VAS Experts ITG

# СКАТ PCEF (Policy and Charging Enforcement Function)

# О компании VAS Experts

VAS Experts — разработчик программного обеспечения для контроля и анализа трафика. С 2013 года мы выполнили **более 2200 инсталляций** в России и по всему миру.

Наша команда имеет **более чем 25-летний** опыт разработки программного обеспечения и обширные знания в области телеком- технологий.

**30M+**

абонентов

**Более**

35 Тбит/с

## Последние инсталляции:

- Россия и СНГ
- Европа
- Ближний Восток
- Латинская Америка
- Африка
- Юго-Восточная Азия

Орион Телеком · Севстар · Goodline · БизнесСвязь · Sarkor · NLS Kazakhstan Единый оператор связи · УГМК-Телеком · unet

# Наши продукты

**Система контроля и анализа трафика (СКАТ)** — мультифункциональная платформа для управления трафиком

**Для интернет-провайдеров:**

### DPI

Управление трафиком на основе QoS, фильтрация по белым и черным спискам

### BRAS

Гибкое и масштабируемое программное решение

### AntiDDoS

Защита сети оператора от злоумышленников

### Модуль аналитики QoE

Сбор статистики, оценка здоровья сети и качества услуг

### CG-NAT

Прозрачная трансляция сетевых адресов на стандартном x86-сервере

### VEOS

Операционная система

# Наши продукты

**Система контроля и анализа трафика (СКАТ)** — мультифункциональная платформа для управления трафиком

**Для мобильных операторов:**

## PGW

Интеллектуальный шлюз, обеспечивающий контроль трафика в рамках архитектуры EPC

## PCEF

Гибкая тарификация на основе различных условий в соответствии с требованиями PCRF

## EPDG

Решение для запуска Wi-Fi Calling (VoWiFi)

# СКАТ PCEF – назначение

**Policy and Charging Enforcement Function** – является неотъемлемой и важной частью архитектуры ядра пакетной сети EPC (Evolved Packet Core) в сетях 4G/LTE и 5G, обеспечивает взаимодействие с PCRF и OCS оператора связи в рамках их стандартных интерфейсов и реализует заданные политики на базе возможностей DPI (UPF).

Согласно концепции TDF (Traffic Detection Function) в рамках 3GPP.

- Получает политики для абонента
- Получает квоты трафика для абонента, обновляет при исчерпании
- Информирует системы оператора о событиях в трафике абонента
- Обогащает данные абонента из иных систем по API при выполнении некоторых политик
- Адаптирует политики оператора для выполнения на DPI, контролирует исполнение

# Соответствие стандартам

| Механизм | | Спецификация |
|---|---|---|
| PCEF (Gi/SGi, TDF) | PCC-архитектура, QCI / ARP, TDF / ADC | TS 23.203 (п. 6.1.7.2) |
| | Gx — CCR/CCA, RAR, Charging-Rule-Install, QoSInformation, Flow-Information, детекция приложений | TS 29.212 (п. 5.3, 5.6, 4.5) |
| | Gy — онлайн-тарификация, Granted/UsedService-Unit, Reporting-Reason | TS 32.299; RFC 4006 |
| | Привязка «абонент ↔ IP» — RADIUS Accounting на Gi/SGi | TS 29.061 п. 16 |
| | Базовый Diameter (пиры, отказоустойчивость, Termination-Cause) | RFC 6733 |
| | Офлайн-тарификация (Gz, CDR ASN.1 BER/XER/JER + SFTP) | TS 32.240 (п. 4.1.1, 4.3.1, 4.4.1, 4.5.1) |
| PGW/SMF+UPF | Разделение плоскостей (CUPS); PFCP (N4 / Sx); S5/S8 | TS 23.214; TS 29.244 |
| | Выделенные каналы; GTP-C Create/Update/ Delete Bearer | TS 23.401 п. 5.4; TS 29.274 п. 7.2.3–7.2.4 |
| | Rx (IMS media → QoS), media → QCI | TS 29.214; TS 29.213 п. 6.3 |

Соответствие стандартам – базовое требование к программному обеспечению.

В СКАТ PCEF корректное поведение смежных узлов (PCRF, OCS, HSS, шлюз) принимается и обрабатывается; при нарушении протокола платформа возвращает определенный стандартом код ошибки.

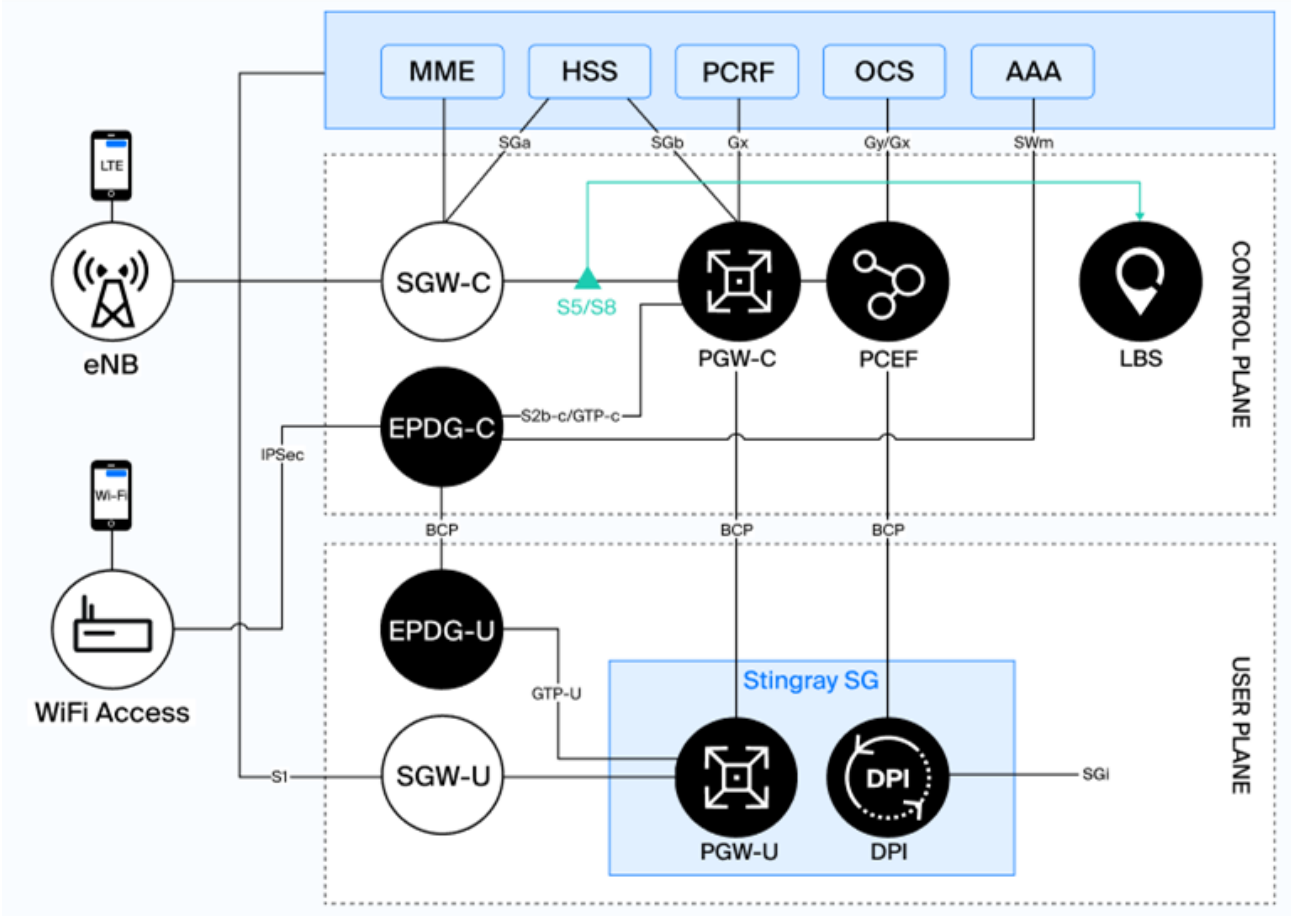
# Архитектура решения

**CUPS – Control and User Plane Separation** – концепция, согласно которой управляющая и пользовательская плоскость в сетях связи разделяются.

Управление сетью и передача данных происходят на разных физических и логических элементах.

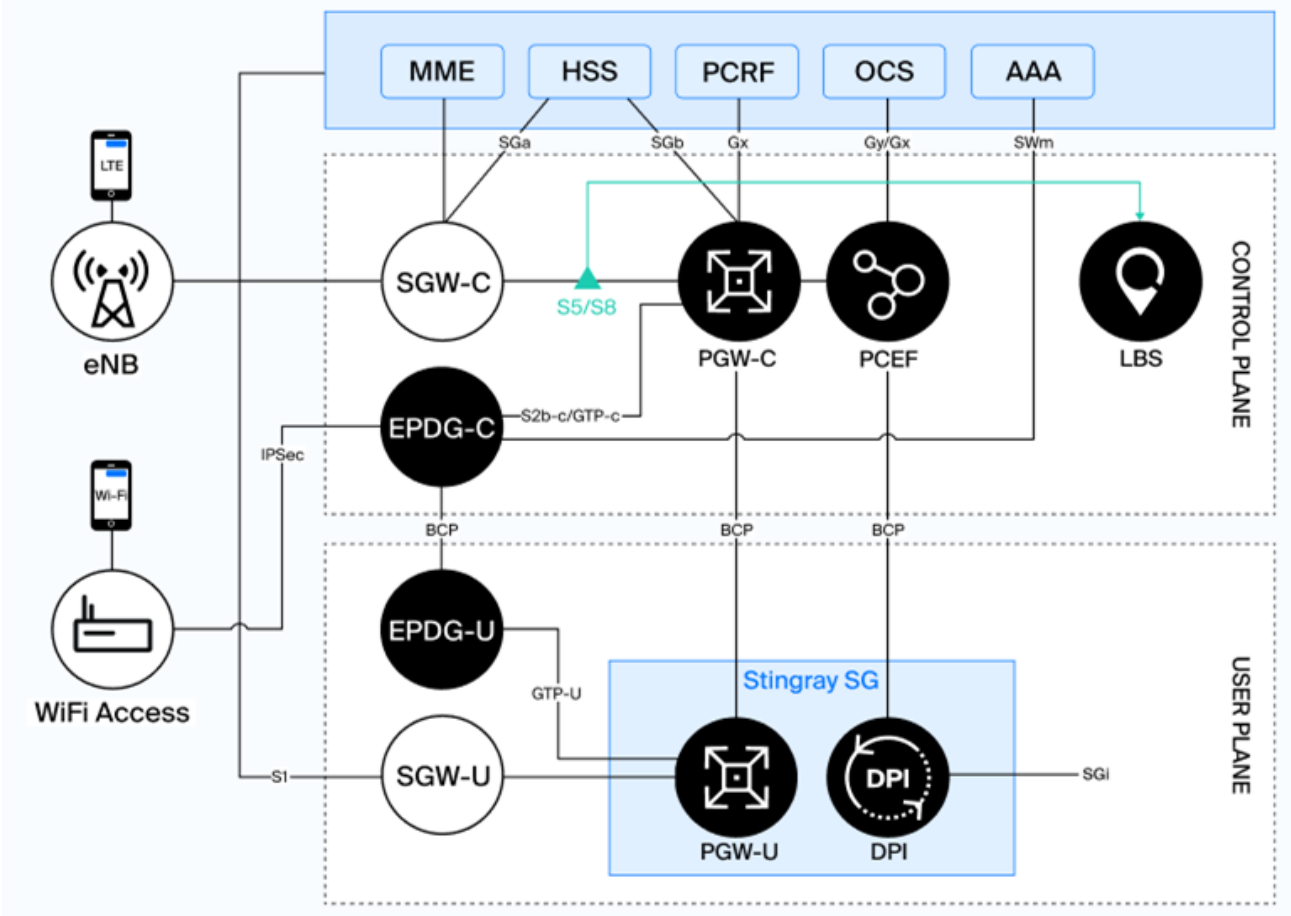
Что дает:

+ гибкость и управление нагрузкой
+ масштабируемость
+ производительность



# Архитектура решения

- **Control Plane –** это вся работа с логикой: откуда и куда идет трафик, какие сценарии и правила выполняются
- **User Plane –** отвечает за обработку всего трафика на максимальной скорости с минимальной задержкой
- **Результат разделения –** высокая загрузка UP не ломает логику работы системы, а сложная логика CP не создает деградацию для производительности системы

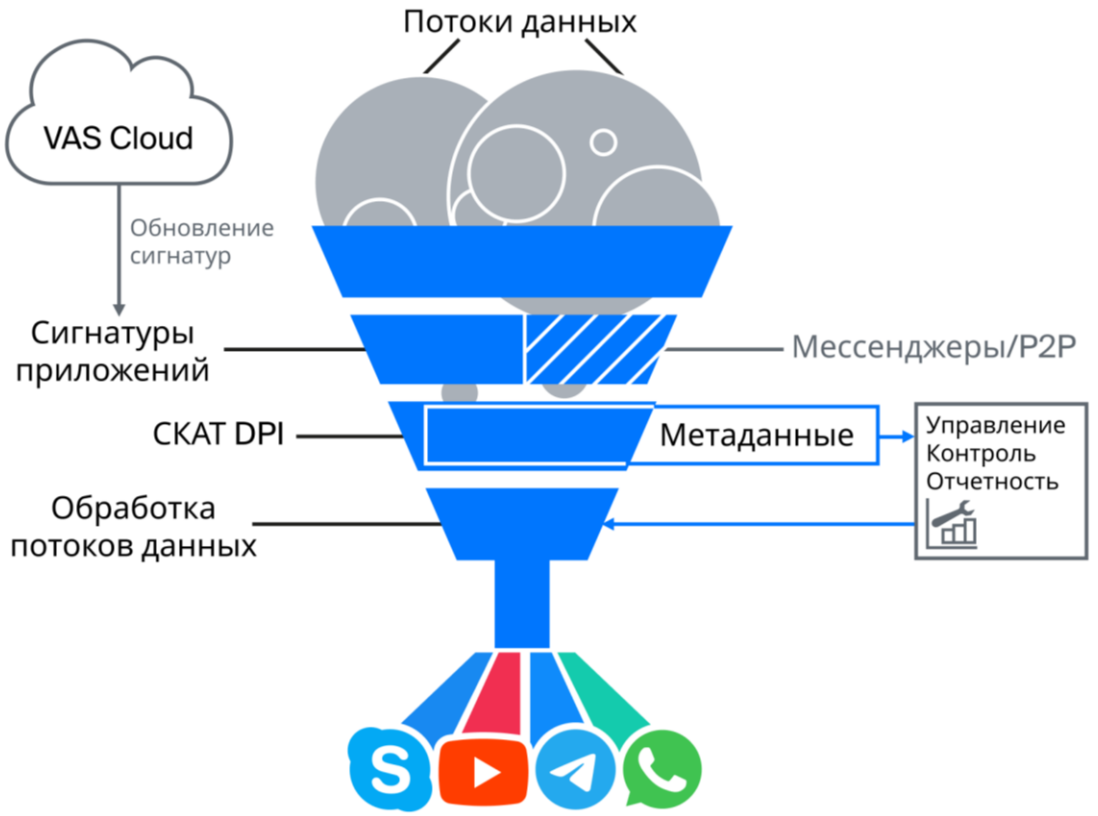


# DPI-движок в основе PCEF

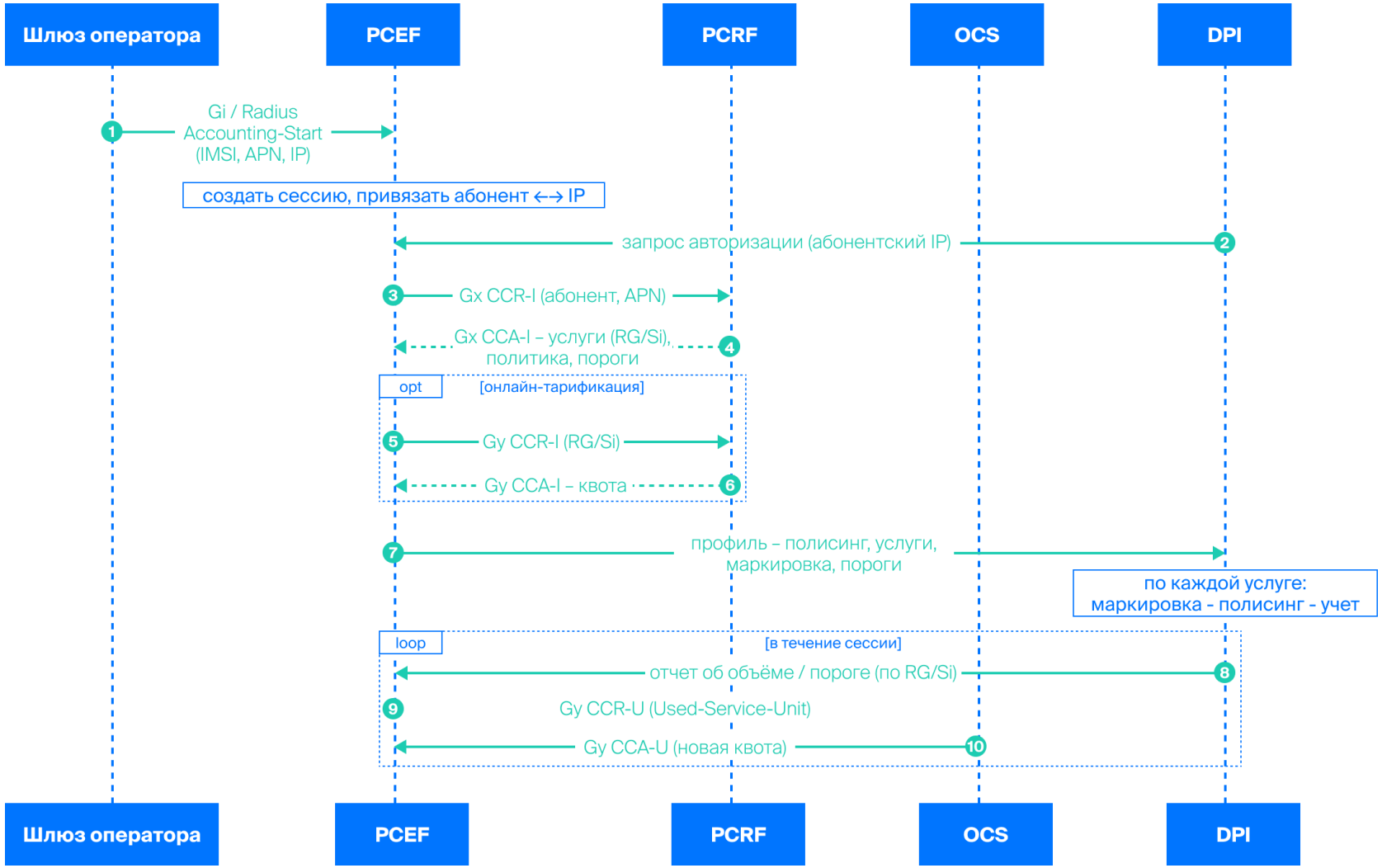
**Что дает:**

- DPI-классификацию трафика (в т.ч. зашифрованного – HTTPS/QUIC).
- Обновляемую базу из 6200+ сигнатур с возможностью добавлять собственные сигнатуры
- Выгрузку User Detail Records для связывания действия абонента с сетевой статистикой
- Иерархический полисинг – QoS на канал, абонента, рейтинг группу или сессию
- Веб-фильтрацию по спискам и другие VAS сервисы

**Проверенное решение от VAS Experts:**
DPI-механизм встроен в архитектуру сотен операторов связи во всем мире



# Call Flow авторизации абонента



VAS Experts ITG

# Сценарии использования

# 1. Управление абонентом и политиками

- Throttling/Unthrottling (ограничение/снятие ограничения скорости) в реальном времени
- Приостановка/возобновление сервиса
- Приоритизация политик при их наложении
- Поиск абонента и профилирование сессии

# 2. Монетизация и zero-rating

- Zero-rating для определенных сервисов и приложений
- Бесплатный доступ к сервису (например, видеостримингу) при активации бустера
- Дифференцированные speed-профили по пакетам
- Fair Usage Policy (FUP) с автоматическим восстановлением
- Исключение локального CDN-трафика из квоты
- Обход политик для локального кэша/выбранных направлений

# 3. DPI и трафик-менеджмент

- Точная классификация приложений (включая зашифрованный трафик)
- Приоритизация по приложениям, шейпинг
- Отчётность по абонентам и приложениям
- Механизмы DPI bypass/shunting (обход)
- Перенаправление трафика в тестовую DPI-среду
- Балансировщик трафика L3

# 4. Регуляторное соответствие

- Блокировка по домену/URL/категориям
- Работа с черными и белыми списками
- Интеграция с внешними фидами угроз
- Интеграция с реестрами вида IWF
- DNS redirect
- Продвинутые методы блокировки зашифрованного трафика
- Интеграция с СОРМ

# 5. Встроенный CG-NAT

CG-NAT интегрирован с DPI. Назначение профилей NAT происходит на основании правил от PCRF или по умолчанию.

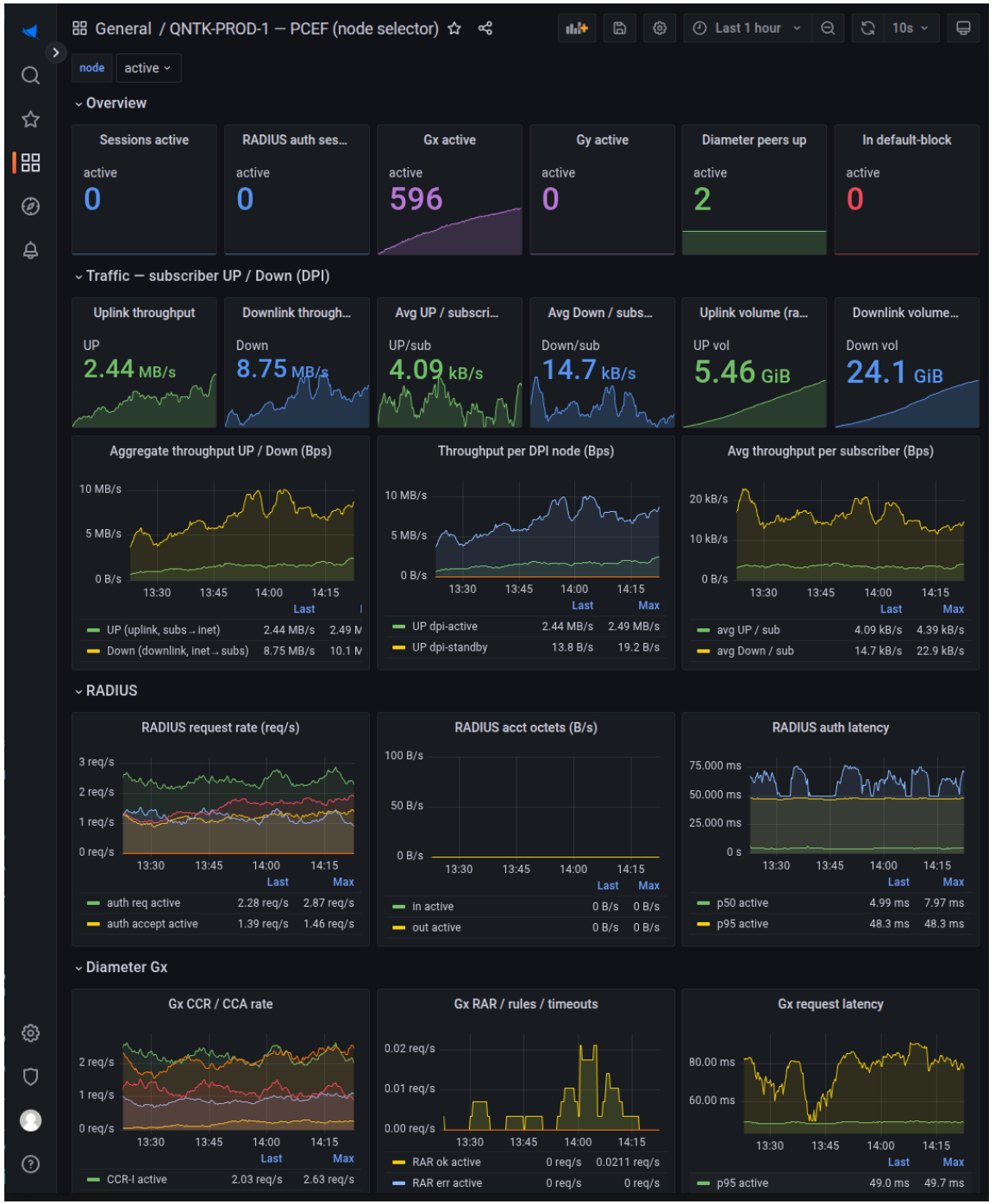
Возможности CG-NAT:

- Управление пулами публичных IP-адресов
- Распределение портов на абонента
- Лимиты сессий на приватный IP-адрес
- Hairpinning – локальный трафик без трансляции
- Быстрое переиспользование портов
- Устойчивость к DDoS- и BotNet-атакам
- Статистика загрузки и экспорт NAT-логов

VAS Experts

# Мониторинг и эксплуатация

- Мониторинг и отчётность в реальном времени по 60+ метрикам в Prometheus и Grafana
  - учёт и сигнализация (авторизация, начало, продление и завершение сессий, объёмы)
  - обмен Gx/Gy (запросы и ответы, успехи и ошибки, установленные правила, выданные и израсходованные квоты)
  - активные сессии
  - распределения задержек, глубина очередей
  - показатели рабочих потоков и защитные счётчики
  - распределение нагрузки по узлам, число и состояние сессий, ёмкость и т.д.
- Проверка состояния
- Сквозная трассировка по абоненту
- Оценка влияния на активные сессии, инструменты диагностики и устранения неисправностей, обеспечение качества и надёжности обслуживания



# Сайзинг решения PCEF/PGW

Сайзинг UP и CP формируется по независимым осям:

UP пользовательская – по полосе (узлы DPI / UPF),

CP управляющая – по числу абонентских сессий (узлы Control Plane).

Расчет с резервированием N+1 для **1 миллиона сессий**: 8 транзакций на сессию в час и 100 Gbps .

| **Control Plane** | | |
|---|---|---|
| PCEF | 1+1 узлов | RPS: 2 444 (транзакций в секунду) |
| SMF/PGW-C | 2+1 узлов | |
| База данных сессий Redis | 3 узла | минимально 3 узла БД в режиме кластера – достаточно до 10 млн сессий |
| **User Plane** | | |
| DPI | 1+1 узлов | 100 Gbps на узел, возможно разделить на несколько узлов в зависимости от возможностей оборудования |
| Load Balancer | 1+1 узлов | 20 Gbps на узел, балансируется только исходящий трафик |

# Доказанная производительность

| Показатель | Значение | Комментарий |
|---|---|---|
| Пропускная способность Control Plane | **~120 000 RADIUS-запросов/с на сервер** (64 ядра) | CPU: Линейное масштабирование по ядрам |
| Память на сессию | **КЭШ: 4 КБ** (PCEF) + БД: 4 КБ (Redis) | RAM: 1 млн сессий ≈ 4,2 ГБ; 128 ГБ ≈ 32 млн сессий |
| Латентность обработки | Цикл авторизации сессии **1,5–3,0 мс** | Асинхронная модель: сетевые задержки **не снижают** пропускную способность |

# Схема кластера PCEF / DPI

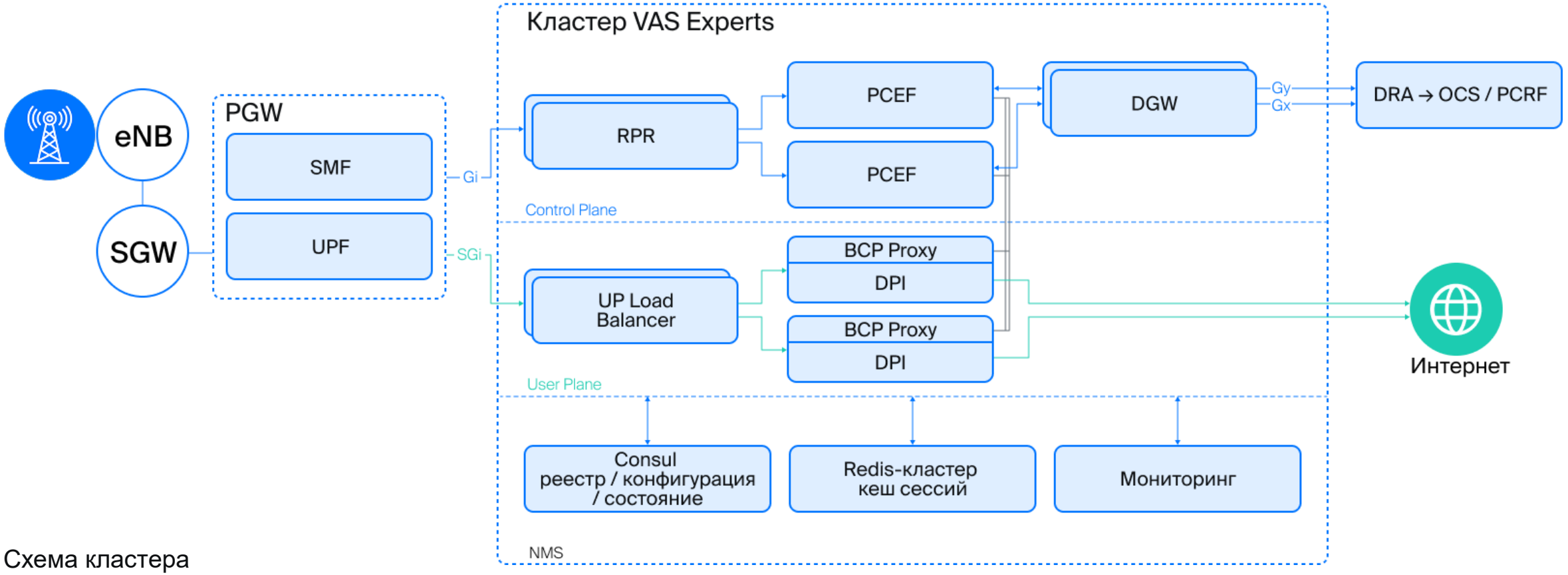


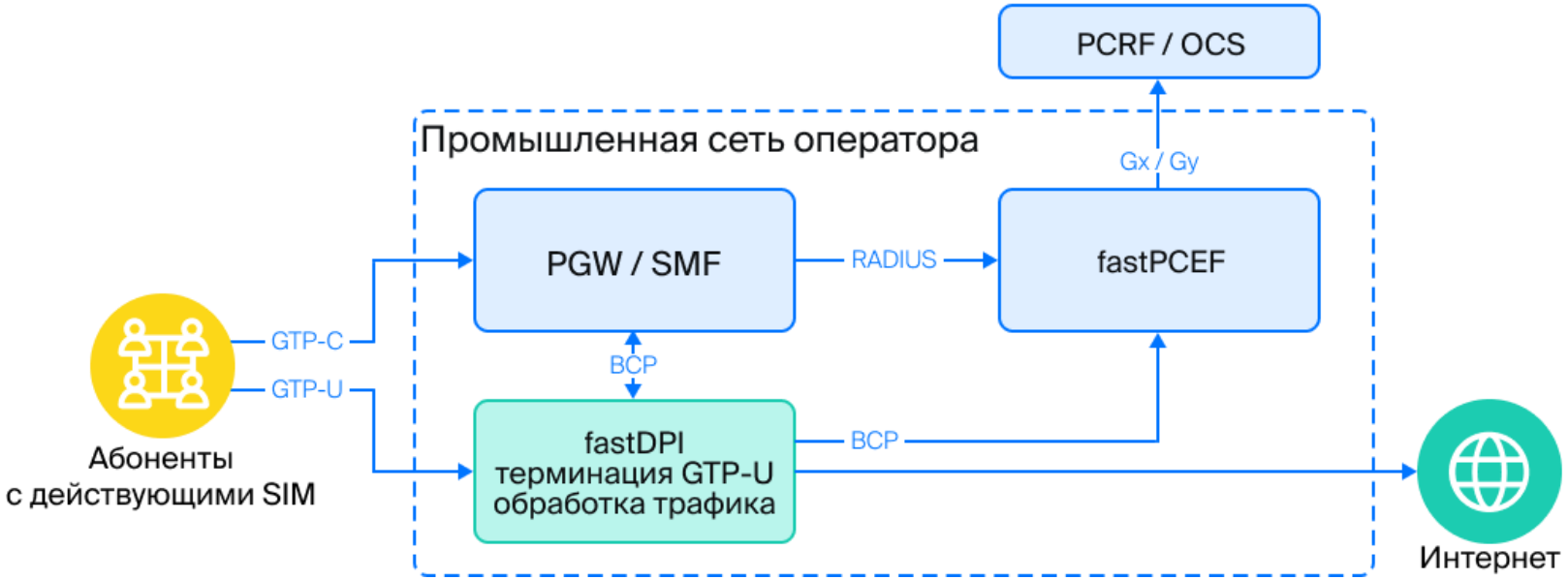

Схема кластера

# Масштабирование Control Plane

Производительность наращивается за счет горизонтально-масштабируемого отказоустойчивого кластера, обслуживающего 100 миллионов абонентов.

| Абонентских сессий | RPS | Серверов PCEF (N+1) | Серверов БД сессий Redis | Итого CP | NIC |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 млн | 2 444 | 2 | 3 | 5 | 1 Гбит/с |
| 10 млн | 24 444 | 2 | 3 | 5 | 1 Гбит/с |
| 100 млн | 244 444 | 8 | 9 | 17 | 10 Гбит/с |

# Промышленная эксплуатация




- Продукты VAS Experts работают в реальной сети оператора, обслуживают реальных абонентов с SIM-картами и живым трафиком
- Передача данных через DPI осуществляется в режиме шлюза (протокол BCP)
- Тарификация по Gx / Gy с одним из ведущих коммерческих биллингов России
- Обновление ПО происходит бесшовно, без обрыва абонентских сессий
- Развёртывание происходит только протестированными пакетами, с проверкой и возможностью отката

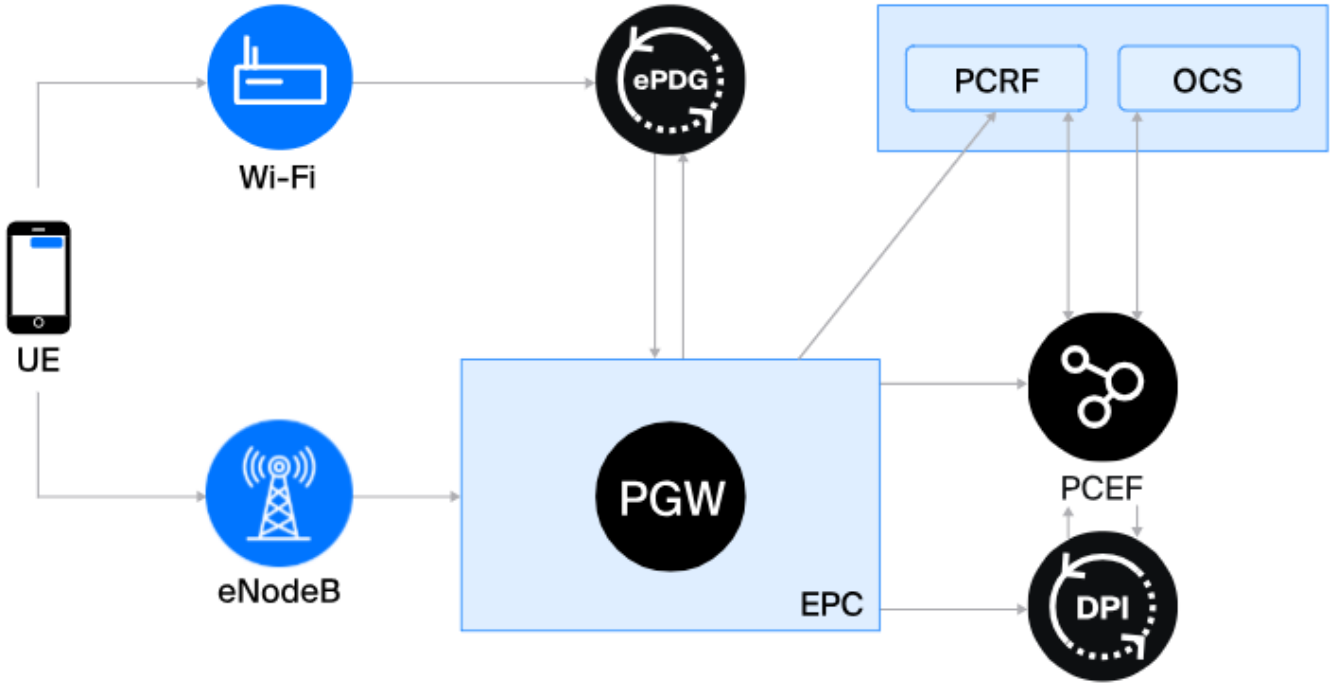
# Преимущества PCEF от VAS Experts

- В основе решения – **единый высокопроизводительный DPI-движок собственной разработки**, работающий как пользовательская плоскость в ролях DPI, BRAS, CG-NAT и мобильного UPF/PGW-U. Управляющая плоскость (PCEF, PGW-C/SMF, ePDG) – модульная, интегрируется по стандартным 3GPP-интерфейсам. Это позволяет развивать и масштабировать решение без замены оборудования.
- Обеспечивает высокое качество сервисов за счет быстрого внедрения новых тарифных планов, контроля использования данных и соблюдения политик.
- Реализована поддержка всех современных интерфейсов и проведено тестирование с ведущими российскими биллингами, что обеспечивает простую интеграцию.
- Собственная разработка и возможность кастомизации.

# Демо и пилотный проект

Протестируйте политики управления трафиком и тарификации на ваших сценариях:

- Комбинации применяемых политик и запуск сложных тарифов
- Исчерпание квоты
- Исключения из тарификации
- Роуминг
- Тестирование CG-NAT




*Упрощенная схема стенда*

# Спасибо!

dpi@vas.expert

vasexperts.ru