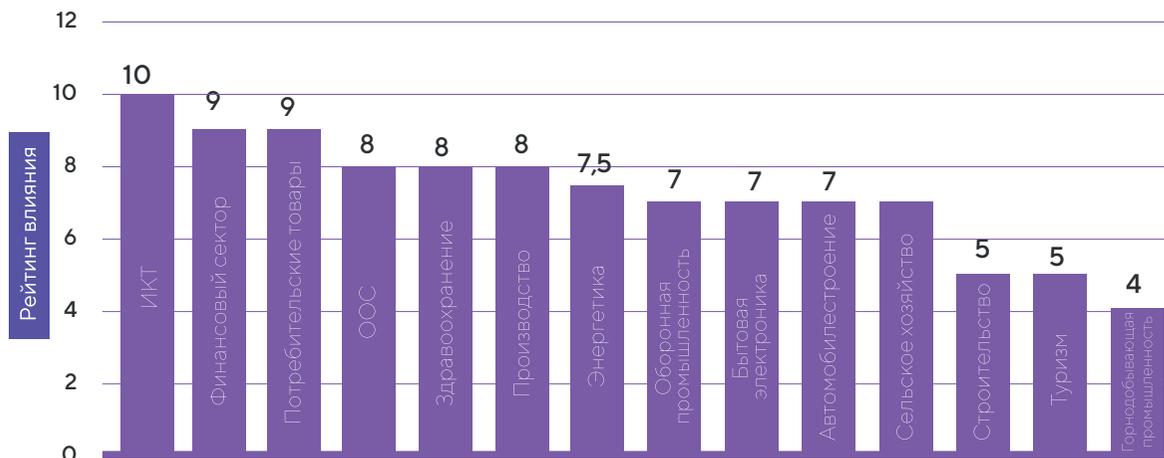


Рисунок 64 – Влияние различных отраслей на рынок аналитики больших данных

Российский рынок Big Data

Рынок больших данных в России активно развивается. К 2024 году его объем достигнет 300 млрд рублей, прогнозируют в Ассоциации участников рынка больших данных.

По мнению Микаэла Караманянца, генерального директора компании «РашенСофт», российский рынок Big Data составляет 2% от мирового, или 65 млрд рублей за 2018 год. Спросом пользуются решения в области таргетирования рекламы, геоаналитики, социальной инженерии, управления взаимоотношений с заказчиком, скоринга.

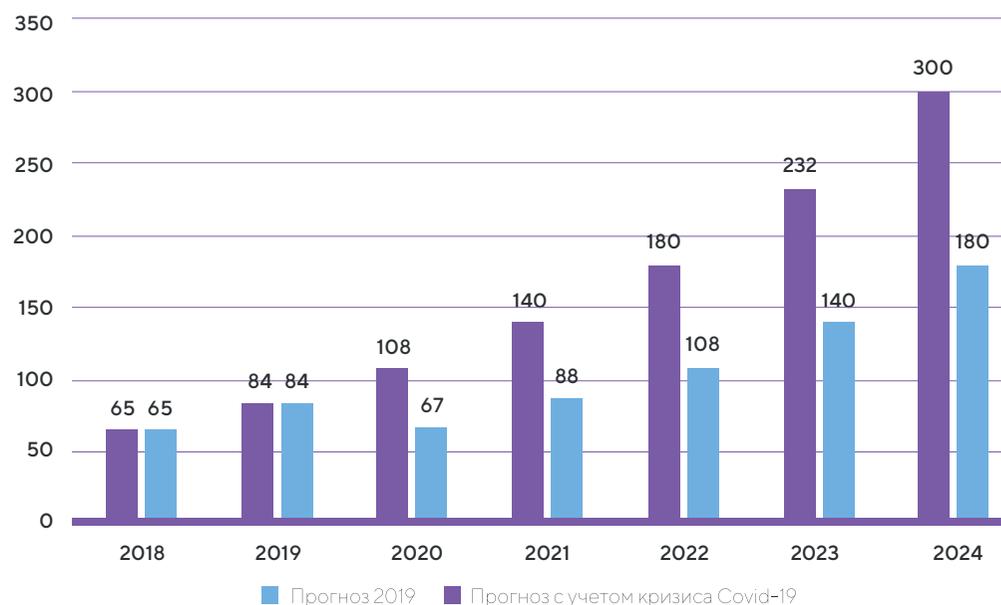


Рисунок 65 – Российский рынок больших данных, млрд долларов



Сегодня наиболее активными участниками рынка больших данных в стране являются телекомы, банки, интернет-компании, государственный сектор, ритейл. Также запрос на использование аналитики больших данных есть у промышленных предприятий, например, для построения предиктивных моделей. Российские алгоритмы для аналитики больших данных широко и повсеместно используются, в РФ много разработчиков этих технологий. Чаще всего алгоритмы применяются в проектах по внутренней монетизации компаний, при этом анализируется паттерное, не конкретное поведение пользователя. Распространение Big Data сопровождается развитием технологий искусственного интеллекта (ИИ). ИИ становится ключевым элементом аналитики данных и расширяет направления ее применения. Прогнозируется, что через 3-5 лет активными пользователями будут все отрасли без исключения.

Банки

Основные потребители больших данных идентичны мировым, но локомотивами эксперты называют топ-10 банков. Эти банки осознали, что должны стать ИТ-компаниями. Российский ритейл слабо использует технологии Big data, хотя нескольких крупных игроков ведут собственные проекты.

Страхование

К Big data начинают обращаться страховые компании – есть несколько пилотов и проектов proof of concept (доказательство концепции). Темп внедрения медленный из-за структуры рынка страхования в России и высокой доли агентских продаж.

Промышленность

Промышленные предприятия в 2017–2018 годах пригласили на работу нескольких топ менеджеров из банков. Сектор выглядит потенциально интересным. Лидеры по использованию технологий Big data – нефтехимия и металлургия.

Сотовые операторы

Не только потребители, но и поставщики данных. В 2018 году сотовые операторы заработали на big data 1,6 млрд рублей. По оценкам «МегаФона», оператор лидирует в сегменте с долей в 60% – сказывается сотрудничество с oneFactor. Компания оценивает рынок big data по внешней монетизации b2b-сервисов и проектов с применением больших данных. К примеру, анализ обезличенных данных помогает компании увеличивать эффективность собственных офисов продаж и обслуживания, строительства базовых станций. Представители МТС оценили экономический эффект от big data в 2016–2018 годах более чем в 3,5 млрд рублей.

Государство

Крупнейший владелец и потенциальный пользователь больших данных. Примеры есть, но затраты на big data пока невелики. То же правительство Москвы потратило всего 500 млн рублей за 2015–2018 года за покупку данных у «МегаФона».

Реклама

Ассоциация «ФинТех» (АФТ) и компания CleverDATA, разработчик и оператор платформы обмена и монетизации аудиторных данных «Биржа данных» (IDMC, Data

Monetization Cloud), представили обзор российского рынка аудиторных данных сегмента интернет-рекламы и маркетинга за 2019 г.

Согласно исследованию, в 2019 году общий поток обмена данными между поставщиками и потребителями вырос на 135%. Основными каналами монетизации аудиторных данных в России являются крупнейшие рекламные платформы компаний Google, Mail.ru Group (myTarget) и «Яндекс». В 2019 г. лидером по доставленным данным была платформа myTarget (53,3%), второе место с заметным отставанием занял «Яндекс» (18,4%), третье – GetIntent (17,6%), которая обогнала Google (10,8%). По сравнению с 2018 г., доля myTarget увеличилась почти в два раза, а доли платформ Yandex и Google значительно сократились. По доле доставки собственных данных (1st party data) для ретаргетинга лидируют GetIntent и «Яндекс».

Объем базы поставщиков данных в 2019 г. увеличился на 67%, а количество потребителей данных – на 17%. При этом значительно выросла доля агентств как потребителей, они стали наращивать компетенции работы с данными и формировать отдельные команды. Активнее всего использовали и монетизировали аудиторные данные в маркетинге и рекламе телеком- и ритейл-компаний. Основные инфоповоды в 2019 г. формировали крупные игроки, что является положительным моментом: ранее рынку не хватало участия компаний с большим аудиторным охватом, владеющих большим объемом данных. На рынок данных вышли компании индустрий, традиционно далеких от рекламы и маркетинга: телекомы, банки, операторы фискальных данных и другие. Они активнее присматриваются к новым способам монетизации данных и их применения в коммуникации с клиентами.

В законодательстве РФ в 2019 г. предпринимались точечные попытки урегулировать использование Big Data. Пока лучше всего удается регулировать оборот государственных данных. В условиях слабого регулирования участники рынка склоняются к саморегулированию, а неуставленные правила работы с данными в целом сдерживают развитие российского рынка больших данных.

Эксперты делают вывод, что российский рынок аудиторных данных пока остается в развивающемся состоянии, хотя ему уже больше пяти лет. Также они отмечают сильную кластеризацию игроков на рынке и незрелую конкуренцию, фактическое отсутствие международных игроков на российском рынке. Вместе с тем по итогам 2019 г. можно отметить высокую динамику развития, активный рост поставщиков данных и появление новых игроков на рынке.

В перспективе двух лет спрос на Big Data будут формировать финансы, телеком, ритейл, госсектор, промышленность.

Регулирование Big Data в РФ

В начале мая текущего 2020 года в СМИ была опубликована информация о разработке в Российской Федерации национального стандарта, который является основополагающим для Big Data. Соответствующий законопроект был представлен Национальным центром цифровой экономики при Московском государственном университете и Институтом развития информационного общества.

В стандарте под названием «Информационные технологии. Большие данные. Обзор и словарь» указывается ряд терминов и определений наиболее частых понятий в сфере информационных технологий и работы с Big Data.

Данные технологии предназначены преимущественно для телекоммуникационного сектора, банковской сферы, энергетики, здравоохранения и ряда других отраслей.

Указанный стандарт был разработан и внедрён для обеспечения в предметной отрасли «больших данных» (БД) взаимопонимания между каждой заинтересованной стороной, коими выступают органы власти, коммерческие компании и научно-образовательное сообщество. Благодаря унификации понятийных аппаратов способствует единому восприятию информации, повышению скорости её распространения, а также созданию предпосылок для взаимного сотрудничества российских и мировых исследовательских центров, работающих в сфере ИТ и области Big Data.

Описываемый национальный стандарт относится к законопроектам, которые призваны гармонизировать международную документацию в сфере «больших данных». Его структура является практически идентичной требованиям международного стандарта ISO/IEC 20546:2019 «Информационные технологии. Большие данные. Обзор и словарь», который действует на текущий момент в большинстве стран мира.

Напомним, что законопроект, который призван регулировать рынок «больших данных», был разработан сотрудниками Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций РФ в феврале нынешнего 2020 года.

В данном документе было введено определение нескольких понятий: большие данные, оператор БД, обработка БД. За контроль оборота Big Data должна отвечать Федеральная служба по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций. Для этого в ведомстве началось создание реестра операторов БД.

Отметим, что многие участники рынка считают данный проект «сырым» и слабо продуманным.

В согласии с законопроектом, Big Data имеют следующее определение: «Большие данные являются совокупностью не персонифицированных сведений, которая классифицируется на основании групповых признаков, в т. ч. информационных и статистических сообщений, сведений о местонахождении движимого и недвижимого объекта (ДНО), количественных и качественных характеристик видов деятельности, поведенческих аспектов ДНО, которые были получены непосредственно от владельца таких сведений или из какого-либо структурированного/неструктурированного источника данных, путём сбора с применением технологий, методик обработки информации и технических средств, которые объединяют указанную совокупность сведений, её повторного использования, систематического обновления, формы представления которых не предусматривают их соотношение к конкретным физическим лицам».

Проект поправок в Федеральном законе «Об информации, информационных технологиях и защите информации» гласит, что «большие данные» предполагают информацию, которую можно получить от структурированного и неструктурированного источника благодаря использованию любых технологий и средств. В качестве операторов БД могут выступать государственные органы, муниципальные власти, юридические или физические лица, СРО, НКО и другие общественные объединения, которые занимаются организацией или самостоятельной обработкой Big Data, определением целей обработки БД, их состава и алгоритмов действий.

Обработка БД — любые действия или их совокупность,



которые совершаются операторами БД при помощи средств автоматизации или другими способами: сбор, запись, систематизация, накопление, хранение, обновление, изменение, извлечение, использование, передача, удаление, уничтожение и анализ информации. Определение принципов, прав и обязанностей операторов Big Data, а также установление порядка, контроль и слежение за условиями их оборота может осуществлять только правительство России согласно законопроекту.



СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. <http://statsoft.ru/products/Enterprise/big-data.php>
2. <https://community.fs.com/ru/blog/switch-mac-address-whats-it-and-how-does-it-work.html>
3. <https://ntema.com.ua/article/upravlyaemye-kommutatory-v-csem-raznica-mejdu-layer2-i-layer3>
4. [https://pr-cy.ru/browser-details/#:~:text=IP%2D%D0%B0%D0%B4%D1%80%D0%B5%D1%81%20%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D1%8C%D1%8E%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B0%20\(%D0%B8%D0%BB%D0%B8%20%D0%B0%D0%B9%D0%BF%D0%B8,%D1%86%D0%B8%D1%84%D1%80%20%D0%BE%D1%82%200%20%D0%B4%D0%BE%20255.](https://pr-cy.ru/browser-details/#:~:text=IP%2D%D0%B0%D0%B4%D1%80%D0%B5%D1%81%20%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D1%8C%D1%8E%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B0%20(%D0%B8%D0%BB%D0%B8%20%D0%B0%D0%B9%D0%BF%D0%B8,%D1%86%D0%B8%D1%84%D1%80%20%D0%BE%D1%82%200%20%D0%B4%D0%BE%20255.)
5. http://citforum.ru/nets/protocols/1_01_02.shtml
6. https://cosmonova.net/page/what_is_dc
7. <https://itglobal.com/ru-ru/company/blog/data-center-brief-explanation/>
8. <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B0%D1%82%D0%B0-%D1%86%D0%B5%D0%BD%D1%82%D1%80>
9. <https://www.comnews.ru/content/204809/2020-03-02/2020-w10/cody-poluchili-nacstandarty>
10. https://www.cnews.ru/news/line/2020-02-28_rosstandart_utverdil_dva
11. http://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:%D0%93%D0%9E%D0%A1%D0%A2_%D0%A0_58811-2020_%D0%A6%D0%B5%D0%BD%D1%82%D1%80%D1%8B_%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D1%82%D0%BA%D0%B8_%D0%B4%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D1%85_%D0%98%D0%BD%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%B8%D0%BD%D1%84%D1%80%D0%B0%D1%81%D1%82%D1%80%D1%83%D0%BA%D1%82%D1%83%D1%80%D0%B0_%D0%A1%D1%82%D0%B0%D0%B4%D0%B8%D0%B8_%D1%81%D0%BE%D0%B7%D0%B4%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%8F
12. http://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:BICSI_002_2010_Data_Center_Design_and_Implementation_Best_Practices_-_D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD%D0%B4%D0%B0%D1%80%D1%82_%D0%A6%D0%9E%D0%94
13. <https://www.osp.ru/news/articles/2010/40/13004368/>
14. <https://habr.com/ru/company/ua-hosting/blog/243109/>
15. <https://ru.uptimeinstitute.com/about-ui>
16. <https://zen.yandex.ru/media/id/5d99ecbefbe6e700b099f78f/trebovaniia-standarta-tia942b-k-cod-tier-3-5db42d4c3d873600b150d408>
17. https://ru.wikipedia.org/wiki/PCI_DSS
18. <https://habr.com/ru/post/114558/>
19. [http://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:%D0%A6%D0%B5%D0%BD%D1%82%D1%80_%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D1%82%D0%BA%D0%B8_%D0%B4%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D1%85_\(%D0%B4%D0%B0%D1%82%D0%B0-%D1%86%D0%B5%D0%BD%D1%82%D1%80\)](http://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:%D0%A6%D0%B5%D0%BD%D1%82%D1%80_%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D1%82%D0%BA%D0%B8_%D0%B4%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D1%85_(%D0%B4%D0%B0%D1%82%D0%B0-%D1%86%D0%B5%D0%BD%D1%82%D1%80))
20. <http://datasolution.ru/komponenty-bazovoj-arhitektury>
21. <https://www.xelent.ru/blog/vkrattse-o-seti-v-data-tsentre-ili-zaglyanem-pod-kapot/>
22. https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BE%D0%B4%D1%83%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%B4%D0%B0%D1%82%D0%B0%D1%86%D0%B5%D0%BD%D1%82%D1%80
23. http://www.tadviser.ru/index.php/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D0%B4%D1%83%D0%BA%D1%82.GreenMDC_%D0%9C%D0%BE%D0%B4%D1%83%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%A6%D0%9E%D0%94
24. <http://piterenergomash.ru/index.php/katalog-produktsii/kontejnerye-resheniya/kontejnerye-tsod>



25. http://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F.%D0%9C%D0%BE%D0%B4%D1%83%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D0%B5_%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D1%82%D0%B5%D0%B9%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%BD%D1%8B%D0%B5_%D0%A6%D0%9E%D0%94
26. <https://www.vostockcapital.com/tsodyi-data-tsenyri-it/evolyutsiya-razvitiya-oblachnyih-data-tsentrov-proshloe-nastoyashhee-budushhee/>
27. <https://www.croc.ru/promo/hci/>
28. <https://itglobal.com/ru-ru/company/blog/data-center-brief-explanation/>
29. <https://imенno.ru/2019/12/14/455630/>
30. https://cosmonova.net/page/what_is_dc
31. https://market.cnews.ru/news/top/2019-10-23_iaas_dlya_vas_chto_eto_takoe/?p=tooltip
32. https://market.cnews.ru/news/top/2019-10-23_iaas_dlya_vas_chto_eto_takoe/?p=tooltip
33. https://market.cnews.ru/articles/2020-04-15_iaas_ili_paas_chto_vybrat
34. https://market.cnews.ru/?p=cnews_menu
35. https://market.cnews.ru/articles/2019-10-10_vse_o_virtualnom_hostinge_chto_takoe/?p=tooltip
36. https://market.cnews.ru/articles/2019-10-17_razbor_dedicated_chto_eto_takoedlya_kogo/?p=tooltip
37. https://market.cnews.ru/articles/2019-10-18_razbor_colocation_chto_eto_takoedlya_kogo/?p=tooltip
38. <https://market.cnews.ru/service/colocation>
39. <https://market.cnews.ru/service/antivirus>
40. https://market.cnews.ru/news/top/2019-12-23_oblachnoe_obektnoe_hranilishche/?p=tooltip
41. https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0_%D1%83%D0%BF%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F_%D0%B2%D0%B7%D0%B0%D0%B8%D0%BC%D0%BE%D0%BE%D1%82%D0%BD%D0%BE%D1%88%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F%D0%BC%D0%B8_%D1%81_%D0%BA%D0%BB%D0%B8%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%B0%D0%BC%D0%B8
42. https://www.cnews.ru/reviews/infrastructure2018/interviews/vsevolod_vorobev_1
43. <https://habr.com/ru/company/cloud4y/blog/436948/>
44. <https://www.ixbt.com/live/data/tehnologii-hraneniya-dannyh-storage-class-memory.html>
45. <https://support.microsoft.com/ru-ru/help/100108/overview-of-fat-hpfs-and-ntfs-file-systems>
46. https://www.pc-user.ru/reprint/6_ntfs_fat.html
47. <http://www.linuxcookbook.ru/books/opensuse/sec.new.fs.html>
48. http://storage.tadviser.ru/#section_1
49. http://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F.SSD_%D0%A2%D0%B2%D0%B5%D1%80%D0%B4%D0%BE%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%BD%D0%B0%D0%BA%D0%BE%D0%BF%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C#.D0.98.D1.81.D1.82.D0.BE.D1.80.D0.B8.D1.8F_.D1.80.D0.B0.D0.B7.D0.B2.D0.B8.D1.82.D0.B8.D1.8F
50. <https://www.kp.ru/guide/sistemy-khraneniya-dannykh.html>

51. https://ru.wikibooks.org/wiki/%D0%A1%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D1%8B_%D1%85%D1%80%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F_%D0%B4%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D1%85
52. http://www.dscon.ru/education/legato_hsm_2.htm
53. https://habr.com/ru/company/kingston_technology/blog/490260
54. <http://telecomblogger.ru/167959>
55. <https://www.sviaz-expo.ru/ru/articles/2016/modulnye-cod/>
56. <http://alldc.ru/documentation/document/4288.html>
57. <https://www.utilex.ru/contacts>
58. <https://aboutdc.ru/page/64.php>
59. <https://bijournal.hse.ru/data/2016/08/11/1118257058/%D0%9F%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B3%D0%BE%D0%B2%D0%B0%20%D0%93%D1%80%D0%B5%D0%BA%D1%83%D0%BB%20%D0%9F%D0%BE%D0%BA%D0%BB%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%B2%20%D0%A0%D0%A3%D0%A1.pdf>
60. <http://d-russia.ru/wp-content/uploads/2019/11/rspp-cod.pdf>
61. <http://www.tadviser.ru/a/376543>
62. <https://www.crn.ru/news/detail.php?ID=117007>
63. <https://tass.ru/ekonomika/6895619>
64. <https://primorye.mts.ru/about/media-centr/soobshheniya-kompanii/novosti-mts-v-regione/2019-12-13/mts-postroit-modulnyj-cod-v-primore>
65. [https://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:%D0%93%D0%BE%D1%81%D0%BE%D0%B1%D0%BB%D0%B0%D0%BA%D0%BE_%D0%93%D0%BE%D1%81%D1%83%D0%B4%D0%B0%D1%80%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%B5%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%B5%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D1%82%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0_%28%D0%93%D0%95%D0%9E%D0%9F%29](https://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:%D0%93%D0%BE%D1%81%D0%BE%D0%B1%D0%BB%D0%B0%D0%BA%D0%BE_%D0%93%D0%BE%D1%81%D1%83%D0%B4%D0%B0%D1%80%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%B5%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%B5%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%B5%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D1%82%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0_%28%D0%93%D0%95%D0%9E%D0%9F%29)
66. <https://www.comnews.ru/content/205097/2020-03-19/2020-w12/rosenergoatom-postroit-tri-coda>
67. <http://www.tverinvest.ru/proekty/ready-projects/991/>
68. <https://sdelanounas.ru/blogs/125634/#cut>
69. <https://sdelanounas.ru/blogs/117670/>
70. <https://www.utilex.ru/projects>
71. <https://www.pcmag.com/news/the-big-data-market-is-set-to-skyrocket-by-2022>
72. <https://www.statista.com/statistics/616225/worldwide-big-data-business-analytics-revenue/>
73. ГОСТ 7.32-2017
74. https://ru.wikibooks.org/wiki/%D0%A1%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D1%8B_%D1%85%D1%80%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F_%D0%B4%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D1%85
75. <https://www.kp.ru/guide/sistemy-khraneniya-dannykh.html>



76. <https://www.itweek.ru/infrastructure/article/detail.php?ID=199546>
77. <http://dcnt.ru/?p=737>
78. <http://dcnt.ru/?p=14285>
79. Перспективные рынки и технологии интернета вещей: публичный аналитический доклад - М,: ООО «Лайм», 2019.-272 с.:ил
80. Аналитический отчёт «Промышленный интернет вещей», ГБУ «АПР». 2020.
81. Глоссарий (версия 2.0) – PCI SSC, 2010 – 16 стр.
82. PCI Security Standards Council – PCI SSC, 2010 – www.pcisecuritystandards.org.
83. Библиотека документов PCI DSS – PCI SSC, 2010 – www.pcisecuritystandards.org/security_standards/documents.php?category=supporting
84. Документ «Стандарт безопасности данных индустрии платежных карт. Требования и процедуры аудита безопасности» (версия 2.0) – PCI SSC, 2010 – 84 стр.
85. PCI DSS Compliance Management – «Информзащита», 2010 – www.pcisecurity.ru.
86. Приложения В, С, F документа «Стандарт безопасности данных индустрии платежных карт. Требования и процедуры аудита безопасности» (версия 2.0) – PCI SSC, 2010 – 84 стр.



КОМПЛЕКС ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ
И ИМУЩЕСТВЕННО-ЗЕМЕЛЬНЫХ ОТНОШЕНИЙ
ПРАВИТЕЛЬСТВА МОСКВЫ



ДЕПАРТАМЕНТ ИНВЕСТИЦИОННОЙ
И ПРОМЫШЛЕННОЙ ПОЛИТИКИ
ГОРОДА МОСКВЫ

АПР

АГЕНТСТВО
ПРОМЫШЛЕННОГО
РАЗВИТИЯ МОСКВЫ

Государственное бюджетное учреждение города Москвы
«Агентство промышленного развития города Москвы» (ГБУ «АПР»)



123995, г. Москва, ул. 1905 года, д. 7, стр. 1



8 (495) 909-30-69



apr@develop.mos.ru



apr.moscow