WHITE PAPER

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОПТИМИЗАЦИИ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ TATLIN.UNIFIED

О WHITE PAPER

Данный документ описывает архитектурные принципы и подходы, а также рекомендации по их применению при построении корпоративных решений на основе продуктов производства компании YADRO.

Документ предназначен для широкой аудитории, но также может включать материалы, требующие специальной профессиональной подготовки, ориентированные на системных архитекторов, администраторов, сервисных инженеров и других IT-специалистов, участвующих в планировании, проектировании и внедрении комплексных решений.

! Представленная информация основана на результатах исследований, а также экспертизе специалистов YADRO. Документ носит не предписывающий, а информационный характер, целью которого является информирование получателей документа о предмете произведенного исследования и о его результатах. При этом конкретные результаты и эффективность конечных решений зависят от множества факторов, которые могут различаться в зависимости от особенностей инфраструктуры и условий эксплуатации. Ни при каких обстоятельствах YADRO не несет ответственность за последствия применения получателем документа рекомендаций, инструкций, подходов и решений, указанных в документе.

Запрещается копировать, воспроизводить, изменять, публиковать, передавать, распространять, продавать информацию (часть информации), содержащуюся в документе, или создавать производные работы на основе содержания документа без предварительного письменного разрешения YADRO.

Любая информация или утверждения относительно возможностей, емкости, производительности или других характеристик продукции, указанной в документе, предоставляются исключительно на условиях «как есть» и приведена исключительно в целях описания произведенного исследования. YADRO оставляет за собой право вносить изменения/обновлять информацию в документе без уведомления.

«YADRO» является зарегистрированным товарным знаком ООО «КНС ГРУПП». Другие названия продуктов и компаний, упомянутые здесь, могут быть товарными знаками или торговыми наименованиями их соответствующих владельцев.

Актуальные версии документации публикуются на информационном ресурсе YADRO по адресу service.yadro.com.

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. ВВЕДЕНИЕ 4
2. ОЦЕНКА ЗАДАЧИ ДЛЯ ОПТИМАЛЬНОЙ НАСТРОЙКИ СИСТЕМЫ 5
3. ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ TATLIN.UNIFIED 6
   - 3.1. Количество и тип дисков в СХД 6
   - 3.2. Влияние количества дисков на производительность системы 7
   - 3.3. Конфигурирование пулов и разбиение на ресурсы 8
   - 3.4. Рекомендации при работе с Файловыми ресурсами 12
4. ПРИМЕР НАЧАЛЬНОЙ НАСТРОЙКИ СХД 12
5. КРАТКИЕ ВЫВОДЫ 14

ВВЕДЕНИЕ

Выбор системы хранения данных с нужным уровнем быстродействия является сложной задачей, которая требует учесть большое количество параметров. Нужно понимать интересы пользователей и бизнеса, особенности приложений и планы по их масштабированию. Также система хранения данных может показывать разную производительность в зависимости от ее настроек, которые зависят от множества факторов: схем защиты, типа доступа, размера блока, соотношения чтения и записи. В данном документе рассматриваются особенности настройки СХД TATLIN.UNIFIED для достижения лучшей производительности.

Прежде всего данные рекомендации относятся к дискам SSD и NL-SAS. Диски SAS 10k изначально проектировались для нагруженных систем, в настоящее время построение систем на базе данных дисков не имеет технико-экономического обоснования. Нагруженные системы следует строить на дисках SSD.

ВЕРСИИ ИСПОЛЬЗУЕМОГО ПО	
TATLIN.UNIFIED Gen1, Gen2, SE	3.X

ОЦЕНКА ЗАДАЧИ ДЛЯ ОПТИМАЛЬНОЙ НАСТРОЙКИ СИСТЕМЫ

Для получения наилучшей производительности при настройке СХД важно знать параметры и условия, в которых СХД будет эксплуатироваться. В таблице приведен список таких параметров.

Группа параметров	Параметр	Описание и примеры
Профиль будущей рабочей нагрузки	Соотношение чтения и записи	Базы данных имеют смешанную нагрузку (70% чтение и 30% запись), а системы резервного копирования — преимущественно запись.
	Случайный или последовательный доступ	Случайный доступ (в виртуальных машинах) требует высокого значения "IOPS", тогда как последовательный (стриминг видео) зависит от пропускной способности.
	Размер блока	Размеры запросов ввода-вывода (4 КБ или 8 КБ для баз данных и 1 МБ для видеонаблюдения или резервного копирования).
Требования к производительности	IOPS	Количество операций, которые СХД должна выполнять в секунду при данной нагрузке. Высоконагруженные базы данных могут требовать десятки или сотни тысяч IOPS.
	Пропускная способность (Throughput)	Объем данных, передаваемых в единицу времени (например, 500 МБ/с для резервного копирования).
	Средняя задержка (Average Latency)	Среднее время выполнения одной операции ввода-вывода. Критично для приложений реального времени (в финансовых системах, где требуется задержка менее 1 мс).
	Устойчивость к burst-нагрузкам	СХД должна сглаживать кратковременные (несколько секунд) пики нагрузки, отличающиеся от средней в несколько раз.
Планируемый объем хранимых данных и максимальная емкость СХД	Объем хранимых данных	
	Максимальная емкость СХД	
Параметры сетевого подключения	Тип подключения (iSCSI, FC, NVMe-over-TCP)	
	Топология подключения	
	Пропускная способность интерфейсов	
Программные и пользовательские требования (для ещё более точного профилирования будущих нагрузок)	Тип приложений	• Базы данных (MySQL, PostgreSQL, Oracle). • Виртуализация (VMware, Hyper-V, Базис, zVirt, SpaceVM). • Облачные приложения, аналитика больших данных (Hadoop, Spark).
	Файловые системы	ZFS, Btrfs, ext4, NTFS — каждая имеет свои особенности производительности и управления.
	Протоколы доступа	Файловые и блочные — влияют на производительность и совместимость.

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ TATLIN.UNIFIED

Количество и тип дисков в СХД

TATLIN.UNIFIED может быть гибко сконфигурирован по количеству и типу накопителей.
Это позволяет адаптировать оборудование под конкретные требования производительности, надежности и стоимости хранения данных.

Система поддерживает установку следующих типов накопителей:

- NL SAS (Nearline SAS) — диски большой емкости, предназначенные для хранения холодных данных, архивов и потоковой записи видео.
- SAS HDD 10K RPM — диски со скоростью вращения шпинделя 10 000 об/мин. Показывают производительность выше, вплоть до 15% относительно NL-SAS на некоторых паттернах нагрузки.
- SAS SSD — твердотельные накопители с пропускной способностью до нескольких гигабайт в секунду и производительностью десятки и сотни тысяч IOPS. Обеспечивают субмиллисекундные задержки, что в 30-50 раз быстрее SAS HDD 10K RPM и в 100+ раз быстрее NL SAS по времени отклика.

Максимальная емкость одной системы хранения составляет до 574 накопителей. Это достигается за счет использования до 6 дисковых полок по 96 накопителей в каждой. При этом в первой полке слоты 94 и 95 зарезервированы для системных дисков.

Система допускает следующие варианты комплектации:

- Полностью дисковая конфигурация на основе SAS HDD.
- Полностью SSD-конфигурация на основе SAS SSD.
- Гибридная конфигурация, включающая как SAS HDD, так и SAS SSD.

Для дисковых массивов типа HDD минимально допустимое количество установленных накопителей составляет 24 единицы, для SSD — 12 единиц. Эти ограничения обеспечивают корректную настройку RAID-групп и оптимальное распределение данных внутри системы.

Spare-диски (резервное пространство)

Spare-диски в TATLIN.UNIFIED рассчитываются на пул. Под spare выделяются не диски целиком, а объём, равный размеру выбранного количества spare-дисков. Он равно распределяется между всеми дисками пула.
Какое бы количество spare не было указано, все диски находятся под нагрузкой и участвуют в хранении данных.

Рекомендации по использованию типов дисков

Выбор типа дисков для СХД прежде всего зависит от целей ее использования. HDD диски предоставляют большую емкость при более низкой производительности. Это снижает стоимость хранения за единицу объема у HDD дисков по сравнению с SSD дисками. СХД с HDD дисками следует использовать для хранения больших объемов данных с низкой интенсивностью доступа: архивы, файловые хранилища, резервные копии и т.п.

SSD диски имеют высокую производительность при гораздо более высокой стоимости. СХД на дисках SSD следует использовать для данных с высокой интенсивностью обработки: СУБД, виртуализация, биллинг и т.п.

Тип дисков сильно влияет на производительность пула из-за особенностей технологии:

- Для HDD — скорость работы механики дисков.
- Для SSD — насыщение транспорта доставки данных от/до диска, вычислительные мощности обработки СХД, скорость работы самих дисков.

В таблице ниже суммированы рекомендуемые области применения технологий дисков HDD и SSD. При выборе схемы защиты данных необходимо исходить из требований к производительности и отказоустойчивости.

При выборе схемы защиты следует учитывать размер используемых дисков и скорость их перестроения в случае отказа. Выбор схемы защиты должен быть обоснован требованиями к доступности данных, так как если в группе 8+1, обеспечивающей файловое хранение, откажет один из дисков HDD емкостью 16 ТБ, то его перестроение может идти в течение нескольких суток. В это время велика вероятность выхода из строя ещё одного диска (одна партия с одинаковым браком) и данные всей группы будут потеряны. Очевидным выбором для такой группы будет схема защиты 4+2 или 8+2. С точки зрения возможностей технологии хранения наиболее производительной будет схема защиты типа зеркало 1+n. Однако такая схема защиты является наиболее затратной по резервированию дискового пространства: от 50% (1+1) до 75% (1+3) дисков выключены из полезного объема. Данную схему можно рекомендовать только для дисков небольшого объема, которые обеспечивают наиболее интенсивную обработку данных и в то же время не предъявляют высоких требований к длительности хранения данных. Наиболее очевидный пример — redo логи в СУБД Oracle. Схема «зеркало» является узкоспециализированной опцией и рекомендуется только после всестороннего исследования профиля нагрузки. В общих рекомендациях данная схема не указана. В таблице приведены примеры схем защиты, которые применимы для HDD и для SSD дисков.

Сценарий	HDD	SSD	Рекомендуемая схема защиты (приведены в порядке от наиболее производительной к наименее)
Видеонаблюдение	да	да	4+1, 4+2, 8+1, 8+2.
Резервное копирование	да	да	4+1, 4+2, 8+1, 8+2.
Архивное хранение	да	да	4+2, 8+2.
Системы виртуализации	нет	да	4+1, 4+2. Схемы 8+1 и 8+2 могут быть рекомендованы после исследования профиля нагрузки.
Контейнеризация	нет	да	4+1, 4+2. Схемы 8+1 и 8+2 не рекомендованы к использованию в продуктивной среде.
СУБД	нет	да	(1+n), 4+1, 4+2. Схемы 8+1 и 8+2 не рекомендованы к использованию в продуктивной среде.
Файловое хранение	да	да	4+1, 4+2, 8+1, 8+2.
Биллинговые системы	нет	да	(1+n), 4+1, 4+2. Схемы 8+1 и 8+2 не рекомендованы к использованию в продуктивной среде.
VDI	нет	да	4+1, 4+2. Схемы 8+1 и 8+2 не рекомендованы к использованию в продуктивной среде.

Влияние количества дисков на производительность системы

SSD

Рост производительности происходит до 12 дисков, после чего масштабирование производительности от количества дисков не наблюдается.

При этом даже если в системе создано несколько мелких пулов, но все они одновременно испытывают активную нагрузку, то сами накопители всё равно не будут узким местом.

Чаще всего ограничивающим фактором является производительность контроллера SAS HBA, через который контроллер СХД работает с дисковыми полками.

Критическим параметром является интенсивность операций (IOPS), которая часто достигает высоких значений при записи мелким блоком: например, для одной записи блока 4к на схеме 8+2 необходимо отправить на 10 дисков суммарно порядка 20 I/O.

Реже скорость контроллера SAS HBA ограничивается пропускной способностью различных шин передачи данных (PCIe, SAS). Такая ситуация может возникнуть при работе блоком 32K, 64K и более, а также при последовательном доступе любым блоком.

Другим фактором, который может существенно влиять на производительность СХД, может стать вычислительный ресурс СХД — производительность CPU. Чаще всего такие ситуации встречаются при сценариях с большой долей чтения мелким блоком и с интенсивностью ближе к 1 млн IOPS.

HDD

При настройке системы хранения данных с использованием HDD накопителей на производительность значимо влияет количество дисков в системе и степень защиты.

Чем больше установлено накопителей, тем выше суммарная производительность СХД. Производительность системы растет при увеличении количества дисков на пул вплоть до 90 дисков. Однако, масштабирование нелинейное, поэтому, с точки зрения производительности, суммарная скорость двух пулов по 45 дисков будет выше, чем одного пула на 90 дисков.

При суммарном количестве дисков более 50 производительность двух пулов будет выше, чем одного.

Конфигурирование пулов и разбиение на ресурсы

С точки зрения конфигурирования пулов и разбиения на ресурсы для достижения максимальной производительности системы имеется большое количество факторов.

Основными факторами являются:

- Количество пулов, их схема защиты и их тип.
- Количество ресурсов, их размер, размер страйпа и опция оптимизации под большой блок.

Общие рекомендации

Для достижения максимальной производительности последовательных операций на HDD рекомендуется разбивать большое количество дисков на несколько пулов. Количество дисков в каждому пуле рекомендуется делать кратным схеме защиты (D+P). Увеличение количества пулов положительно сказывается на общей пропускной способности. Простое правило: два пула по 60 дисков быстрее, чем один пул из 120 дисков, а четыре пула по 30 дисков — ещё быстрее.

Для случайного доступа, как у HDD, так и у SSD, количество пулов не оказывает существенного влияния на производительность. Их разделение должно определяться исключительно административными и логическими соображениями.

Для SSD объединение дисков в пулы следует выполнять исходя из удобства администрирования и логической организации ресурсов.

Пулы впоследствии можно расширять, добавляя накопители. Расширять пулы дисками лучше количеством кратным схеме защиты (D+P). Например, по 10 накопителей за раз для схемы 8+2, или 5 накопителей для 4+1

Особенности конфигурирования HDD пулов

При проектировании архитектуры СХД критически важно разграничивать различные типы нагрузок, поскольку они могут негативно влиять друг на друга при размещении на одних и тех же физических ресурсах.

Основные принципы:

- **Разделение по характеру операций**
  Избегайте размещения на одном HDD-пуле приложений с кардинально разными паттернами доступа. Например, системы резервного копирования генерируют крупные последовательные операции записи, которые могут полностью блокировать случайные операции OLTP-базы данных на том же пуле, увеличивая их задержки с 5-10 мс до 50-100 мс.
- **Сегрегация по интенсивности нагрузки**
  Высоконагруженные приложения следует изолировать от менее активных систем. Интенсивная случайная нагрузка от виртуальных машин может деградировать производительность файловых систем и баз данных на том же пуле, даже если они используют разные LUN.

- **Временное разделение нагрузок**
  Планируйте выполнение ресурсоемких операций (резервное копирование, дефрагментация, массовые ETL-процессы) в периоды минимальной активности продуктивных систем, либо выделяйте для них отдельные пулы ресурсов.

На HDD-дисках не рекомендуется создавать косвенные пулы. На косвенных пулах, в отличие от пулов с прямой адресацией, присутствует работа с метаданными, расположенными на дисках. Эта особенность порождает случайный доступ мелким блоком на диски. Влияние на производительность в случае HDD существенная.

Для нагрузок последовательного типа на HDD использование нескольких пулов меньшего размера позволяет достичь более высокой суммарной производительности, чем при использовании одного большого пула с тем же общим количеством дисков.

Например, производительность одного пула из ста дисков при последовательной нагрузке будет ниже, чем у двух пулов по 50 HDD-накопителей.

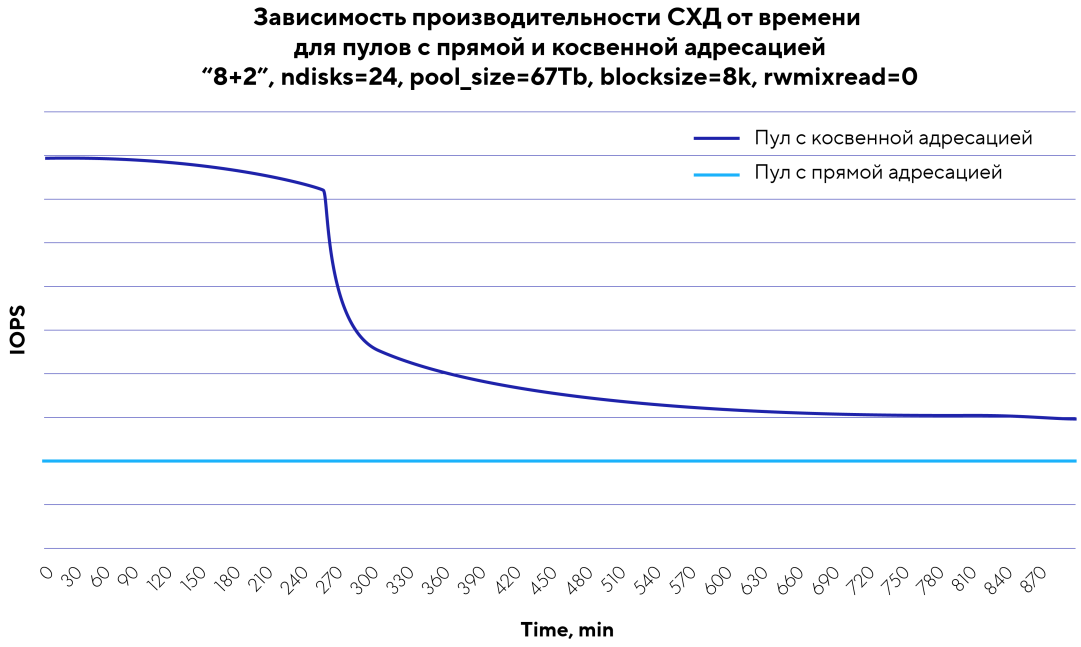
Однако пул большего размера лучше выдерживает всплески случайного доступа мелким блоком.

Особенности производительности прямых и косвенных SSD пулов

Основное отличие косвенных пулов от прямых с точки зрения конечного использования — возможность создания снапшотов и клонов. Также косвенные пулы можно создать только с «тонким выделением» (thin provisioning).

В отличие от пулов с прямой адресацией, производительность пулов и, как следствие ресурсов, с косвенной адресацией зависит от предыстории нагрузки на пул. Поэтому она может изменяться со временем, но всегда будет выше, чем у пулов с прямой адресацией.

График, иллюстрирующий пример зависимости производительности со временем для пула с прямой и косвенной адресацией



Из графика:
- Производительность прямого пула не зависит от времени эксплуатации.
- Пул с косвенной адресацией в начале эксплуатации имеет большую производительность, чем в установившемся состоянии. Это связано с особенностями работы косвенных пулов.

Особенности работы пулов с косвенной адресацией

- Не рекомендуется размещать на HDD пулы с косвенной адресацией.
- Ресурсы с косвенной адресацией работают с использованием подхода Redirect on Write. Данные никогда не перезаписываются в том же месте физического адресного пространства пула. Вместо этого под новую запись всегда выделяется новый свободный блок, а старый освобождается, если он не используется другим томом или снапшотом.
- Все накопленные в кэше на запись данные по возможности объединяются и записываются в область данных одним большим блоком для увеличения производительности СХД. Такая возможность возникает, если в кэше есть данные и их виртуальные адреса расположены относительно недалеко друг от друга.
- По возможности среди свободного пространства пула будет найдено место для записи крупного блока. Если такого места не найдется, то большой блок будет разделен на части.
- Косвенные пулы для стабильной работы лучше заполнять данными не более чем на 85%.
- Метаданные, содержащие информацию о косвенной адресации, кэшируются. В случае, если данных о физическом расположении виртуального адреса нет в кэше, то обращение к такому адресу вызывает дополнительную операцию чтения метаданных из области метаданных.
- Чтение из адресов, куда ещё не производилась запись, возвращает нули и происходит без чтения из области данных.

Количество ресурсов

HDD

Для оптимальной производительности HDD с определенной схемой защиты (например, 8+2), рекомендуется создавать логические ресурсы (тома или LUN) в соотношении 1 ресурс — 1 группа дисков, соответствующая схеме защиты.

При последовательном доступе (например, при работе с большими файлами или потоковым чтением/записью):

- Один логический ресурс на группу позволяет максимально эффективно использовать параллелизм дисков.
- Избегается конкуренция за I/O между несколькими ресурсами внутри одной группы.
- Уменьшается фрагментация данных и повышается предсказуемость производительности.
- При случайном доступе на HDD количество ресурсов не влияет на производительность.

SSD

Для достижения максимальной производительности при настройке дисковых пулов на базе SSD-накопителей, необходимо создать минимум 4 логических ресурса на один пул с целью равномерного распределения нагрузки между устройствами.

Схема защиты

Схема защиты существенно влияет на общую производительность, причем это влияние усиливается по мере роста доли операций записи в общей нагрузке на дисковые ресурсы.

Схема защиты 4+x — быстрее, 8+x — медленнее.

Общая причина этого в том, что производительность зависит не только от количества дисков, но и от способа распределения данных и чётности.

Пример тестирования последовательной записи на один пул с разной схемой защиты и разным количеством HDD

GEN2	ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНАЯ ЗАПИСЬ, MiB/s	
Кол-во HDD	8+2 прямой	4+1 прямой
12	550	910
32	1 275	1 900
62	1 976	2 500
96	2 600	3 660

Размер страйпа

Размер страйпа может оказать влияние на производительность системы.

Пулы с прямой адресацией

Для SSD накопителей рекомендуется всегда использовать значение размера страйпа по умолчанию. Это значение оптимально подобрано для большинства сценариев использования и обеспечивает сбалансированную производительность.

Для HDD также следует использовать размер страйпа по умолчанию. Увеличение этого параметра может быть оправдано только в случае, если предварительно изучена техническая документация, а также проведены тесты с нагрузкой, максимально приближенной к реальной рабочей.

Пулы с косвенной адресацией

В пулах с косвенной адресацией возможность изменения размера страйпа отсутствует. Значение фиксировано и определяется внутренней логикой работы таких пулов.

Опция "Optimize for large block"

Опция "Optimize for large block" предназначена для повышения производительности операций записи. При этом она не влияет на операции чтения.

SSD

> ! Для твердотельных накопителей использование этой опции не рекомендуется. Включение может привести к снижению эффективности работы подсистемы хранения данных.

HDD

Является важной опцией при конфигурировании HDD ресурсов на TATLIN.UNIFIED.

Для жестких дисков следует включать данную опцию при наличии в нагрузке:

- большого процента блоков данных, превышающих размер страйпа;
- последовательной записи с использованием любых размеров блоков.

> ! Опция не работает, если отключен кэш на запись.

Дополнительные пояснения

- При последовательной записи и стандартном размере страйпа активация опции позволяет значительно повысить производительность вне зависимости от размера блока.
- При случайной записи положительный эффект от включения опции проявляется только при размере блока выше 64 КБ.

Эта настройка может быть полезна при оптимизации системы под конкретные типы нагрузки, особенно при работе с большими блоками данных и высокой интенсивностью записи. Отсутствие данной опции на указанных паттернах приведёт к падению производительности более чем в три раза. На некоторых других паттернах падение производительности может достигать десяти и более раз.

Рекомендации при работе с Файловыми ресурсами

Файловые сервисы системы масштабируются пропорционально количеству подключенных клиентов.
По умолчанию все точки монтирования, использующие один и тот же сетевой порт, разделяют единое сетевое соединение (сокет). Это ограничивает суммарную производительность до уровня, характерного для одного клиента, независимо от количества активных точек монтирования.
Рекомендуем создавать не менее 4 ресурсов на каждый сетевой порт.

Монтирование ресурсов SMB

Чтобы обойти это ограничение при использовании протокола SMB, рекомендуем применять параметр nosharesock. Эта настройка позволяет каждому ресурсу использовать отдельный сокет, обеспечивая более равномерное распределение нагрузки и повышение общей пропускной способности.
Пример:

```
mount.cifs -o vers=3.1.1,username=$USERNAME,password=$PASSWORD,rw,soft,actimeo=0,nosharesock
//$RESOURCE_IP/$RESOURCE_NAME /path/to/mnt/point/
```

ПРИМЕР НАЧАЛЬНОЙ НАСТРОЙКИ СХД

Задача
Настроить СХД для системы видеонаблюдения.

Исходные данные

Группа параметров	Параметр	Описание и примеры
Профиль рабочей нагрузки	Соотношение чтения и записи	R/W = 0% большую часть времени. В моменты просмотра камер R/W = 10%.
	Случайный или последовательный доступ	Запись и чтения последовательны.
	Размер блока	Размер блока на запись — 1 Mb, блок на чтение — 32 K.
Требования к производительности	Пропускная способность (Throughput)	Пропускная способность должна быть не ниже 2 Gb/s в любой момент времени. Возможны пиковые нагрузки до 3 Gb/s длительностью до нескольких минут.
Планируемый объём хранимых данных и максимальная емкость СХД	Объём хранимых данных	Объём пользовательских данных 600 TB.
Параметры сетевого подключения	Тип подключения (ISCSi, FC, NVMe-over-TCP)	FC.
	Пропускная способность интерфейсов	32 Gb x 4.
Программные и пользовательские требования (для ещё более точного профилирования будущих нагрузок)	Тип приложений	Система видеонаблюдения.
	Протоколы доступа	Блочный доступ по FC.

Настройка конечной системы

Параметр	Значение
Количество и тип дисков в СХД	Для хранения 600 TB пользовательских данных в зависимости от схемы защиты и требуемой производительности достаточно от 90 накопителей NL-SAS объёмом 10 TB.
Spare-диски	Количество Spare-дисков определяется степенью отказоустойчивости, которая необходима конечному заказчику. Для текущей задачи выберем 1 накопитель на пул. Добавим их к общему числу дисков.
Тип пула	Для HDD-накопителей рекомендуется использовать пулы прямой адресации.
Количество пулов	Для обеспечения необходимой производительности необходимо как минимум 2 пула со схемой защиты 8+2. Или один большой пул 4+1. Для обеспечения запаса по производительности рекомендуется делить большое количество дисков на несколько пулов. При данных требованиях двух пулов по 45 дисков будет достаточно.
Схема защиты	Так как в каждом пуле по 45 дисков, то для обеспечения равномерного распределения нагрузки и большей производительности целесообразно делить пулы на количество ресурсов, кратных количеству дисков в схеме защиты. В таком случае выгоднее выбрать схему защиты 4+1.
Количество ресурсов	Количество ресурсов на пул в лучшем случае = Количество дисков в пуле / количество дисков в схеме защиты. В нашем случае 45 дисков, по 5 дисков на схему. Итого — 9 ресурсов.
Размер страйпа	Так как у нас различные блоки чтения и записи, рекомендуем оставить размер страйпа по умолчанию. Для схемы защиты 4+1 он составляет 16 Kb.
Опция "**Optimize for large block**"	Опцию **Optimize for large Block** рекомендуем включать на всех типах нагрузки для HDD ресурсов.

КРАТКИЕ ВЫВОДЫ

	HDD	SSD
Сценарии использования	Последовательный доступ: • резервное копирование; • видеонаблюдение; • архивы. ! Не рекомендуем рассматривать HDD под случайный доступ.	Случайный и последовательный доступ.
Пулы	• Производительность выше при разбиении на несколько пулов. • Рекомендуем разбивать на 2 и более пула, если больше 50 дисков. • Большой пул лучше выдерживает всплески случайной нагрузки мелким блоком. • Рекомендуем выбирать размер пула кратно схеме защиты (D+P). • Рекомендуем использовать отдельные пулы под разные типы нагрузки: паттерны, уровень нагрузки, отделять ресурсоемкие операции. • Рекомендуем расширять пулы количеством дисков кратным схеме защиты. ! Не рекомендуем создавать косвенные пулы для HDD.	• Рекомендуем расширять пулы количеством дисков кратным схеме защиты. • Рекомендуем использовать не менее 4 ресурсов на 1 пул. • При случайном доступе количество пулов не влияет на производительность. • Производительность косвенных пулов со временем снижается, но всегда остается выше, чем у прямых пулов. • Производительность прямых пулов не зависит от времени эксплуатации. ! Не рекомендуем заполнять косвенные пулы более чем на 85%.
Логические ресурсы	Рекомендуем на 1 ресурс назначать 1 группу дисков, соответствующую схеме защиты.	
Страйп	Рекомендуем использовать страйп по умолчанию.	
Количество дисков	Повышение количества дисков (до 90 на один пул) положительно влияет на производительность.	Количество дисков свыше 12 на систему не повышает производительность (ограничителем выступает контроллер SAS HBA и производительность CPU).
Optimize for large block	Рекомендуем использовать совместно с включенным кэшем на запись для достижения лучшей производительности.	! Не рекомендуем использовать опцию Optimize for large block.
Степень защиты	Чем короче цепочки D+P (схема защиты), тем выше производительность (например, 4+2 быстрее 8+2).	
Spare	Spare — не диск, а пространство. Все диски находятся под нагрузкой и участвуют в хранении данных.	
Время доступа к данным	В худшем случае, когда для работы с данными требуется IO с накопителями, то время доступа к данным будет определятся самым медленным диском в пуле.	
Файловые ресурсы	Рекомендуем создавать не менее 4 ресурсов на каждый сетевой порт.	