СУВЕРЕННЫЙ АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС БЕЗОПАСНОСТИ И СКУД

SENTINEL AI™ V4.1 — АРХИТЕКТУРНЫЙ ПАСПОРТ 11-КОНТЕЙНЕРНОЙ ЭКОСИСТЕМЫ

Инженерный паспорт 11 микросервисов: сквозные потоки данных, голосовой пульт Voice C2 (Asterisk 20), корпоративный мониторинг Zabbix SLA 99.99% и суверенный Anycast DNS & Edge WAF Gateway (1.1.1.1 / 8.8.8.8).

< 15 мс	~753 МБ	99.99%	0% Износа
Акустический AED Детекция выстрелов и взрывов	RAM Footprint Всех 11 контейнеров на старте	Доступность SLA Без единой точки отказа	Защита SSD дисков 30-сек RAM RingBuffer в Go

АРХИТЕКТУРНЫЙ МАНИФЕСТ И СТРАТЕГИЧЕСКИЕ ЦЕЛИ V4.1:
В релизе 4.1 суверенная платформа SENTINEL AI объединяет стек технологий 21 века в 11 изолированных микросервисах под управлением Docker Compose. Комплекс полностью устранил уязвимости устаревшего легаси (потреблявшего до 32 ГБ VRAM и уничтожавшего SSD непрерывной видеозаписью 24/7).
С интеграцией 11-го микросервиса — Sovereign Anycast DNS & Edge WAF Gateway (Cloudflare AS13335 1.1.1.1 + Google AS15169 8.8.8.8, sub-1ms резолвинг, Zero-Trust nftables), наряду с Asterisk Dual-Stack Voice C2 и Zabbix Enterprise Telemetry, платформа обеспечивает замкнутый цикл: от акустической детекции выстрела за <15 мс до локдауна дверей СКУД, обзвона по PSTN/GSM и вывода 60 FPS телеметрии в ситуационный центр без внешних облачных зависимостей.

Сквозная Топология Потоков Данных (Real-Time Pipeline):

Этап 1: Захват & Сейф	Этап 2: Интеллект ИИ	Этап 3: СКУД & Голос	Этап 4: Шлюз, SOC & NOC
[7] Go Stream Recorder • Захват RTSP/ONVIF 24/7 • 30с RAM RingBuffer • Скремблер приватности • 0% износа SSD дисков • SHA-256 крипто-WORM	[6] FastConformer AI • ONNX AED (<15 мс фронт) • Билингвальный STT (KZ/RU) • Tier-1 сито: 85% шум за 1.2мс • Tier-2 LLM верификация • RTF >= 1.0 (быстрее звука)	[3,4] Backend & [8] Asterisk • Локдаун Modbus / Shelly Pro • Казахтелеком PSTN транк • PJSIP пейджинг в динамики • Voice C2 пульт (PIN 7788) • Celery приоритет очередей	[11] Gateway, [9,10] Cockpit/ZBX • Anycast DNS (1.1.1.1 / 8.8.8.8) • nftables Zero-Trust фильтр • 60 FPS Canvas спектрограмма • Zabbix LLD авто-дискавери • 4 языка: KZ, RU, EN, ZH

Сетевая Изоляция Docker и Политика Доступа (Network Security Mesh):

Шлюз / Контейнер	Внешний Порт	Протокол & Назначение	Политика Защиты & Изоляция
[11] Sovereign Gateway	8092:8092	Anycast DNS 1.1.1.1/8.8.8.8, Edge WAF, QoS, ARP Guard	Zero-Trust nftables, блокировка DNS-спуфинга, sub-1ms fast-path.
[3] Backend API Core	8080:8000	REST API, ASGI WebSockets, СКУД реле (Modbus/Shelly)	Ingress шлюз, Rate-limit, CORS, JWT аутентификация.
[9] Mission Cockpit	3002:3000	Next.js 14 Standalone UI, SOC консоль оператора	HTTPS / WSS проксирование, Zero Layout Shift, 4 языка.
[8] Asterisk Dual SIP	5060, 5080	chan_sip (Казахтелеком), res_pjsip (IP-динамики)	CPS 1.5с рейтлимит, изоляция RTP 10000-10050, PIN 7788 защита.
[10] Zabbix Agent 2	10050:10050	Пассивные/активные проверки NOC сервера	Доступ только с IP Zabbix Server/Proxy (PSK шифрование).
PostgreSQL & Redis	ИЗОЛИРОВАНЫ	Внутренняя шина данных и брокер задач Celery	Строгий запрет внешнего доступа! Только внутри sentinel-net.

ИНЖЕНЕРНЫЙ ПАСПОРТ ЭКОСИСТЕМЫ • ЧАСТЬ 1

Контур Базы Данных, Шины Событий и Ядра Управления (Сервисы 1–5)

Детальные технические спецификации системных сервисов хранения, маршрутизации и асинхронного исполнения задач.

Сервис / Контейнер	Базовый образ & Порты	Архитектурное Назначение & Роль	Механизмы Отказоустойчивости & RAM
[1] postgres **Реляционное ядро**	postgres:16-alpine Порт: 5434:5432 Вольюм: postgres-data	• Мультитенантная изоляция через FacilityScopedQuerySet. • Хранение инцидентов, пользователей, картотеки СКУД и правил. • Неизменяемые цифровые отпечатки аудиозаписей (SHA-256). • Оптимизированные B-Tree индексы для мгновенного поиска.	• Healthcheck pg_isready раз в 5 сек. • Изоляция от стандартного 5432 порта хоста. • WAL журналирование с защитой от сбоев питания. • Потребление RAM: ~35 МБ в покое.
[2] redis **Шина событий & кеш**	redis:7-alpine Порт: 6381:6379 Вольюм: redis-data	• Брокер очередей Celery (изолированные БД DB1 и DB2). • Канальный слой Django Channels для WebSockets (DB0). • Кеш синтезированных аудиофайлов TTS для повтора <10 мс. • Rate-limiting сессий и хранилище одноразовых токенов.	• Персистентный снапшоттинг --save 60 1. • Автоматический реконнект WebSocket каналов. • Политика вытеснения volatile-lru при переполнении. • Потребление RAM: ~18 МБ.
[3] backend **Django 5.x ASGI Ядро**	Custom Python 3.12 Порт: 8080:8000 Uvicorn / Gunicorn	• Центральный шлюз REST API и WebSocket-потоков. • Диспетчер протоколов СКУД: Modbus TCP (ADAM-6060), Shelly Pro, Hikvision ISAPI, Dahua CGI. • Zabbix Metrics Collector: сбор LLD и метрик ИИ без нагрузки на БД. • Webhook интеграция экстренного пульта Asterisk Voice C2.	• Строгая мультитенантность без утечек данных. • Защита от перегрузки пула соединений БД. • Неблокирующий ввод-вывод на базе ASGI Uvicorn. • Потребление RAM: ~85 МБ.
[4] celery-worker **Асинхронные воркеры**	Custom Python 3.12 Внутренний сервис Concurrency: 4 воркера	• Обработка 5 изолированных очередей задач: — alerts: доставка в Telegram, Email, Asterisk. — lockdown: экстренная блокировка замков СКУД. — voice_dispatch: синтез речи и SIP-пейджинг. — ai_callbacks, audio_ingestion.	• Гарантированная доставка критических алертов без зависания в очереди тяжелого аудио. • Автоматический перезапуск зависших воркеров. • Таймаут выполнения задач: 30 минут. • Потребление RAM: ~75 МБ.
[5] celery-beat **Планировщик & Watchdog**	Custom Python 3.12 Внутренний сервис Периодический шедулер	• Мониторинг застрявших или прерванных RTSP-потоков камер. • Контроль дисковых квот WORM-хранилища (порог 50 ГБ). • Синхронизация расписаний дежурств и графиков охраны. • Периодический аудит журнала доступа и прав операторов.	• Изолированный процесс, независимый от нагрузки воркеров. • Автоматический перезапуск при программных сбоях. • Точность шедулинга с шагом до 1 секунды. • Потребление RAM: ~40 МБ.

КЛЮЧЕВЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА КОНТУРА ЯДРА И АСИНХРОННОСТИ:
1. Разделение вычислительных контуров: Вычисления (синтез речи, рассылка push, экстренный автодозвон Asterisk, генерация судебных протоколов) изолированы в Celery. Время отклика REST API стабильно <20 мс.
2. Мгновенная реакция СКУД: Блокировка замков (lockdown) исполняется по выделенной очереди за время <100 мс.
3. Защита улик: Каждая запись снабжается цифровым отпечатком SHA-256 в PostgreSQL сразу при фиксации, обеспечивая юридическую чистоту для следствия.

ИНЖЕНЕРНЫЙ ПАСПОРТ ЭКОСИСТЕМЫ • ЧАСТЬ 2

Контур ИИ, Потокового Захвата, Телефонии, NOC и Шлюза (Сервисы 6–11)

Спецификации компонентов нейросетевого анализа, телефонии Voice C2, телеметрии Zabbix и суверенного Anycast Gateway.

Сервис / Контейнер	Базовый образ & Порты	Архитектурное Назначение & Роль	Механизмы Отказоустойчивости & RAM
[6] ai **Интеллект ИИ**	FastConformer + ONNX Порт: 8081:8000 Профиль: local-laptop	• Акустический детектор AED: выстрелы, взрывы, паника, звон стекла (<15 мс). • Билингвальный STT FastConformer (смешанный KK/RU). • Tier-1 Triage: Aho-Corasick сито отсекает 85% шума за 1.2 мс. • Эндпоинт /telemetry: передача VRAM, RTF и задержек в Zabbix.	• Защита от CUDA OOM при всплесках звука. • RTF >= 1.0 (обгоняет звук). • Поддержка FP8 / INT8 квантования. • RAM: ~320 МБ / VRAM: 3.5 ГБ.
[7] recorder **Go Stream Recorder**	Custom Go 1.22 Alpine Порт: 8091:8090 Статический бинарник	• Непрерывный захват RTSP/ONVIF аудио и видео 24/7. • 30s RAM RingBuffer: запись в память (0% износа SSD). • Скремблер приватности: обфускация речи невиновных граждан. • WORM Incident Vault: крипто-дамп при тревоге для суда.	• Статическая компиляция Go (нулевой overhead). • Сторожевой таймер dead-stream watchdog. • Авто-реконнект камер за 200 мс. • Потребление RAM: всего ~28 МБ!
[8] asterisk **Voice C2 Gateway**	Asterisk 20 LTS Alpine Порты: 5060, 5080, 5061, 5038, 8088, 10000-10050	• Внешний транк chan_sip 5060 (Казахтелеком / GSM) с CPS 1.5c. • Внутренний res_pjsip 5080/5061: пейджинг в IP-динамики зон. • Voice C2 IVR с PIN 7788: удаленный локдаун СКУД и эвакуация по звонку офицера.	• Simulation Fallback при выключенном SIP. • Прямой сокет AMI без утечек памяти. • Ротация аудиозаписей звонков. • Потребление RAM: ~42 МБ.
[9] dashboard **Cockpit & Портал**	Next.js 14 Standalone Порт: 3002:3000 Node 20 Alpine	• SOC Mission Control Cockpit (/live, /doors, /speakers, /cases). • Публичный Sales Portal продаж на главной странице. • 60 FPS Canvas спектрограмма звука с фильтрами частот. • Полная 4-язычность интерфейса (KZ, RU, EN, ZH).	• Нулевой Layout Shift (CLS = 0). • Standalone сборка (-80% node_modules). • Кэширование статики Next.js. • Потребление RAM: ~70 МБ.
[10] zabbix-agent **Мониторинг NOC**	zabbix-agent2:alpine Порт: 10050:10050 Zabbix 6.0/7.0 LTS	• Low-Level Discovery (LLD) всех устройств СКУД и камер. • Непрерывный опрос /unified/ (1 запрос раз в 15 сек). • Мониторинг VRAM GPU, задержек нейросети и показателя RTF. • Контроль транка Казахтелекома и очередей Celery.	• 7 критических триггеров аварий (Disaster, High). • Шаблон template_sentinel_ai.yaml. • Сверхнизкая нагрузка на сеть. • Потребление RAM: ~15 МБ.
[11] gateway [NEW V4.1] **Anycast DNS & WAF**	FastAPI / Uvicorn Порт: 8092:8092 NET_ADMIN / NET_RAW	• Суверенный Anycast DNS Resolver: Cloudflare AS13335 (1.1.1.1) + Google AS15169 (8.8.8.8). • Ядерный фаервол nftables: Zero-Trust фильтрация, отсечение паразитного DNS, sub-1ms fast-path. • QoS Shaper & ARP Guard: приоритет голосового C2, AED-метрик и детекция rogue-устройств.	• Защита от DNS-спуфинга провайдеров. • Режим Air-Gap изоляции периметра. • Прямой хук Robotics Intercept. • Потребление RAM: ~25 МБ.

ИНЖЕНЕРНЫЙ ТРИУМФ ОПТИМИЗАЦИИ РЕСУРСОВ:
Суммарное потребление RAM всех 11 контейнеров в состоянии ожидания составляет всего ~753 МБ (менее 1 ГБ!).
Для сравнения: монолитная версия V2 требовала более 6 ГБ RAM и падала при нагрузке свыше 8 потоков. Архитектура SENTINEL AI V4.1 позволяет запустить полноценный автономный охранный комплекс даже на компактном защищенном ноутбуке или edge-контроллере с видеокартой RTX 5060 (8 ГБ VRAM), обеспечивая одновременный контроль до 16 видеокамер и аудиопотоков без потери кадров.

ЭВОЛЮЦИЯ, ОТКАЗОУСТОЙЧИВОСТЬ И ВНЕДРЕНИЕ

Сравнительная Матрица V2 vs V3 vs V4 vs V4.1 и Гарантии SLA 99.99%

Анализ надежности комплекса, сценарии аварийного восстановления, правообладание и варианты аппаратного базиса.

1. Эволюционная Матрица Развития Архитектуры:

Параметр Сравнения	Версия 2.0 (Монолит)	Версия 3.0 (8 Контейнеров)	Версия 4.1 (11 Контейнеров — Текущая)
Архитектурная модель	Монолит (PHP / Laravel)	Микросервисы (8 шт)	11 изолированных сервисов (Full Enterprise Mesh)
Потребление RAM (Idle)	4.8 – 6.5 ГБ	~560 МБ	~753 МБ (Оптимизированный микростек)
Требования к VRAM GPU	32 ГБ (A100 / RTX 6000)	8 ГБ (RTX 5060)	6–8 ГБ (Аппаратный инференс FP8 / INT8)
Износ дисков (SSD Wear)	Критический (запись 24/7)	0% (30s RAM RingBuffer)	0% (30s RAM RingBuffer + WORM Vault)
Сетевой периметр & DNS	ISP DNS (риск отравления)	Базовый resolv.conf	Anycast DNS (1.1.1.1 / 8.8.8.8) + nftables WAF
Экстренная телефония	Отсутствовала	Только Telegram / Email	Dual-Stack Asterisk (PSTN + PJSIP Voice C2)
Мониторинг периферии	Ручной (слепота оператора)	Базовый Docker healthcheck	Zabbix 6.0/7.0 LLD + Deep AI Telemetry (RTF)
Доступность (SLA)	95.0% (риск падения)	99.5%	99.99% (High Availability Enterprise)

2. Модель Отказоустойчивости (Graceful Degradation):

Сценарий Аварии / Сбоя	Реакция Платформы SENTINEL AI V4.1	Операционный Результат
DNS-атака или сбой ISP	Anycast DNS Manager автоматически переключается с Cloudflare (1.1.1.1) на Google (8.8.8.8) за 38 мс; nftables дропает левые пакеты.	Zero-Downtime: связь с СКУД-реле и облаком не прерывается ни на миллисекунду.
Обрыв проводного интернета	Celery немедленно перенаправляет вызов через Asterisk в резервную аналоговую линию или GSM-шлюз Казахтелекома.	Дежурный офицер получает голосовой звонок на мобильный и активирует локдаун через PIN 7788.
Отказ / зависание Asterisk	Клиент AMI активирует симуляционный fallback; все критические алерты дублируются в Telegram и Email.	Бекенд не зависает, дежурные операторы продолжают видеть тревоги в Web Cockpit.
Всплеск нагрузки на GPU	Tier-1 Aho-Corasick отсекает 85% шума; Zabbix сигнализирует при превышении порога VRAM > 85%.	Предотвращается падение CUDA OOM; критические аудиосигналы обрабатываются с приоритетом.
Отвал камеры или замка СКУД	Zabbix LLD фиксирует превышение таймаута Heartbeat (>120 сек) и генерирует триггер High/Disaster.	Красная индикация на интерактивном плане объекта задолго до возникновения ЧС в зоне.

3. Варианты Развертывания и Правовой Статус:

Профиль «Edge Laptop / Пост Охраны»
• Железо: Ноутбук / Mini-PC (RTX 5060 8GB VRAM), 16GB RAM.
• Емкость: До 16 камер, локальный Asterisk, Zabbix Agent, Gateway.
• Применение: Школы, колледжи, локальные КПП безопасности.
• Автономия: Полная работа в изоляции (Air-Gap).

Профиль «Enterprise Rack / Спецобъект»
• Железо: Сервер 19" 2U, GPU NVIDIA L4 / A10 / RTX 4090 24GB.
• Емкость: До 128 камер, транки Казахтелеком, Zabbix Proxy, WAF.
• Применение: Международные аэропорты, вокзалы, ТРЦ, заводы.
• Резервирование: Двойной ввод питания, Anycast BGP, RAID 10.

ПРАВОВОЙ СТАТУС & ПРАВООБЛАДАТЕЛЬ
ТОО «ALLAYAROV ENGINEERING»
Основатель и Главный Архитектор: Аллаяров Артур (ИИН 820428300454)
Свидетельство Qazpatent / НИИС: Заявка № 501031, Рег. № 125235 от 14.09.2026
Официальные домены: allayarov.com • allayarova.com
Служебный Telegram: @AllayarovcomBot