

ОСНОВЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ СЕТЕЙ СВЯЗИ

Каф. ИКС доц. Шалаев А.Я.

апрель 2018г.

Тема 1.

ПРИНЦИПЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ СЕТЕЙ И УСЛУГ СВЯЗИ

➤ **Литература и другие источники информации**

- Стадии жизненного цикла сетей связи
- Функциональные области эксплуатационного управления сетями СВЯЗИ
- Характеристика систем и сетей связи как объектов эксплуатации
- Принципы эксплуатационного управления сетями и услугами NGN и пост NGN

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ 1

для изучения вопросов эксплуатации телекоммуникационных систем и сетей

Учебная литература

1. Гольдштейн Б.С. **Системы коммутации**: Учебник для вузов. СПб.: БХВ – Санкт-Петербург, 2004. - 314 с. (Глава 10. Эксплуатационное управление).
2. К.Е. Самуйлов, Н.В. Серебренникова, А.В. Чукарин, Н.В. Яркина. **Расширенная карта процессов деятельности телекоммуникационной компании**. Учебное пособие, М.: РУДН, 2008. – 183 с. http://web-local.rudn.ru/web-local/uem/iop_pdf/10-Samulov.pdf
3. А.А. Атцик, А.Б. Гольдштейн, М.А.Феноменов. **ЭКСПЛУАТАЦИОННОЕ УПРАВЛЕНИЕ ИНФОКОММУНИКАЦИЯМИ**: учебное пособие / ГОУВПО СПбГУТ. СПб, 2013 – 68 с. <http://niits.ru/public/metod/>
4. Гребешков А.Ю. **Управление сетями электросвязи по стандарту TMN**: Учеб. Пособие.- М.: Радио и связь, 2004. 155 с. <http://aes.psuti.ru/wp-content/uploads/2010/03/GrebeshkovAU-TMN.pdf>
6. Шалаев А.Я., Константинова Т.Л. **Методич. указания к лаб. работам** по технической эксплуатации цифровых систем коммутации (УПАТС «Definity»). Изд. СПбГУТ.-СПб. <http://files.iks.sut.ru/ep/2014> 2015/ПЭСК_Лаб_definity 2013.doc

Научно-технические книги

1. **NGOSS: Построение эффективных систем поддержки эксплуатации сетей для оператора связи / Джон Райли, Мартин Кринер.** –Пер. с англ.- М.:Альпина Бизнес Букс, 2007. – 192с.
2. **Бизнес-процессы и информационные технологии в управлении современной инфокоммуникационной компанией / А.В. Чукарин, К.Е. Самуйлов, Н.В. Яркина.** - М. : Альпина Паблишер, 2016. - 512 с.

ИНТЕРНЕТ источники

3. **Рекомендации МСЭ-Т.** <http://www.itu.int/en/ITU-T/publications/Pages/recs.aspx>
4. **Шалаев А.Я. Задачи эксплуатационного управления сетями NGN.** [http://www.itu.int/en/ITU-D/Regional-Presence/CIS/Documents/Events/2014/06 St.Pete/Session 1 Shalayev.pdf](http://www.itu.int/en/ITU-D/Regional-Presence/CIS/Documents/Events/2014/06_St.Pete/Session_1_Shalayev.pdf)
5. **Материалы TeleManagement Forum.** <http://www.tmforum.org>

Статьи

1. **А.Б. Гольдштейн. Модели и методы эксплуатационного управления телекоммуникационными сетями.** Журнал «Электросвязь», № 8, 2017.
2. **А. Съеман, Ф. Льюнгблом, Ш. Оберг. Эффективность эксплуатации сетей – преимущество в конкуренции и источник доходов.** ИнформКурьер-связь. Июль-август 2009, с. 67-69
3. **3. Эксплуатация снова на повестке дня! Круглый стол.** ИнформКурьер-связь. №11 (с. 53-57) и №12 (с. 59-61) за 2012г.
Эксплуатация в XXI веке. Серия статей. ИнформКурьер-связь. № 4, 2013 (с. 30-50).
4. **Шалаев А.Я. Особенности эксплуатационного управления сетями и услугами NGN.** Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании: II Международная научно-техническая и научно-методическая конференция: сб. научных статей. – СПб.: СПб ГУТ, 2013. – с.240-244.
5. **Шалаев А.Я. Инновационное развитие систем поддержки эксплуатации OSS/BSS.** // Перспективы развития науки и образования. Сборн. научн. тр. по материалам Международной научно-практ. конф. Часть I.М.: «АР-Консалт», 2017 г. С. 63-65. Электрон. версия сб. <http://co2b.ru/uploads/sb.2017.11.01.pdf>

Стадии жизненного цикла

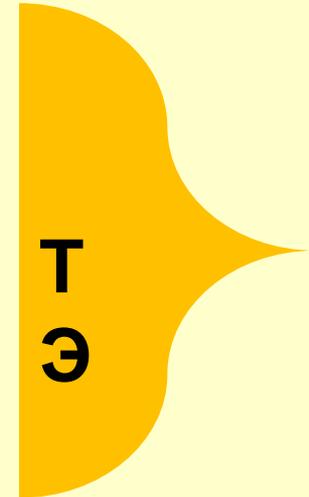


Основной тенденцией, сопровождающей развитие *инфокоммуникационных услуг*, стало **постепенное сближение и объединение ряда процессов, связанных с разработкой и предоставлением (эксплуатацией) услуг**, впоследствии оформившихся в таких концепциях, как DevOps (Development and Operations), CD (Continuous Delivery), CI (Continuous Integration) и Continuous Deployment.

Методологии и практики DevOps, CI и CD нацелены на повышение гибкости и скорости процессов разработки и предоставление услуг в условиях постоянного развития сервисной функциональности и высокого уровня конкуренции.

БАЗОВЫЕ ПОНЯТИЯ

1. Эксплуатация - *Operations*.
Эксплуатационное управление - *Management*
2. Техническое обслуживание - *Maintenance*.
3. Установка (ввод в эксплуатацию) - *Installation*.
4. Приёмочные испытания - *Acceptance testing*.



Техническая эксплуатация (ТЭ) определяется как комплекс организационных и технических действий по поддержанию системы в таком состоянии, при котором пользователи услуг связи обслуживаются с требуемым качеством. Качество может регламентироваться соответствующим соглашением об уровне обслуживания (SLA – service level agreement).

5. Организационно-административное и финансово-экономическое управление - *Business*.

FCAPS - функциональные области эксплуатационного управления сетями СВЯЗИ по стандарту TMN - (Рек. М.3400)

- **Управление устранением неисправностей (*Fault management – FM*)** : предупреждение, обнаружение, изоляция (защита), диагностика, учет неисправностей, ремонт;
- **Управление конфигурацией (*Configuration management – CM*)**: ввод новых и подготовка к работе услуг, учет (inventory), обновление параметров и состояний, **конфигурирование** (provisioning) и инициализация /активация **ресурсов** (программно-аппаратных средств) для обеспечения предоставления телекоммуникационных услуг;
- **Управление расчетами за услуги связи (*Accounting management – AM*)**;
- **Управление (рабочими) характеристиками функционирования (*Performance management – PM*)**;
- **Управление безопасностью (*Security management – SM*)**.

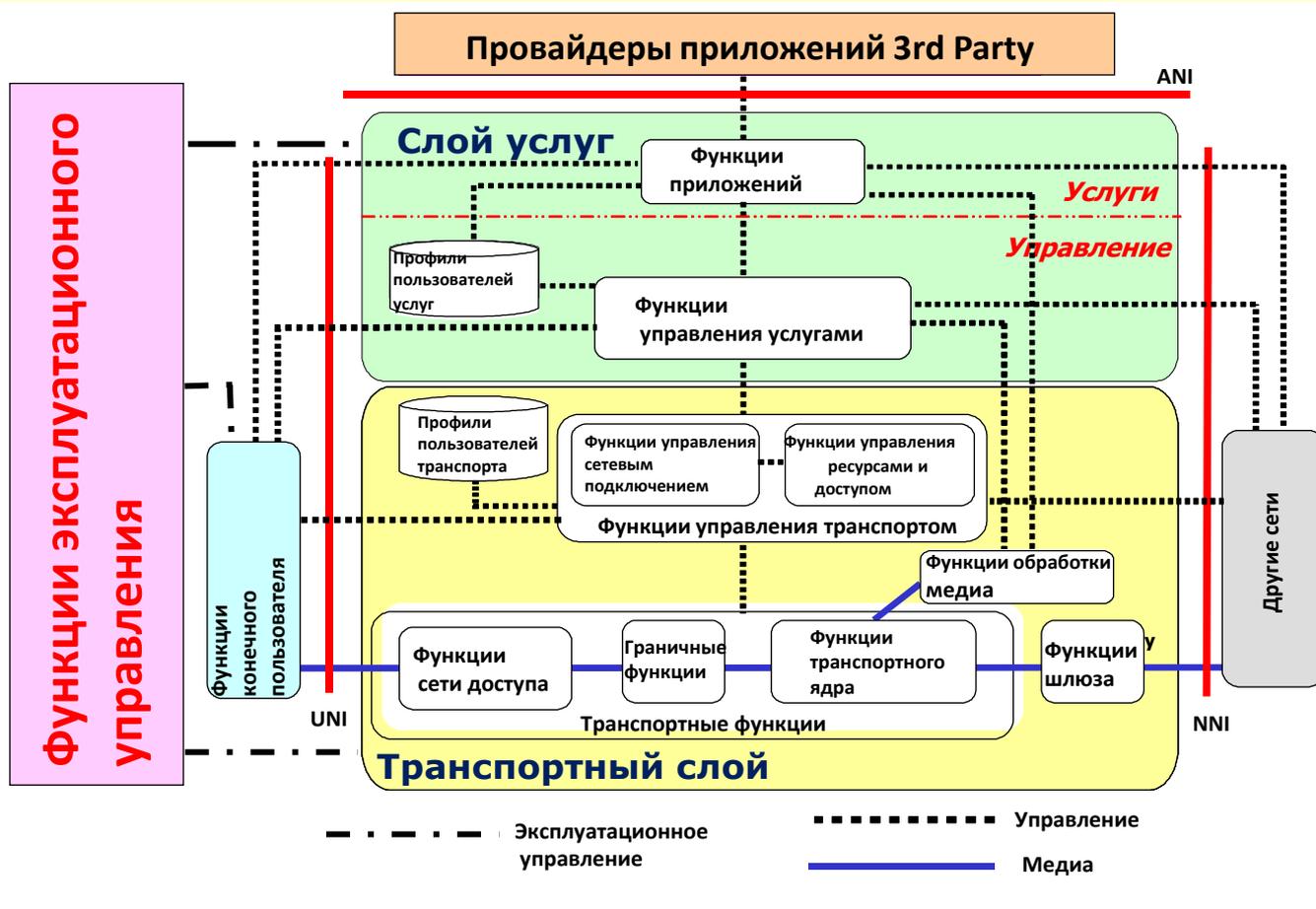
ХАРАКТЕРИСТИКА СЕТЕЙ СВЯЗИ КАК ОБЪЕКТОВ ЭКСПЛУАТАЦИИ

1. Сеть связи – это, как правило, **сложная техническая система**
2. Математически может описываться как **система массового обслуживания**. С точки зрения эксплуатации – на случайный поток заявок на обслуживание накладывается **случайный поток отказов** (неисправностей) и восстановлений.
3. Предъявляются **высокие требования по надёжности**. Среднее время **полного** простоя T_p , например системы коммутации, должно быть не более 3-х минут в год:
$$T_p \leq 2 \text{ часа за } 40 \text{ лет (или } \leq 3 \text{ мин в год)}$$

Для поддержания надёжности применяют **резервирование** оборудования.
Следует учитывать возможность **ошибок программного обеспечения**.
4. Система связи характеризуется, как правило, **непрерывным режимом действия** в течении всего срока службы.
5. Взаимодействие с пользователями услуг связи (клиентами) осуществляется, как правило, **в реальном масштабе времени**.
6. Системы связи ССОП- это **обслуживаемые системы** (т.е. в эксплуатации **8** участвует человек).

СЕТИ СЛЕДУЮЩЕГО ПОКОЛЕНИЯ (NGN)

обладают рядом основополагающих характеристик, которые следует принимать во внимание при определении и решении инновационных задач эксплуатационного управления (ЭУ) такими сетями и предоставляемыми ими пользователям услугами.



Источник: Рек. МСЭ-Т У. 2011, Рис. 1/М.3060/У.2401

Функции эксплуатационного управления включают в себя предоставление/конфигурирование (провизионирование) услуги, активацию, обеспечение требуемого качества и учет стоимости услуг, как на сетевом уровне, так и на уровне услуг.

Особенности NGN&S как объектов эксплуатации

- В соответствии с Рекомендацией МСЭ-Т Y.2011 базовая эталонная модель NGN предполагает **отделение функций предоставления услуг от функций транспортировки информации** и вводит **плоскость функций эксплуатационного управления**, которая представляет собой объединение плоскости ЭУ слоем услуг и плоскости ЭУ транспортным слоем и включает функции, используемые для управления объектами в обоих слоях.
- **Учет стоимости услуг** в режиме онлайн и выставление счетов из вспомогательных задач **превращается в одну из основных задач эксплуатационной (операционной) деятельности**. Функции начисления оплаты и выставления счетов распространяются как на слой услуг, так и на транспортный слой.
- Эксплуатация требует **доступа в реальном масштабе времени ко всей информации** о сетях и услугах
 - Обладание информацией в РМВ о всех системах подразумевает полностью интегрированный и автоматизированный эксплуатационный интерфейс, а также модель распределенных данных
 - Относительно термина РМВ имеется ввиду, что реальное время может составлять миллисекунды или целые часы. Это напрямую связано с восприятием потребителя (пользователя).

Сдвиг парадигмы эксплуатации для сетей NGN и пост-NGN

- Миграция от принципа «**сетевой среды**» к принципу «**создание среды обслуживания**» ведет к переходу от концепции «эксплуатация сетей» к концепции «**эксплуатационное обслуживание потребителей услуг связи**»
- Эксплуатационные организации в своей деятельности должны принимать во внимание **полную цепочку вычисления стоимости услуги** - от определения рыночной стратегии создания и внедрения услуги (продукта), до эксплуатационного управления, техобслуживания и администрирования

Стратегические цели эксплуатации

- 1. Автоматизация эксплуатационной деятельности с целью:**
 - **повышение качества обслуживания клиентов** (повышение скорости обслуживания, достоверности принимаемых решений и т.д.)
 - **снижения эксплуатационных издержек**, в том числе уменьшение численности эксплуатационного персонала
- 2. Выполнение требований стандартов** по характеристикам функционирования и управлению, **установленным регулируемыми органами**
- 3. Удовлетворение оператором и сервис-провайдером требований потребителей услуг в части обслуживания и собственных целей.** Ключевые показатели качества обслуживания KQIs (Key Quality Indicator) и показатели эффективности KPIs (*Key Performance Indicators*) должны быть определены и управляться, принося прибыль в бизнесе
- 4. Стратегии по обеспечению положительного "Качества восприятия" (Quality of Experience)** со стороны клиента должны отражать вклад эксплуатационного управления. **Политики*** эксплуатации могут быть изложены во внутрикорпоративных стратегических документах

Стратегические средства эксплуатации 1

- Операторы должны преобразовать существующие сети и методы NetOps, чтобы адаптироваться к новому миру SDN / Software Defined Networking, NFV / Network Function Virtualization и цифровых услуг. **Эта новая модель эксплуатации обычно называется «DevOps» (Development Operations)** и представляет собой сочетание технологий и практики, которые создают целостную новую модель того, как ИКТ должны **разрабатываться и эксплуатироваться**.
- Поддерживать **ОБЛАЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**
- **Поддержание совместно используемой информации и данных (SID)**, обеспечивая непротиворечивость и достоверность данных. что определяет использование информационной БД на основе модели SID, являющейся важнейшим инструментом инновационных технологий **NGOSS и Frameworx**.
- **Создание надлежащих систем учета услуг и сетевых ресурсов (inventory system)**, которые вместе с соответствующими процессами представляют собой ключевой фактор для любого автоматизированного он-лайн предоставления услуг. Строгое соблюдение процедур управления изменениями.
- **Процессы**, используемые в ЭУ телекоммуникациями должны быть четко определены, структурированы с помощью карты бизнес-процессов **eTOM**.
- Повышение экономической эффективности эксплуатации на основе внедрения сервисно-ориентированной архитектуры (**SOA/Service Oriented Architecture**).

Стратегические средства эксплуатации 2

- Создание широких возможностей **самообслуживания** для пользователей.
- **Использование** надлежащей методологии сбора эксплуатационной информации о характеристиках работы и совершенствование **методов сбора**, переходя от принципа «собираем все» к принципу «собираем то, что требуется» для поддержания требуемого качества функционирования сети и услуг. Создание возможностей для реализации специальных видов сбора информации о характеристиках и индикаторах функционирования с целью всестороннего углублённого анализа – **системы класса BI / Business Intelligence**
- В рамках конвергенции ИКТ обеспечить **взаимодействия между** моделями **eTOM** и **ITIL** (IT InfrastructureLibrary), представляющей собой набор руководящих принципов для управления IT услугами

Задачи обеспечения качества обслуживания пользователей

1

- Эффективная реализация ЭУ характеристиками функционирования всей сети и услуг с целью обеспечения требуемого сквозного E2E качества обслуживания пользователей с учетом требований **соглашения об уровне обслуживания – SLA (Service Level Agreement)**.

Использование **аутсорсинга** при эксплуатации приносит новые требования в порядок управления соглашениями SLA, чтобы обеспечить достижение требуемых уровней обслуживания и финансовых целей

- **Идентификация надвигающихся проблем заранее - в профилактическом режиме**, чтобы предпринять корректирующие действия до того, как проблема станет влиять на качество обслуживания. Необходимо развивать проактивный (упреждающий) подход к эксплуатации с целью удовлетворения ожиданий потребителя услуг.

Для улучшение оценки качества обслуживания потребителем (**CEM customer experience management**) и управления восприятием услуги (**SEM - service experience management**) использовать, в частности, оперативное информирование его о случаях аварийных ситуаций на сети и состоянии ремонта

Обеспечение качества обслуживания пользователей

2

- **Препятствование возникновению перегрузок, нарушений нормального обслуживания трафика и предотвращение их распространения по сети**
- **Обеспечение мер по поддержанию времени задержки IP-пакетов (IPTD), потерь пакетов IPLR, вариации задержки IPDV в соответствии с конкретными требованиями к качеству обслуживания**
- **Обеспечение необходимой, существенной для конкретной услуги целостности**, например для голосовой связи приемлемая целостность характеризуется значением MOS >3.5. Метод MOS (Mean opinion score), наряду с E-моделью (Рекомендация МСЭ-Т G.107), обеспечивает численное отображение воспринимаемого качества с точки зрения пользователей
- **Обеспечение сквозной (из конца в конец *E2E*) эксплуатационной готовности** услуг (коэффициента готовности). Чтобы проблемы в обслуживании могли быстро диагностироваться и устраняться может потребоваться доступ к оборудованию, установленному в помещении пользователя (*CPE/(customer premises equipment)*)
- **Поддержание непрерывной информационной безопасности**, в том числе доменов NGN/IMS на уровне протокола SIP, путем выявления аномалий и защиты от неправомерных действий, D(D)oS-атак, фрода и т.д.

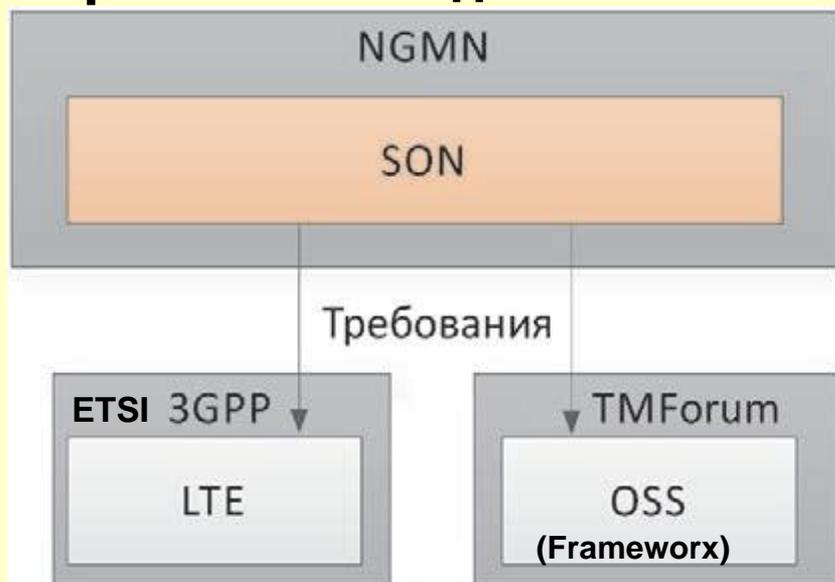
ЭВОЛЮЦИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ

С точки зрения эволюционного развития эксплуатационного управления сети должны постепенно мигрировать в направлении **самоорганизующихся сетей**, то есть быть способными к самоконфигурированию, самопредоставлению услуг, самовосстановлению, самооптимизации.

Стратегия эксплуатации мобильных сетей следующего поколения (*NGMN/Next Generation Mobile Networks*)

SON - Self-Organizing Network самоорганизующаяся сеть

Проект SON развивается в рамках альянса NGMN и 3GPP (начиная с Rel'8). В проекте SON прорабатывается **задача сквозной автоматизации эксплуатационных процессов** оператора связи с участием систем поддержки эксплуатации **OSS (Operations Support System)**, решаемая в отдельно взятом технологическом домене LTE.



NGMN - проект альянса крупнейших операторов мобильной связи, который участвует в разработке стандартов LTE, наряду с такими организациями как ETSI и 3GPP.

Международной стандартизацией в области OSS занимается **TMForum**

Функции SON

включают в себя три фундаментальные задачи:

- ❖ **самоконфигурацию (Self-Configuration)** – планирование и развертывание
- ❖ **самооптимизацию (Self-Optimization)**
- ❖ **самовосстановление (Self-Healing)**

Главные причины, вызвавшие необходимость автоматизации процессов управления сетями NGMN на основе принципов SON:

- 1. Сложность** мультитехнологичных сетей, предполагающих интеграцию сетей 2G, 3G, 4G, WiMAX и использование в сети таких иерархий, как пико- и фемто-соты (малые соты / small cells)
- 2. Автоматизация** ранее используемых ручных процессов с целью повышения эффективности эксплуатации сети
- 3. Автоматизация быстродействующих процессов, которые вручную выполнить невозможно.**

САМОКОНФИГУРАЦИЯ

Цель самоконфигурации

- **уменьшение ручных процессов** в планировании, настройке и вводе в эксплуатацию новых базовых станций, что обеспечит более быстрое развертывание сети, снизит требования к квалификации и опыту специалистов и исключит неточности, имеющие место при ручных процессах.

В процессе самоконфигурации осуществляется, в частности:

- **поиск транспортной сети для подключения базовой станции и установление связи с элементами сети, получение IP-адресов,**
- **загрузка соответствующей версии программного обеспечения,**
- **установка начальных параметров радиосети, включая взаимодействие с соседними базовыми станциями - eNB.**

По завершению описанных процедур новая eNB выполнит самоконтроль как аппаратных так и программного средств, и отправит сообщение о своем статусе в центр поддержки эксплуатации **OSS**. При этом eNB будет внесена в базу данных оборудования, которая содержит ее уникальный идентификатор, текущую конфигурацию и статус.

САМООПТИМИЗАЦИЯ и САМОВОССТАНОВЛЕНИЕ

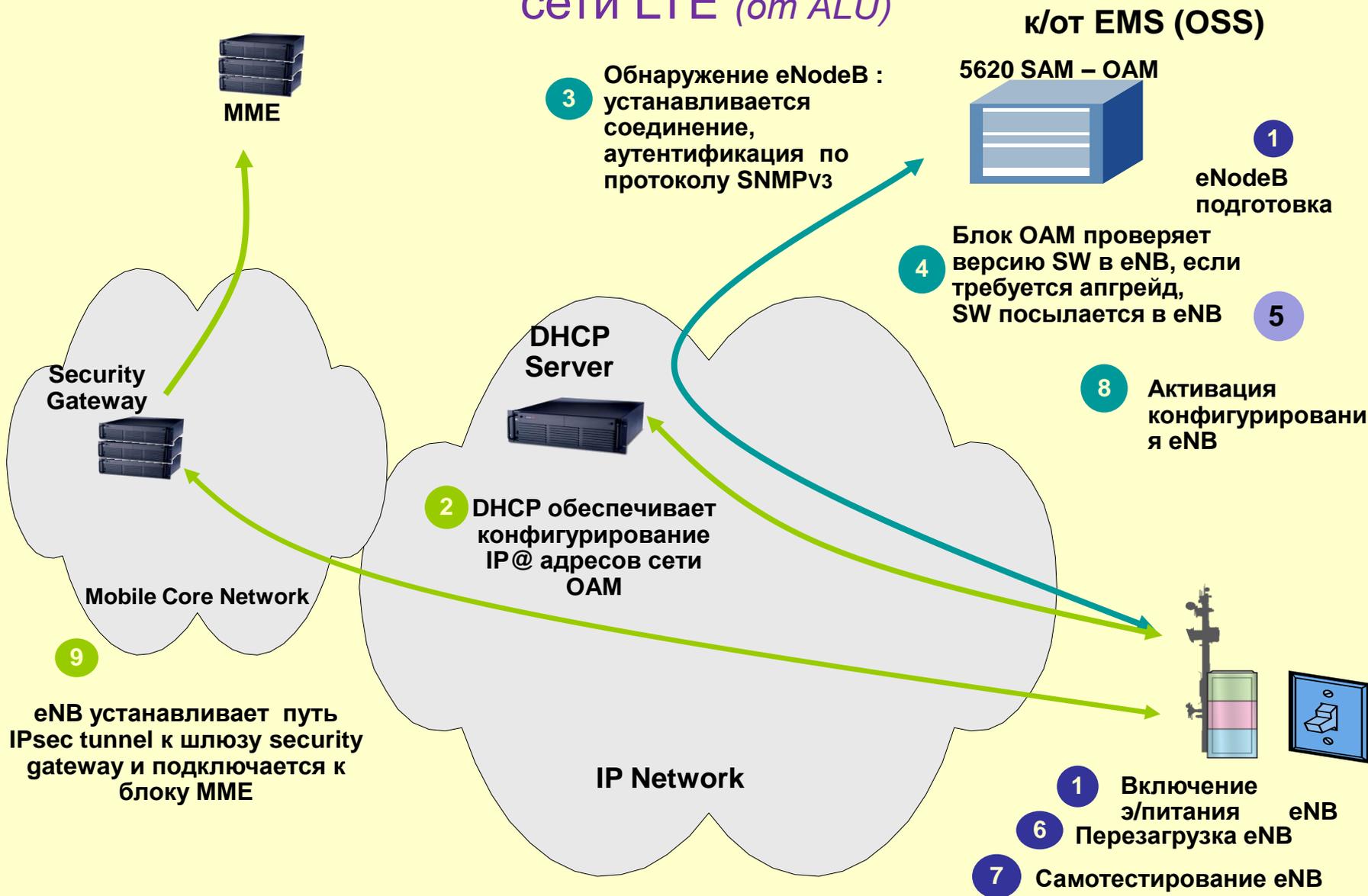
Задача самооптимизации - достичь максимальной эффективности функционирования сети в соответствии с такими, например, критериями как:

- **Экономия потребляемой электроэнергии.** Для этих целей в SON предусмотрено, например, автоматическое уменьшение мощности излучения базовых станций в часы наименьшей нагрузки
- **Снижение интерференции в радиосети LTE**
- **Максимизация зоны радиопокрытия**

При самовосстановлении, в случае возникновения сбоев и неисправностей в работе сети, функции SON автоматически обеспечивают идентификация условий и причин возникших нарушений определяют наиболее рациональный алгоритм их устранения.

Например, базовая станция может автоматически увеличить мощность излучения, расширив свою зону обслуживания, чтобы разгрузить проблемную соседнюю соту.

Сценарий самоконфигурирования базовой станции eNB сети LTE (от ALU)



Алгоритм самоконфигурирования eNB

1. **Поиск транспортной сети для подключения базовой станции и установление связи с элементами сети, получение IP-адресов, используя**

Сервер DHCP Dynamic Host Configuration Protocol — протокол динамической настройки узла, позволяющий автоматически получать IP-адрес и другие параметры, необходимые для работы в сети TCP/IP. Данный протокол работает по модели «клиент-сервер». Для автоматической конфигурации компьютер-клиент на этапе конфигурирования базовой станции обращается к серверу DHCP, и получает от него нужные параметры.

2. **Загрузка соответствующей версии программного обеспечения SW в eNB**

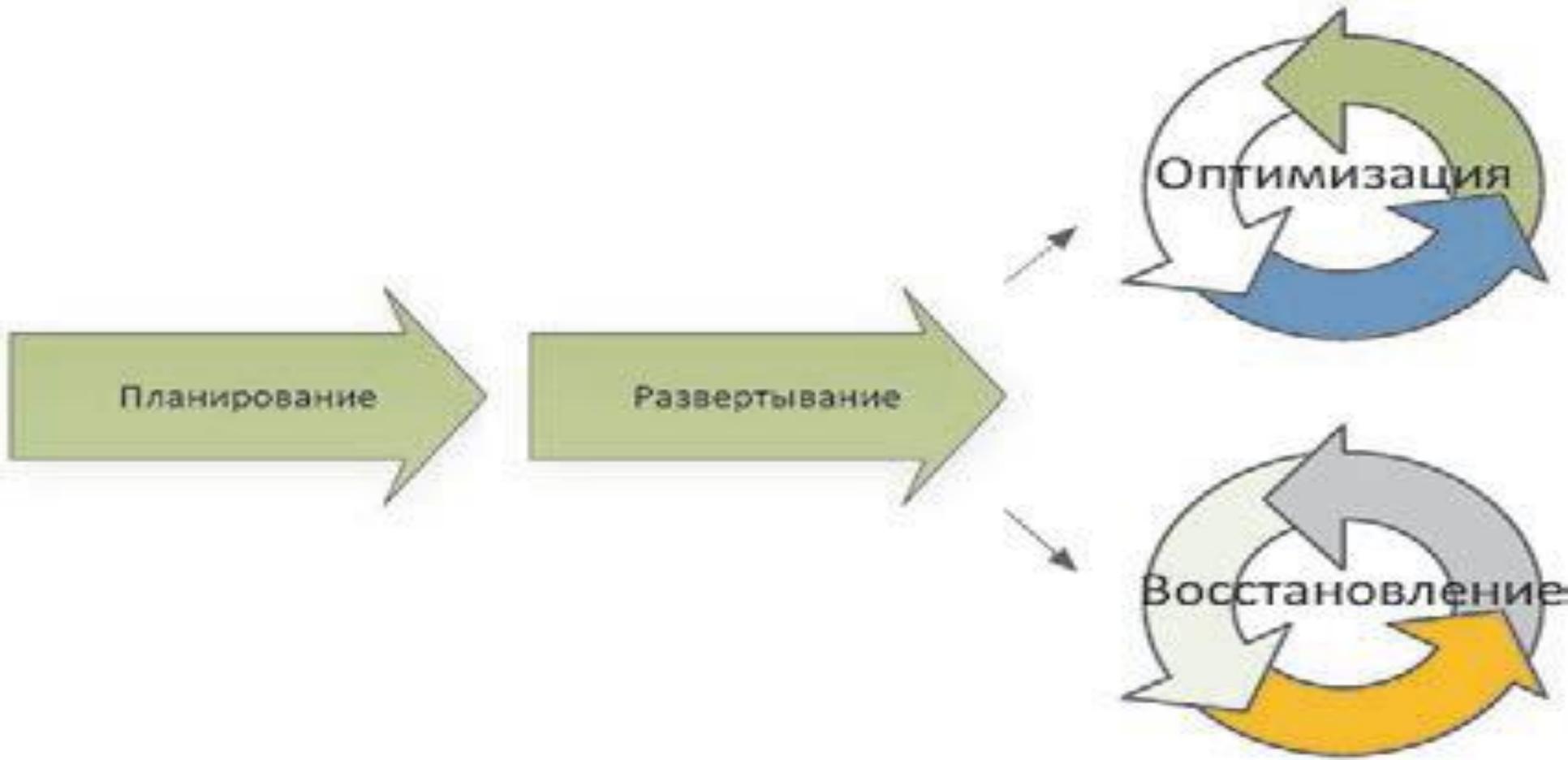
3. **Установка начальных параметров радиосети, включая взаимодействие с соседними базовыми станциями eNB и назначение (распределение) идентификаторов физических сот - Cell ID (Physical Cell ID/P CID).**

По завершению описанных процедур новая eNB выполняет тестирование как аппаратных так и программного средств, и отправляет сообщение о своем статусе в центр поддержки эксплуатации OSS (уровня EMS).

При этом eNB будет внесена в базу данных оборудования, которая содержит ее уникальный идентификатор, текущую конфигурацию и статус.

Проект SON

(применимый пока лишь к сети LTE) является показательным примером нового подхода к созданию телекоммуникационной технологии, в которой учтены не только функциональные, но и эксплуатационные задачи оператора связи.



Пример эксплуатационного управления сетью мобильной связи 4 G *(решение компании Alcatel-Lucent)*

Унифицированное комплексное **эксплуатационное управление** сетевыми элементами, сетью в целом и услугами осуществляется с помощью системы 5620 SAM / Service Aware Manager (SAM).

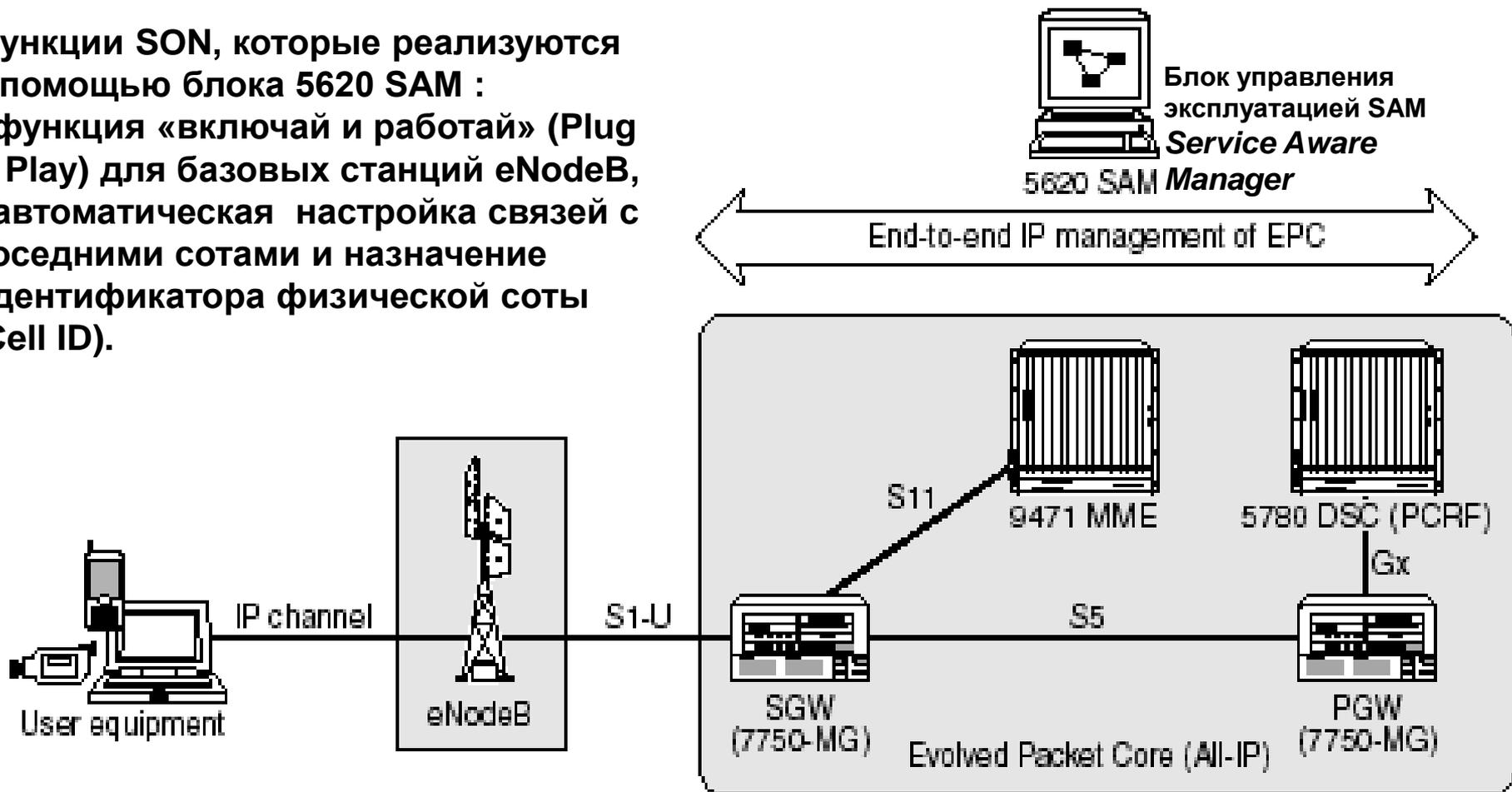
Alcatel-Lucent 5620 SAM является ключевой платформой эксплуатационного управления портфеля Alcatel-Lucent и используется совместно с прочими приложениями для обеспечения цельных решений.

Система управления 5620 SAM поддерживает автоматическую настройку конфигурации, повышает производительность, сокращать сроки вывода на рынок новых мобильных услуг и помогает устранять отказы и минимизировать простои при возникновении проблем₂₅.

Эксплуатационное управление сетью и услугами на основе блока 5620 SAM производства Alcatel-Lucent

Функции SON, которые реализуются с помощью блока 5620 SAM :

- функция «включай и работай» (Plug & Play) для базовых станций eNodeB,
- автоматическая настройка связей с соседними сотами и назначение идентификатора физической соты (Cell ID).



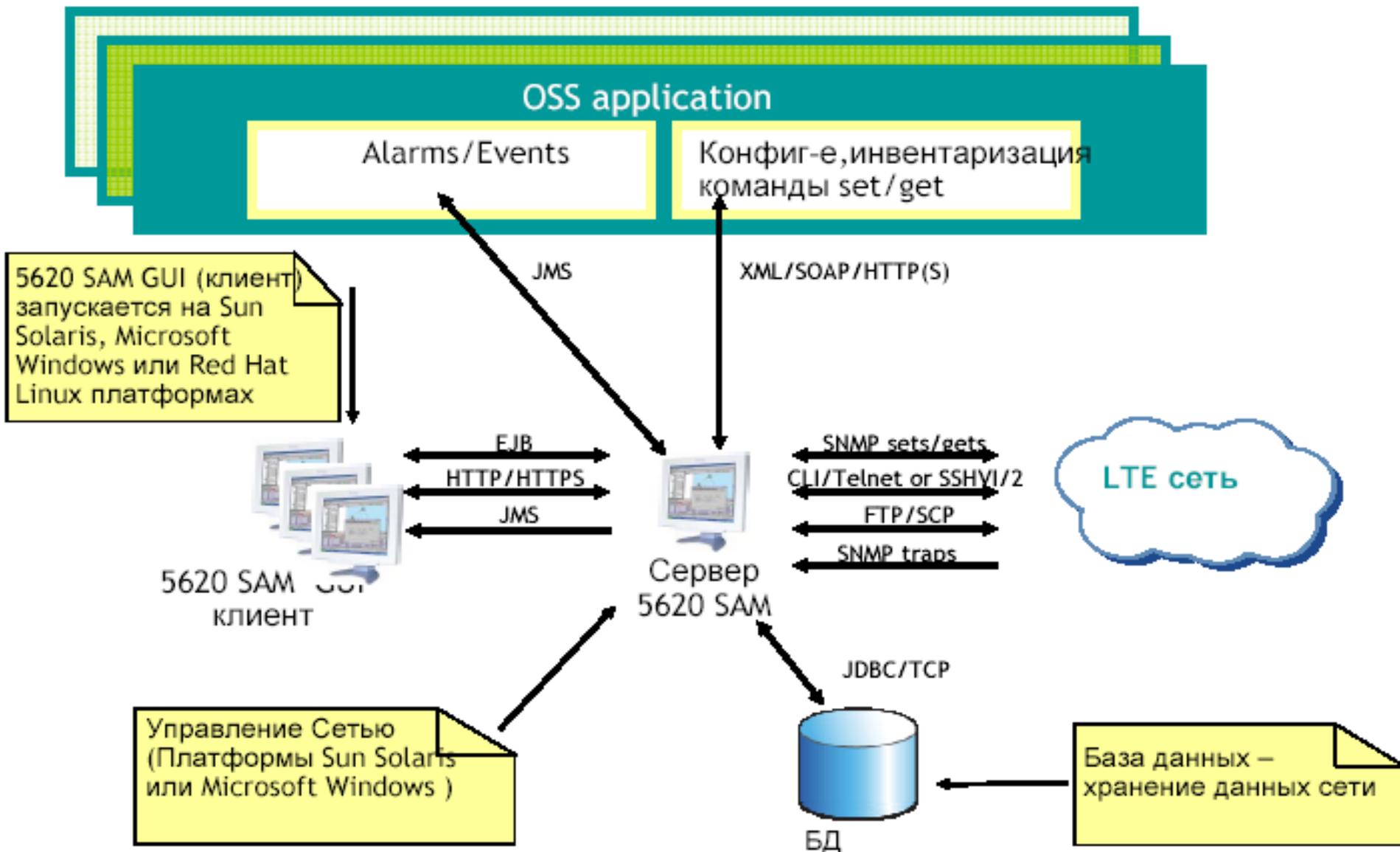
EPC (SAE) базовая пакетная сеть LTE

MME - узел управления мобильностью

S-GW / Serving Gateway - шлюз обслуживания (обслуживающий шлюз)

PGW / Packet Data Network Gateway - пакетный шлюз базовой сети

Интерфейсы главного сервера блока SAM



Графический интерфейс 5620 SAM на базе GUI

Основное Меню

Набор функций

Дерево навигации

Рабочая Панель

Динамический Лист аварий

Панель задач

The screenshot displays the 5620 SAM Client GUI. The main window is titled "5620 SAM Client (IH-5620-CLT-SAM-SRV-1)". It features a menu bar with "Application", "Create", "Manage", "Policies", "Tools", "Administration", "Window", and "Help". Below the menu bar is a toolbar with various icons. The interface is divided into several panes:

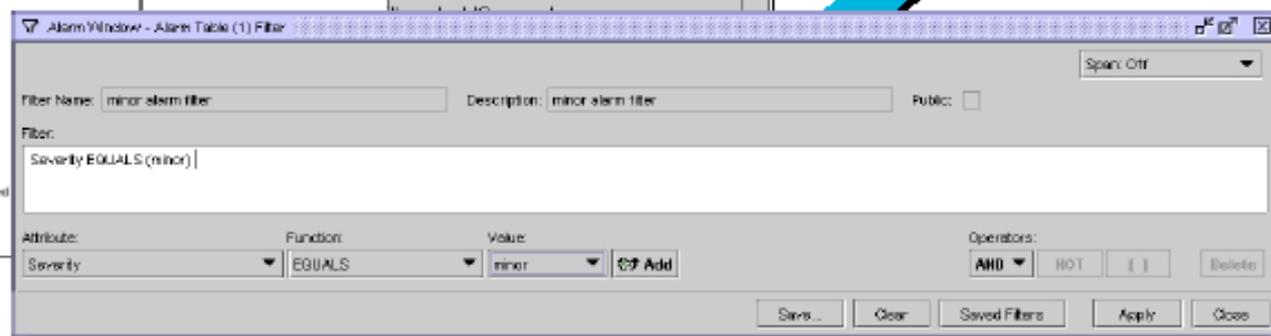
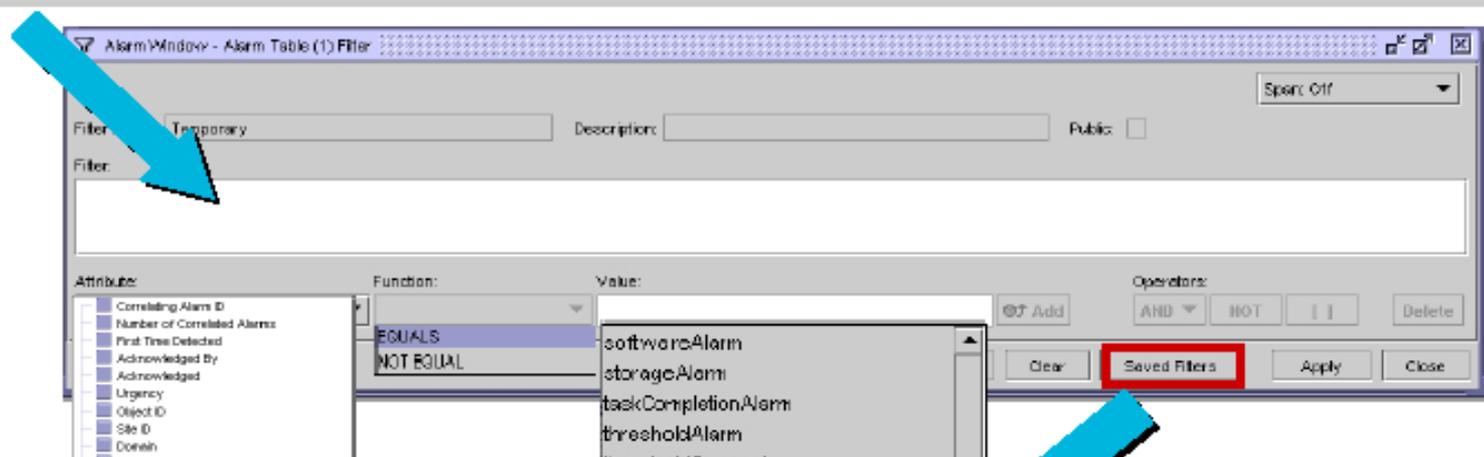
- Equipment-Network (1):** A tree view showing a hierarchy of "Network" and "Discovered NEs". The tree includes various network elements like "5780 DSC - ATCA", "7750-SRI2", and "9471 MME".
- Physical Topology (1):** A graphical representation of the network topology, showing nodes and their connections. Nodes are labeled with IP addresses and device types, such as "IH-7750-CLT-SGW-1" and "IH-7750-CLT-PGW-1".
- Alert Window - Alarm Table (1):** A table displaying active alarms. The table has columns for "Time", "Name", "Category", "Policy", "Device", "Status", "Severity", "Condition", "Info", and "Cleared".

The "Alert Window" shows the following data:

Time	Name	Category	Policy	Device	Status	Severity	Condition	Info	Cleared
2010/05/03 14:58:59.4...	N/A	Mediation Policy	POLY-SNMPv3-Mediati...	MediationAuthenticatio...	unknownUserName	warning			
2010/05/03 14:48:57.5...	mme44	Vme Service Member	netMon-MAF-G3-3.0	Med_S5_toledDoest...	thresholdCrossed	critical			
2010/05/03 03:03:55.0...	mme24	Network Element	mme24	MeSYS_Configuration	configurationOfCusto...	major			

At the bottom of the window, there is a status bar with the text "admin is logged in", "Receiving server heartbeat", "Standalone DB: Up", and "Mon May 03 15:51:43 CDT 2010".

Пример анализа аварийных сигналов



Alarm Window - Alarm Table - minor alarm filter (1)

minor alarm filter  Span On: Active Count: 3 Search

Alarm Table Alarm Statistics

Last Time Detected	Site Name	Object Type	Object Name	Alarm Name / ID	Probable Cause	Severity	OLC State	Additional	Implicitly Cleared	et
2009/07/10 13:21:41.6...	FE-2	Interface	Int-pe-2-to-pe-1	IsisAdjacencyDown	IsisInterfacesDown	minor	In Service	N/A	<input checked="" type="checkbox"/>	et
2009/07/10 13:21:19.2...	FE-1	Interface	Int-pe-1-to-pe-2	IsisAdjacencyDown	IsisInterfaceDown	minor	In Service	N/A	<input checked="" type="checkbox"/>	et
2009/07/10 13:21:17.6...	FE-1	PhysicalPort	Port 1/1/M	Equipment Administrati...	equipment Administrati...	minor	In Service	N/A	<input checked="" type="checkbox"/>	et

Контрольные вопросы

1. Перечислите стадии жизненного цикла систем связи
2. Задачи эксплуатации систем связи, в том числе на английском
3. Функциональные области эксплуатационного управления сетями связи
4. Характеристика систем связи как объектов эксплуатации.
5. Особенности NGN&S как объекта эксплуатации
6. В чем суть сдвига парадигмы эксплуатации для сетей NGN и пост-NGN
7. Поясните задачи обеспечения качества обслуживания пользователей
8. Сформулируйте стратегические цели эксплуатации
9. Перечислите и поясните стратегические средства эксплуатации
10. Раскройте содержание и необходимость проекта SON
11. Поясните алгоритм самоконфигурации применительно к сети LTE
12. Дайте назначение интерфейсов блока SAM в решении эксплуатационного управления на примере ALU