

ПО CyberStudio в Kubernetes. Краткие требования к инфраструктуре

Платформа CyberStudio
Версия 0.1

1 НАЗНАЧЕНИЕ, ПРОФИЛИ, СОСТАВ ПО

Документ в краткой форме задаёт инфраструктуру для развёртывания платформы CyberStudio (далее платформа) в кластере Kubernetes: виртуальные машины, кластер, внешние хранилища. Полный вывод, примеры расчёта и порядок установки — в основном документе и руководстве администратора. Соответствует платформе версии 3.22 и базовому Helm-чарту `cyberphysics/tpl 0.12.1`.

Термины: единица оборудования (далее ЕО) — агрегат под мониторингом; тег — собираемый параметр (период опроса 60 с); модель — расчётный объект платформы; ярус — диапазон числа ЕО, для которого рассчитаны ресурсы.

Профиль — вариант размещения компонентов; каждый профиль полная система. Профиль 1 применяется без требований к доступности и без реальных данных; профиль 2 — данные переживают отказ одного сервера, простой на восстановление допустим; профиль 3 — отказ одного сервера не виден пользователям.

Таблица 1.

Профили развёртывания

Профиль	Хранилища	Резервирование	Наблюдаемость	Когда применять
1	в кластере, поды	нет	нет	разработка, демонстрация, пилот; фиксированно 5 ВМ
2	внешние серверы	данных: реплики Kafka, ClickHouse, PostgreSQL	рекомендуется	тест, приёмка, промышленная эксплуатация без требований к непрерывности
3	внешние серверы	данных и приложений: реплики, разнесение по серверам, SSD	обязательна	промышленная эксплуатация

Число ЕО задаёт масштаб: калибровочная установка — 89 ЕО, 1900 моделей, 5500 тегов (21 модель и 62 тега на одну ЕО). Например, установка на 270 моделей — это около 13 ЕО и 800 тегов, то есть нижний ярус «до 100 ЕО»; в профиле 2 ей соответствуют 15 виртуальных машин, 44 ядра, 142 ГБ ОЗУ и 960 ГБ диска (раздел «Что предоставить»).

В кластере во всех профилях работают сервисы приложений (19 релизов и 14 веб-приложений, CyberStudio 3.22), поставщик удостоверений Keycloak (заменяем внешним OIDC), OAuth2-Proxy, кэш Valkey, Schema Registry и Kafka Connect с Debezium. Хранилища — Apache Kafka (KRaft), ClickHouse с Keeper, PostgreSQL под управлением Patroni и объектное хранилище S3 — в профиле 1 работают как поды кластера, в профилях 2 и 3 вынесены на отдельные серверы. Стек наблюдаемости (Prometheus, Grafana, Alertmanager, Promtail, VictoriaLogs) обязателен в профиле 3 и рекомендуется в профиле 2; административные интерфейсы Kafka UI, pgAdmin и RedisInsight — по желанию. Узел с графическим ускорителем и обработка высокочастотных данных вне области документа.

2 ЧТО ПРЕДОСТАВИТЬ: СЕРВЕРЫ ПО ЯРУСАМ

Сводная таблица задаёт обязательные серверы по ярусам (число ЕО под мониторингом) для профилей 2 и 3; профиль 1 фиксирован (5 ВМ). Формат ячейки — число серверов × (ядра, ОЗУ в ГБ, диск в ГБ). Независимо от яруса: процессор узлов x86-64 с поддержкой AVX2 (без неё обучение и расчёт моделей не запускаются); ОС — любой

дистрибутив Linux; сеть между рабочими узлами и серверами хранилищ 10 Гбит/с при RTT до 1 мс; класс хранения кластера — SSD, режим ReadWriteOnce, 2 ГиБ обязательно и 47 ГиБ при полном составе; управляющих узлов всегда три.

Таблица 2.

Сводная потребность в серверах по ярусам (профили 2 и 3)

Роль	До 100 ЕО	До 150 ЕО	До 250 ЕО	До 1000 ЕО	Тип диска в профиле 3
Управляющие узлы	3 × (2, 8, 50)	3 × (2, 8, 50)	3 × (2, 8, 50)	3 × (2, 8, 50)	HDD
Рабочие узлы	4 × (4, 16, 40)	6 × (4, 16, 40)	8 × (4, 16, 40)	6 × (24, 64, 100)	HDD
Kafka	3 × (4, 8, 100)	3 × (6, 16, 200)	3 × (6, 16, 300)	3 × (8, 16, 500)	SSD
ClickHouse, узлы данных	2 × (2, 6, 100)	2 × (3, 6, 200)	2 × (3, 6, 300)	2 × (4, 16, 1000)	SSD
ClickHouse Keeper	1 × (2, 2, 30)	1 × (2, 2, 30)	1 × (2, 2, 30)	1 × (2, 2, 30)	SSD
PostgreSQL	2 × (2, 8, 60)	2 × (3, 8, 60)	2 × (3, 8, 60)	2 × (4, 8, 60)	SSD
Итого виртуальных машин	15	17	19	17	
Итого ядер	44	62	70	192	
Итого ОЗУ, ГБ	142	198	230	506	
Итого диск, ГБ	960	1 540	2 120	4 400	
Объектное хранилище S3	60 ГБ	60 ГБ	60 ГБ	60 ГБ	

Диск узла — не менее 50 ГБ на управляющем и 40 ГБ на рабочем; тип диска серверов хранилищ — в последнем столбце. Требования к кластеру и инструментам развёртывания — ниже.

Таблица 3.

Требования к кластеру и инструментам

Требование	Значение
Версия Kubernetes	от 1.25 до 1.34
Пространство имён	одно (cyberstudio), создаётся администратором кластера до установки
Способ установки	helmfile, чарт cyberphysics/tpl 0.12.1; учётная запись с правом создавать PVC, Ingress, Secret, Deployment, StatefulSet, Job
Ingress и TLS	nginx Ingress Controller; одно входное имя FQDN; сертификат вручную или через cert-manager
Балансировщик	LoadBalancer кластера или внешний перед ingress, порты 80 и 443; тело запроса до 500 МБ на путях datalake и import
Реестр образов	доступ узлов к реестру поставщика или зеркалу (Harbor, Nexus); зеркало 4 ядра, 8 ГБ, 500 ГБ SSD; pull secret в пространстве имён
Инструменты на хосте установки	kubectl 1.28 и новее, Helm 4.1.0, Helmfile 1.4.1
Инструменты на серверах хранилищ	Docker Engine 24 и новее, Docker Compose 2.20 и новее
Время и имена	синхронизация NTP и разрешение DNS на каждом узле
Сетевые порты	Kafka 9092, 9093; ClickHouse и Keeper 8123, 9000, 9009, 9181, 9234; PostgreSQL 5432; S3 443 или 9000; DNS и NTP 53, 123; реестр и внешний OIDC 443; рабочие места к ingress 80, 443

3 РАСЧЁТ РЕСУРСОВ И ВНЕШНИЕ ХРАНИЛИЩА

Потребность складывается из постоянной части (управляющие узлы, инфраструктура внутри кластера, минимальный след каждого сервиса) и части, зависящей от числа тегов и моделей; оба числа выводятся из числа ЕО. Расчёт откалиброван по одной

работающей установке (89 ЕО), рассчитан на 50 одновременно работающих пользователей и период опроса 60 с. Правило пересчёта:

- удельно рабочие узлы стоят 13–16 ядер на 100 ЕО и 0,4–0,65 ГБ ОЗУ на одну ЕО; крупные ярусы дешевле в расчёте на одну ЕО;
- число ЕО между ярусами — линейная интерполяция ядер и ОЗУ с округлением вверх до целого числа узлов; свыше 250 ЕО — переход на узлы 24 ядра и 64 ГБ;
- в профиле 3 не менее трёх рабочих узлов независимо от расчёта, для распределения реплик;
- серверы хранилищ — ядра и ОЗУ из ближайшего большего яруса, диск с округлением вверх до 100 ГБ;
- если на одну ЕО приходится больше 62 тегов или 21 модели, расчёт ведётся по тегам и моделям, а не по числу ЕО.

Пример (профиль 2, около 270 моделей). Число ЕО около 13, тегов около 800 — нижний ярус «до 100 ЕО»: 15 виртуальных машин, 44 ядра, 142 ГБ ОЗУ, 960 ГБ диска; на серверах хранилищ допустимы диски HDD. Рекомендуемая квота пространства имён: `requests.cpu 5`, `requests.memory 32Gi`, `limits.memory 112Gi`; лимит CPU не задавать или задать значение по умолчанию через `LimitRange` (лимит CPU выставлен лишь у нескольких подов).

Внешние хранилища (профили 2 и 3) — виртуальные машины с Linux, Docker Engine и Docker Compose, каждая запускает свой `compose`-файл из поставки; в профиле 1 те же компоненты работают как поды кластера.

Таблица 4.

Внешние хранилища и шина (профили 2 и 3)

Хранилище	Состав	Ключевые параметры
Kafka	3 брокера (KRaft)	фактор репликации 3, минимум синхронных реплик 2, хранение 12 ч, автосоздание топиков выключено; кворум при отказе одного брокера
ClickHouse	основной узел, реплика, Keeper (кворум из 3)	ReplicatedMergeTree; рост около 7 ГБ в год на 1000 тегов на каждой реплике; объём ограничивается политикой TTL
PostgreSQL	основной узел, реплика (Patroni)	<code>wal_level = logical</code> , 18 баз данных, суточный <code>pg_basebackup</code> с архивом WAL
S3	одна корзина, стартовый объём 60 ГБ	доступ по HTTPS (порт 443 или 9000); сервис заказчика или отдельный MinIO

Величины — инженерная оценка, откалиброванная по работающей установке; уточняются по результатам нагрузочных испытаний и не образуют договорного обязательства. При превышении оценочного числа тегов или моделей ресурсы растут пропорционально.