



Целевая сеть NetX2025: технический документ

МОДЕЛЬ СЕТИ БУДУЩЕГО **GUIDE**

СОДЕРЖАНИЕ

Введение

1 Пришло время создать целевую сеть 2025 01

1.1 Три фактора, определяющих целевую сеть 2025 02

1.1.1 Коммерческий успех 02

1.1.2 Сокращение общей стоимости владения 03

1.1.3 Развитие технологий 06

1.2 Планирование целевой сети 2025: ориентация на услуги 08

2 GUIDE: определение архитектуры целевой сети 2025 13

2.1 Пять характеристик целевой сети 2025 14

2.1.1 Гигабитное подключение в любом месте 14

2.1.2 Сверхвысокий уровень автоматизации 16

2.1.3 Интеллектуальное подключение к мультиоблачной среде 18

2.1.4 Дифференцированное взаимодействие 19

2.1.5 Гармония с окружающей средой 21

2.2 Модель целевой сети 2025 GUIDE 23

3 Планирование и развитие целевой сети 2025 25

3.1 Беспроводной доступ к сети 26

3.2 Опорная сеть 38

3.3 Стационарная сеть 53

3.4 ADN (автономно управляемая сеть) 72

4 Инновационные технологии — ключевое решение проблем будущего 89

4.1 5.5G: совершенствование и расширение применения 5G 90

4.2 IPv6+: инновационное изменение и расширение IPv6 93

4.3 Интеллектуальность 101

Концепция 109

Введение

Современное общество вступает в эру интеллектуальных технологий, где все подключено ко всему. Начался новый цикл развития ИКТ, ускоряющий цифровую трансформацию множества отраслей, таких как финансовые и транспортные услуги, производство и государственный сектор.

Сети операторов связи представляют собой стратегическую основу для устойчивого развития. По мере развития сетей 5G, F5G и других сетевых технологий отраслевые приложения переходят из 2С в 2В, что полностью меняет и образ жизни, и производственные процессы, способствуя продвижению услуг цифровой трансформации. Операторы связи располагают уникальными возможностями для предоставления качественных услуг подключения посредством 5G и частных линий связи, а также обширными ресурсами для обработки данных и налаженными связями с государственными структурами и отраслевыми заказчиками. Это позволяет им решать различные задачи цифровой трансформации для клиентов из государственного сектора и отраслевых заказчиков, а также развивать комплексные экосистемы приложений, получая при этом дополнительные конкурентные преимущества по сравнению с поставщиками технологий ОТТ.

Кроме того, используя богатые возможности управления, доступные в рамках сетевых подключений, операторы могут развивать сотрудничество с отраслевыми цепочками ОТТ и использовать синергию облака и сети, чтобы помогать организациям переходить на облачные платформы, улучшая их опыт взаимодействия. И хотя это взаимодействие осуществляется в облаке, именно базовые сети являются основой таких улучшений. Таким образом, в будущем сквозные дифференцированные сетевые подключения E2E останутся ключевым фактором, определяющим конкурентные позиции.

В этом техническом документе, который создан при участии ряда глобальных операторов связи, обсуждается проектная схема целевой сети 2025, которая поможет предприятиям отрасли оценить бизнес-возможности, инструменты совместной работы и развитие технологий со стратегической точки зрения. Данный документ призван помочь в создании стабильной, надежной и эффективной архитектуры целевой сети, которая даст ряд конкурентных преимуществ с учетом будущих изменений, поможет получить максимальную прибыль от использования сетей и добиться стабильного успеха для бизнеса.

1

Пришло время создать целе- вую сеть 2025



1-1

Три фактора, определяющих целевую сеть 2025

1-1-1 Успех бизнеса

1.1.1.1 Телекоммуникационная отрасль ищет новый голубой океан после роста числа пользователей и объемов трафика

Мобильные сети меняют мир самым радикальным образом, переводя в цифровой формат совместный доступ, общение, покупки, развлечения и прочие повседневные занятия, и это обусловило взрывной рост в отрасли широкополосных сетей мобильной связи. За последние 15 лет операторы связи последовательно прошли три успешных этапа трансформации: рост за счет увеличения количества пользователей, рост за счет увеличения объемов трафика и рост за счет увеличения объемов данных. На первом этапе увеличения количества пользователей у большинства операторов связи наблюдался быстрый рост. Однако после перехода на второй этап выяснилось, что привычные подходы к развитию больше не работают, и это привело к значительному снижению выручки несмотря на рост объемов трафика. В худшем случае операторы связи сталкивались с отрицательным ростом, и это привело к сокращению их числа по всему миру.

1.1.1.2 Цифровизация отрасли вынуждает операторов связи более активно использовать возможности B2B

В июле 2020 г. крупная прядильная фабрика в Шаньдуне (провинция на востоке Китая, на побережье Желтого моря) успешно запустила автоматизированную производственную линию длиной 35 км, стремясь следовать принципам автоматизации производства и обеспечить автоматическое визуальное управление без участия оператора для всех процедур и рабочих мест. На фабрике использовались транспортные средства с автоматическим управлением с помощью лазерной навигации 5G для перевозки больших и тяжелых контей-

неров с прядями хлопка без применения ручного управления. Кроме того, была реализована поддержка функций отслеживания выполнения заказа, предупреждений о состоянии оборудования и дефектах качества, экологического мониторинга, отслеживания энергопотребления, создания отчетов о качестве одним нажатием, мониторинга данных о качестве в реальном времени, отслеживания заказов в реальном времени и многих других сервисов, а также на всех устройствах была внедрена комплексная система анализа данных. Всего этого удалось добиться благодаря использованию новейших технологий подключения и вычислительных возможностей. В результате количество работников на цифровой производственной линии сократилось на 90 %, что позволило значительно снизить трудозатраты и повысить качество продукции, получив таким образом дополнительное конкурентное преимущество в сравнении с другими предприятиями текстильной промышленности.

Следующее десятилетие имеет все шансы стать еще одним золотым веком для операторов связи после эпохи программно управляемых коммутаторов, которые произвели настоящий фурор на рынке стационарной телефонной связи; эпохи GSM, результатом которой стал беспрецедентный рост базы абонентов мобильной связи, а эпохи стационарных сетей широкополосного доступа и технологий 4G. И теперь цифровизация всей отрасли, машинное зрение, Интернет вещей и терминалы с высокой пропускной способностью открывают практически безграничные возможности. С развитием сетей 5G операторы связи получают новые конкурентные преимущества в сфере цифровизации предприятий по сравнению с поставщиками технологий OTT и вместе с тем широкие возможности для внедрения инновационных услуг и повышения эффективности бизнес-процессов.

1-1-2 Снижение общей стоимости владения

1.1.2.1 Бюджетные ограничения стимулируют максимально точное проектирование и создание сетей 5G

Если говорить о развитии технологий 3G и 4G, то на каждом этапе предъявлялись довольно строгие требования. Этап роста за счет уве-

личения количества пользователей еще не завершился, а средний доход на одного абонента уже был в целом выше, чем сейчас.

А если оценить перспективы на будущее, то учитывая, что развитие сетей 5G началось еще до того, как полностью окупились инвестиции в 4G, и что рост за счет увеличения количества пользователей еще продолжается, операторам связи следует проявлять осторожность в выборе направлений инвестирования. Успешное начало — это лишь половина дела. И в этом смысле целевые сети станут ключевым фактором успеха операторов связи в конкурентной борьбе в эпоху 5G. В следующие пять-десять лет жизненного цикла сетей 5G очень важно эффективно использовать ограниченные возможности для инвестиций, чтобы получить максимальную прибыль от эксплуатации сетей операторов связи за счет повышенной точности планирования и построения сетей и грамотного вложения средств. Это вопрос первостепенной важности, который требует от операторов связи немедленных действий.

1.1.2.2 Инновационный подход к созданию архитектуры играет ключевую роль в сокращении затрат и повышении эффективности

Одновременное существование сетей 2G, 3G и 4G в течение прошедших десяти лет привело к значительному росту годовых эксплуатационных затрат для глобальных операторов связи, и это не в последнюю очередь обусловлено структурными дефектами сетей операторов связи. Рассмотрим пример одного из европейских операторов.



Этот пример демонстрирует, что традиционные операторы связи сейчас испытывают огромное давление, учитывая что эксплуатационные затраты достигают 50% от общей выручки и в более чем пять раз превышают капитальные затраты. Принято считать, что в случае успешных инвестиций соотношение эксплуатационных и капитальных затрат не должно превышать 3:1.

Повышение уровня сложности сетей, услуг и процессов ЭИТО, обусловленное параллельным существованием сетей 2G, 3G, 4G и 5G, конечно, является основной причиной вызывающего беспокойство роста доли эксплуатационных затрат для операторов связи всего мира. Сокращение эксплуатационных затрат уже стало одним из основных требований в отрасли, и новые технологии, которые заметно повышают эффективность эксплуатации сетей, станут тем самым критически важным решением, на которое операторы связи смогут положиться в сложившейся ситуации. Генеральный директор одной из ведущих интернет-компаний однажды заметил, что «искусственный интеллект произведет в обществе настоящую революцию и повлияет на его развитие еще сильнее, чем огонь и электричество».

«Если оценивать перспективы, можно сказать, что мудрый взгляд на вещи станет ключом к успеху». Помимо искусственного интеллекта, толчок к развитию и совершенствованию сетей операторов связи дадут такие инновационные технологии, как большие данные, цифровые двойники, а также новые протоколы и архитектуры. Мы уже отмечали, что ведущие операторы связи намерены предпринять серьезные меры для повышения производительности и эффективности целевых сетей, а также адаптивности бизнеса в следующие пять-десять лет. Мы также не сомневаемся, что инновационная архитектура поможет отрасли справиться со всеми несовершенствами структуры сетей и оптимизировать общую стоимость владения для операторов связи.

1-1-3 Развитие технологий

1.1.3.1 Сеть 2020 — точка отсчета на следующие пять лет

Облако и облачные приложения оказались лишь прологом к следующему этапу технологической революции. Доступность по запросу, бесперебойная работа, услуги самостоятельной поддержки и расширенные возможности масштабирования — вот ключевые функции, которые обеспечат соответствие будущим требованиям к обслуживанию и стандартам стабильной распределенной коммутации открытых архитектур (ROADS). Развитие технологий OTT в основном поддерживается облачными технологиями, и переход в облако — первое, что предстоит сделать операторам связи. Общедоступное облако предоставляет операторам инфраструктуру как услугу (IaaS), платформу как услугу (PaaS) и программное обеспечение как услугу (SaaS), а частное облако дает возможность реализовать облачные сервисы BSS и OSS, которые позволяют трансформировать системы управления.

SDN-сети повышают адаптивность сетей и их эффективность в реальном времени, позволяя осуществлять услуги самостоятельной поддержки, обслуживание в реальном времени и индивидуализацию по запросу. SDN-сети широко используются в самых разных областях — от WAN до ЦОД, VPN и предоставления услуг частных линий связи. С точки зрения технологий SDN-сети значительно продвинулись вперед от выделения плоскости управления пересылкой к автоматизации сети. В предыдущие пять лет SDN-сети играли важную роль в развитии сетей глобальных операторов связи, помогая повышать эффективность процессов ЭИТО, сокращать трудозатраты и высвобождать рабочее время инженеров, устраняя необходимость вручную выполнять рутинные задачи.

Виртуализация сетевых функций (NFV) — еще одна важная технология, которая поддерживает технологическую революцию. Виртуализация функций сетевых сред и их перенос в облако позволяют операторам связи масштабировать такие среды по запросу, чтобы обеспечить их постоянное подключение к сети. Такие гибкие возможности масштабирования привлекли пристальное внимание предприятий как в отрасли, так и за ее пределами.

С 2014 года глобальные операторы связи во главе с AT&T пытаются перейти в облако, причем AT&T поставила себе цель перевести в облако 70 % своих сетевых сред к 2020 году. Другие операторы, например Telefonica и Vodafone, поставили себе задачу, которая полностью отражает технологические тенденции последних пяти лет.

И хотя SDN-сети и NFV еще не достигли совершенства в своем развитии, эти технологии станут основой для развития архитектуры сетей в последующие пять лет.

1.1.3.2 5G, искусственный интеллект, граничные вычисления и другие технологии помогают ускорить цифровую трансформацию

Выдающиеся новые технологии способствуют развитию всей отрасли. Искусственный интеллект открыл дорогу инновационным технологиям в сфере коммуникаций и вертикальных отраслях, причем основным компонентом стали граничные вычисления. Кроме того, технологии 5G, искусственного интеллекта и граничных вычислений подарили Интернету вещей второе дыхание. Интеграция 5G в вертикальных отраслях также становится обычным явлением. В качестве примера можно привести China Mobile, которая уже приступает к реализации стратегии 5G+ для развития своих процессов интеграции. Все эти новые тенденции явно указывают на то, что беспрецедентная революция в отрасли уже не за горами.

Проще говоря, развертывание 5G создает все больше бизнес-возможностей для различных отраслей. Слияние 5G с технологиями искусственного интеллекта, Интернета вещей, граничных и облачных вычислений открывает практически безграничные возможности. Тем не менее появившиеся в результате сервисы виртуальной, дополненной и смешанной реальности, V2X, цифровых двойников и голографической коммуникации оказывают на современные сети огромное давление, и адаптироваться к таким сервисам — основная задача глобальных операторов. Таким образом, целевая сеть 2025 приобретает особенно важное значение. Подключения и приложения 5G рано или поздно проникнут во все вертикальные отрасли, способствуя их

цифровизации, и в следующие пять лет не только станут для операторов связи серьезным вызовом, но и — что гораздо важнее — откроют массу новых возможностей.

1-2

Планирование целевой сети 2025: ориентация на услуги

В эпоху 2G, 3G и 4G при планировании целевых сетей основное внимание уделялось голосовой связи и трафику, при этом использовались простые модели обслуживания и коммуникации осуществлялись между людьми. Однако технологии 5G в последующие пять-десять лет трансформируют услуги, связанные с человеческим общением, добавляя в них подключения между устройствами и отраслевые услуги на основе сценариев. В целевой сети 2025 операторы будут сосредоточены в основном на услугах, и при этом изменения в направлении трафика, сценариях и услугах будут расцениваться как руководство к действию.

2С и 2Н: мультимедийные развлечения, покупки в виртуальной реальности и видео с разрешением Ultra-HD требуют быстрого развития широкополосной связи, доступной для обычных пользователей и домашних сетей. Видео в формате 2D в разрешении HD, 4K и 8K теперь выходят на уровень VR-видео в формате 3D. Появление облачных VR-сервисов и панорамных видео также способствует развитию гигабитных широкополосных каналов связи, для которых требуется более высокая пропускная способность: в 10, а то и в 100 раз больше существующей. Например, пропускная способность панорамных VR-видео с разрешением 24K должна быть не ниже 870 Мбит/с. По прогнозам GSMA, к 2025 году общее количество пользователей 5G в мире достигнет 1,6 млрд, причем 40 % из них придется на Китай. К тому времени средняя скорость сети для пользователей широкополосных домашних сетей превысит 250 Мбит/с, а в Китае количество пользователей гигабитных широкополосных каналов превысит 80 миллионов. Таким образом, целевая сеть 2025 должна учитывать покрытие 5G и F5G, улучшить структуру общей стоимости владения, поддержи-

вать развитие полного спектра услуг и, в конечном счете, обеспечить повсеместное подключение к гигабитному каналу.

2В: В эпоху 2G и 3G операторы связи предоставляли относительно простые типы услуг. Все сосредоточилось на том, чтобы откусить солидный кусок стремительно растущего рынка и предотвратить однородность конкуренции. В эпоху 4G появление услуг OTT постепенно ослабило влияние операторов связи на отрасль. В результате операторам пришлось приложить усилия, чтобы сохранить свои клиентские базы в условиях появления все большего числа каналов. В эпоху 5G операторы связи сместили фокус с рынка 2В на 2С, более активно поддерживая традиционные отрасли. Одна из экспертных организаций в этой сфере прогнозирует, что отрасль 5G в Китае в 2025 будет давать прибыль в размере 3,3 трлн юаней. С точки зрения глобального охвата услуги 2В операторов связи ранее включали технологии подключения, вычисления, облачные технологии, приложения и искусственный интеллект. Теперь они также включают решения на основе сценариев, в которых относятся технологии подключения WAN, IAN, граничные облачные вычисления, общедоступные облака и приложения. Операторам неизбежно придется помимо традиционных услуг подключения предоставлять предприятиям новые услуги в сфере ИКТ. По приблизительным оценкам, к 2025 году услуги 2В станут основным источником дохода для ведущих глобальных операторов связи. На их долю придется более 50 % от общего объема прибыли. Таким образом, целевая сеть 2025 должна обеспечивать полноценное покрытие (как внутри помещений, так и вне их), развертывание сегмента 5G, граничные облачные вычисления и совместную работу со множеством облачных платформ. При оценке масштабов проекта фокус планирования должен сместиться от масштабности, универсальности и широкого покрытия к точному построению на основе сценария и всеобъемлющему покрытию. Кроме того, важно обеспечить внедрение приложений 5G, расширить ассортимент отраслевых приложений и способствовать построению и планированию сетей 5G, чтобы достичь устойчивого и успешного развития.

Новые технологии: несмотря на неопределенность и высокий уровень сложности услуг 2В в будущем, технические инновации (изучение и освоение новых технологий) помогут успешно справиться с этими проблемами. Целевая сеть 2025 должна поддерживать информационные технологии нового поколения, большие данные, облачные вычисления, Интернет вещей и искусственный интеллект, открывая новые возможности для развития интеллектуального мира и снижая уровень неопределенности в мировой экономике.

Направление передачи трафика в сети: услуги 2В операторов связи претерпели значительные изменения, постепенно сместившись от традиционных технологий подключения WAN к комбинации подключений WAN и подключений IAN к корпоративным/кампусным сетям. Кроме того, по мере развертывания технологий мобильных периферийных вычислений (MEC) в корпоративных сетях или в серверных ЦО, обработка услуг 2В переместилась в MEC или в частные корпоративные облака. Традиционные модели трафика «север-юг» (с уровня доступа на уровень передачи и далее, в ЦОД) теперь изменились, чтобы обеспечить поддержку движения трафика в любых направлениях. По приблизительным оценкам, объем трафика в сетях в 2025 году увеличится не менее чем в 10 раз, причем объем трафика «восток-запад» в сетях операторов связи достигнет тех же величин, что и объем трафика «север-юг». Таким образом, целевая сеть 2025 должна учитывать планирование и покрытие для повсеместных беспроводных подключений к кампусной сети, проводных подключений, серверных MEC и оптоволоконных инфраструктур.

Сетевой трафик: в последующие пять лет домашний просмотр видео в формате HD и широкое коммерческое использование 5G обусловят увеличение объема трафика в активных сетях операторов связи более чем в 10 раз. Если говорить о емкости, при планировании целевой сети 2025 необходимо учесть возможность постепенного или даже опережающего развития сети доступа, MAN и беспроводной сети передачи данных. Благодаря целевой сети операторы связи смогут повысить точность прогнозирования и своевременность увеличе-

ния трафика услуг, развивая планирование и построение сети поэтапно и с учетом всех необходимых факторов.

Требования в зависимости от сценария: учитывая, что фокус услуг операторов связи смещается в сторону рынка 2B, фрагментированный и зависимый от сценариев отраслевой рынок предъявляет к отраслям все больше разнообразных требований. К тому же, сегодня недоступны унифицированные решения для масштабируемой репликации в пределах одного отраслевого проекта. Например, требования в отношении пропускной способности сети могут варьировать для выгрузки видео при использовании камер различных производителей и с разной скоростью передачи данных. В средах с высокой температурой, влажностью воздуха, взрывоопасных средах или при движении с высокой скоростью предъявляются более высокие требования в отношении надежности и безопасности сети, а технология машинного зрения на умном производстве требует совместного применения восходящих каналов 5G, облачных технологий и искусственного интеллекта. Для решения таких проблем к операторам связи предъявляются повышенные требования в отношении решений на основе сценариев. Чтобы справиться с поставленными задачами, операторам придется разработать дифференцированные сетевые инструменты с учетом требований конкретной сети, используя для этого целевую сеть 2025. Это позволит эффективно завершить интеграцию в отрасли.

Возможности обслуживания: традиционные автономные режимы обслуживания 2C, 2H и 2B к 2025 году перестанут обеспечивать соответствие новым требованиям к корпоративным услугам ИКТ. Новые возможности обслуживания требуют подготовки услуг за считанные минуты, визуализации SLA для сети, гибких возможностей индивидуализации обслуживания и высочайшего качества взаимодействия с заказчиком — это касается всех областей, начиная с подписки и заканчивая эксплуатацией и оплатой. Проще говоря, высокое качество услуг является необходимым условием для предоставления возможностей премиального класса. Таким образом, дифференцированные сетевые возможности обеспечивают повышенную точность при планировании целевой сети 2025, более быстрое развертывание, упро-

щенные процессы ЭИТО и эффективную оптимизацию за счет цифровой операционной системы, что позволит предоставлять максимально качественные сетевые сервисы E2E.

2

GUIDE: определение архитектуры целевой сети 2025

2-1

Пять характеристик целевой сети 2025

Учитывая результаты предшествующего анализа движущих сил и методологии, мы приходим к выводу, что целевая сеть оператора связи 2025 должна обладать следующими характеристиками.



2-1-1 Повсеместное подключение к гигабитному каналу

Оценивая перспективы к 2025 году, компания Omdia, занимающаяся исследованиями рынка, прогнозирует, что домашние широкополосные сети со скоростью загрузки менее 100 Мбит/с просто исчезнут. В этот же период средняя скорость загрузки в ведущих странах мира превысит 500 Мбит/с. Даже сегодня более 300 поставщиков услуг в ведущих странах и регионах уже обеспечивают скорость загрузки не ниже 1 Гбит/с. *1 Гбит/с для каждой домашней сети — такая скорость станет новой нормой, и потребителям потребуются персонализированные услуги, (Технический документ IDC, разработанный при поддержке Huawei, CSP Network Transformation: The Journey to 2025, док. № EUR147425621, февраль 2021 г.)*

Кроме того, по прогнозам Omdia, к 2025 году число пользователей гигабитных широкополосных каналов по всему миру превысит 187 млн. Учитывая развитие технологий AR и VR, технологий UHD для бес-

пилотных транспортных средств, интеллектуальных инструментов и промышленных камер, а также сценарии промышленного производства, уличных проверок и мониторинга, подключение к гигабитным каналам становится обязательным требованием.

В сфере 5G ключевыми для развития инноваций становятся возможности восходящего канала, задержки и позиционирования. Например, в сценариях умного производства реализована технология Super Uplink, которая позволяет достичь скорости в восходящем канале не ниже 1 Гбит/с для выгрузки видео в формате HD. При этом для позиционирования на субсчетчиках используется UTDOA и расширенный диапазон частот, позволяя повысить эффективность управления кампусными сетями на производственных объектах. В сценариях с использованием портов реализованы функции мини-слотов и предварительного выделения, что обеспечивает низкую задержку в 20 мс и автоматическое удаленное управление кранами, позволяя таким образом исключить более 90 % операций, выполняемых вручную.

В интеллектуальных IP-сетях используется трехуровневая интеллектуальная архитектура (которая объединяет сетевую среду, сеть и облако), позволяющая операторам связи выполнять комплексное обновление своих WAN-сетей, внедрять мультиоблачную инфраструктуру и синергию облака и сети, а также удовлетворять индивидуальные требования, чтобы обеспечить соответствие WAN-сетей эпохе интеллектуальных услуг полного цикла.

В то же время в интеллектуальных оптических сетях F5G реализовано полностью оптическое решение для сетей передачи данных, которое обеспечивает соответствие требованиям многоскоростной передачи данных и значительно повышает эффективность. Кроме того, внедрено решение для создания межсоединений в полностью оптическом ЦОД по принципу plug-and-play, которое обеспечивает поддержку развертывания услуг одним нажатием, расширение оптических подключений до периферии сети и оптимальное взаимодействие с услугами для всех пользователей, домашних сетей и организаций.

2-1-2 Сверхвысокий уровень автоматизации

Активное внедрение интеллектуальных технологий в различных отраслях неизбежно увеличит масштаб и уровень сложности сетей. Согласно интернет-отчетам, при внедрении новых технологий, таких как 5G, плотность подключения возрастает стократно, а количество настроек параметров увеличивается более чем в 10 000 раз, что значительно усложняет процессы ЭИТО и управление подключенными сетями. Чтобы решить эту проблему, необходимо внедрить технологии для работы с большими данными и интеллектуальные инструменты, которые помогут исключить процессы ЭИТО, выполняемые вручную, заменив их операциями со сверхвысоким уровнем автоматизации. Это снижает уровень сложности при принятии решений и повышает эффективность работы.

Тем не менее сверхвысокий уровень автоматизации, который достигается на основе интеллектуальных технологий, не просто позволяет автоматизировать простые рутинные задачи, но и гарантирует более интеллектуальную адаптацию к различным услугам и типам взаимодействия. Это позволяет оптимизировать множество различных задач, чтобы дополнительно повысить производительность работы. Внедрение технологий, обеспечивающих сверхвысокий уровень автоматизации, позволяет реализовывать в сетях принцип Self X (самообслуживание, самостоятельная доставка и самообеспечение), а также функции ЭИТО в пределах полного жизненного цикла, предоставляя пользователям решения с индексом Zero X (без задержек, без неисправностей, полностью автоматизированные).

Без задержек: автоматизация E2E на всех этапах, от намерения сервиса до выпуска, доставки и обслуживания конфигураций сети. Переход между ключевыми этапами при перемещении из одной технической области в другую или между уровнями сети, позволяющий компаниям или операторам сети регулировать взаимодействие с сетевыми услугами с учетом изменений в требованиях к обслуживанию.

Полная автоматизация: высокий уровень сложности сетевых устройств и разнообразие потребителей и корпоративных заказчиков в цифро-

вой экономике дополнительно усложняют управление сетями вручную. В частности, в таких сценариях, как оптимизация сети, уровень сложности при оптимизации с множеством параметров просто превышает человеческие возможности. Технологии на базе искусственного интеллекта, обеспечивающие сверхвысокий уровень автоматизации, могут постепенно превратиться в оптимальное решение на основе новых функций обучения, способное самонастраиваться в соответствии с результатами анализа. Кроме того, проблемы, связанные с высоким уровнем сложности сетей, можно устранить за счет блоков управления и контроля в сети. Пользователям верхнего уровня сети или платформ не придется тратить слишком много времени и сил на то, чтобы разобраться в технических деталях, таких как типы устройств, порты и протоколы.

Без неисправностей: в ячеистой сети инструменты сети могут обнаружить или спрогнозировать неисправность с высокой точностью еще до того, как она возникнет, а также предотвратить или устранить ее самостоятельно. Для этого во избежание нарушения работы служб верхнего уровня используются изменения SLA, которые не влияют на работу пользователей.

Чтобы обеспечить полноценное взаимодействие с пользователем в рамках замкнутого цикла и предоставить интерфейс Zero-X, средства сверхвысокого уровня автоматизации сначала применяются к системам автономного управления замкнутого цикла в пределах одного домена, а затем распространяются на другие уровни или домены.

2-1-3 Интеллектуальное подключение к мультиоблачной среде

По нашим прогнозам, затраты на общедоступную облачную инфраструктуру уже к 2022 году превысят расходы на традиционную инфраструктуру ИТ. Предприятия все чаще внедряют новые технологии, чтобы обеспечить поддержку новых бизнес-сценариев. К 2024 году 75 % предприятий уже будут использовать современные архитектуры для большинства рабочих нагрузок бизнес-уров-

ня в мультиоблачных средах. (Технический документ IDC, разработанный при поддержке Huawei, CSP Network Transformation: The Journey to 2025, док. № EUR147425621, февраль 2021 г.)

Мультиоблачная среда легла в основу цифровизации предприятий с учетом атрибутов приложений, безопасности поставок, надежности и экономичности. Функция интеллектуального подключения к облаку в целевой сети удовлетворяет всем потребностям цифровой трансформации с использованием нескольких облачных сетей.

Сеть агрегации нескольких облачных сетей на основе интеллектуальных технологий подключения позволяет предприятиям реализовать мультиоблачную инфраструктуру для работы с клиентами и создать полноценную систему электронной коммерции для обслуживания всех этапов, начиная от оформления подписки и до исполнения заказов. Что касается доступа, интеллектуальная сеть позволяет максимально эффективно использовать сети передачи данных в существующих средах 4G, 5G и PON, в то время как частные линии связи 5G можно использовать для обеспечения широкого покрытия и быстрого предоставления услуг. В metro-сети агрегации узлы облачной производственной среды развертываются в основных ЦОД, обеспечивая подключение МЦОД операторов связи, облачные телекоммуникационные ЦОД и ЦОД поставщиков облачных услуг, что позволяет установить их подключение к нескольким облакам. Кроме того, интеллектуальная сеть подключения использует такие технологии, как SDN и SRv6 для выбора маршрута кросс-доменных маршрутов с низкой задержкой и поддержкой функций самообслуживания в масштабах сети, предоставляя предприятиям услуги частной сети с гарантированным соблюдением условий SLA.

Мультиоблачная среда целевой сети включает три облака: облако МЕС, суверенное облако и партнерское облако. Облако МЕС и партнерское облако поддерживают совместную работу и планирование в нескольких облаках. В граничной инфраструктуре МЕС ключевым приложениям предоставляются сервисы подключения с низкой задержкой и отдельные вычислительные сервисы, в то время как в парт-

нерском облаке будут доступны более экономичные и мощные вычислительные сервисы. Кроме того, суверенное облако соответствует требованиям в отношении цифрового суверенитета любой страны и предоставляет облачные сервисы для ключевых сфер деятельности, таких как платежные и логистические услуги, а также государственное управление.

Интеллектуальное подключение к мультиоблачной среде позволяет реализовать синергию и конвергенцию облака и сети. Платформа управления агрегацией мультиоблачной среды предоставляет единый инструмент для эксплуатации и управления сетевыми и облачными ресурсами, что позволяет сформировать комплексную систему поставки, эксплуатации и предоставления услуг. Платформа управления облаком и сетевой контроллер предоставляют настраиваемый API-интерфейс для платформы управления агрегацией мультиоблачной среды, реализуя такие возможности, как планирование работы сети на основе облака, планирование работы облака на основе сети и перенос сети в облако, что обеспечивает соответствие требованиям в отношении мультиоблачной среды для корпоративных пользователей.

2-1-4 Дифференцированное взаимодействие

В будущем развитых интеллектуальных технологий основными типами подключений станут подключения между людьми и между устройствами.

Подход к обслуживанию сети по принципу Best effort обеспечивает соблюдение основных требований к развлекательным услугам для потребителей. Однако, если операторы связи смогут обеспечить индивидуальный исключительный подход к взаимодействию, пользователи охотнее заплатят за такие услуги. Следовательно, монетизация будет более эффективной.

Что касается отраслевых услуг, большое количество сценариев их применения связано с производственным сектором. Однако такие сценарии применения в производственной сфере могут быть весьма разнообразными, поскольку умные города требуют масштабных

возможностей подключения, умные производства — низкой задержки, а облачные VR-сервисы и прочие технологии — высокой пропускной способности. Чтобы обеспечить соответствие разнообразным требованиям к обслуживанию, дифференцированный подход к взаимодействию становится обязательным требованием при создании таких умных объектов. Например, в 2019 году в пиковые часы в аэропорту Шэньчжэня каждую минуту приземлялось или взлетало в среднем 1,13 самолета. Чтобы справиться с обслуживанием таких нагрузок, надежность систем энергообеспечения должна достигать 99,999 %. Например, каждая дополнительная миллисекунда задержки в системе финансового трейдинга Уолл-стрит может повлечь потери в размере более 1 млн долларов США. Чтобы обеспечить соответствие требованиям сложных отраслевых сценариев и высокой надежности, сетевые подключения должны быть ориентированы на различные отраслевые сценарии применения, обеспечивая дифференцированный подход к взаимодействию с сетью и получение максимальной прибыли от ее эксплуатации. Дифференцированное взаимодействие как таковое является важным компонентом архитектуры сети будущего в 2025 году. Операторам связи рекомендуется оптимизировать решения для взаимодействия, основанные по принципу E2E, и постоянно развивать возможности сети путем их применения, выявления и реализации.

2-1-5 Гармония с окружающей средой

По статистике, более 120 стран по всему миру внесли или планируют внести в свое законодательство поправки о достижении нулевых выбросов углекислого газа к 2025 году, поскольку забота об окружающей среде и экологическая безопасность стали основными факторами в контексте социальной и экономической роли предприятия. В результате операторы связи несут ответственность за выбор экологически чистых методов эксплуатации, снижение энергопотребления и активное использование энергосберегающих технологий, методик снижения уровня выбросов и развитие экономики замкнутого цикла путем внедрения инноваций в продукты и технологии и постоянного развития отраслевой цепочки.

Если говорить о перспективах развития до 2025 года, непрерывное развитие облачных технологий, граничных вычислений и данных терминала повлечет за собой ежегодный рост трафика, передаваемого по сетям операторов связи, что потребует увеличения масштаба сетей в целом. Учитывая ускоренный ввод в коммерческую эксплуатацию глобальных сетей 5G, эта тенденция станет еще более очевидной. Следовательно, операторам связи необходимо при планировании сетей и проектировании услуг учитывать требования энергоэффективности, а также эффективности обработки данных и экономии затрат. В соответствии с принципами планирования целевой сети 2025 операторам связи рекомендуется использовать новые технологии на следующих уровнях, чтобы повысить энергоэффективность и обеспечить экологическую чистоту подключений, операционной деятельности, бизнес-процессов и приложений.

На уровне оборудования необходимо модернизировать отдельное устаревшее сетевое оборудование и технологии, чтобы уменьшить количество антенн, базовых станций, устройств переадресации и серверных. Можно добавить антенны полного диапазона, чтобы сэкономить пространство, снизить энергопотребление и уменьшить количество узлов связи, что в конечном счете позволит значительно снизить энергопотребление сети. Можно применять технологию интеллектуального отключения, чтобы операторы могли использовать интеллектуальные функции на узлах связи при принятии решений об отключении.

Что касается энергообеспечения узла связи, рекомендуется применять модульные источники питания высокой плотности, литиевые аккумуляторы и наружные источники питания с системой естественного теплоотведения. Кроме того, можно подключить солнечные батареи, чтобы повысить энергоэффективность системы, используя возобновляемые источники энергии.

На уровне сети выполняется сегментирование сети E2E, которое позволяет реализовать многоплоскостную комплексную передачу данных в пределах одной сети и добиться точного выделения сетевых и вычислительных ресурсов для конкретных отраслей, предприятий,

приложений и задач. После успешного решения этих задач ресурсы сегмента сразу высвобождаются и используются там, где необходимо, что значительно увеличивает эффективность использования каждого бита сети. Внедрение технологий сегментирования позволяет по запросу предоставлять виртуальные частные сети для различных отраслей, не развертывая лишние корпоративные частные сети и таким образом избегая потребления лишних ресурсов.

При проектировании и построении крупных ЦОД необходимо принять определенные меры для сохранения окружающей среды, которые не повлияют на баланс между эффективностью эксплуатации и надежностью энергоснабжения. Например, утилизация отработанного тепла, генерируемого ЦОД, может существенно повысить эффективность отопительных систем; инновационные технологии охлаждения воздуха и воды, а также система закрытых горячих и холодных коридоров позволяют значительно сократить энергопотребление; модульная конструкция позволяет при необходимости увеличивать мощность, а возобновляемые источники энергии, такие как ветер и солнце, заменяют традиционные углеводородные источники.

На уровне эксплуатации технология автономного управления применяется для внедрения интеллектуальных процессов удаленной ЭИТО, что позволяет повысить эффективность на человека, а также снизить количество рутинных задач, выполняемых вручную, и командировочные расходы.

На уровне бизнес-процессов операторам рекомендуется развивать экосистемы путем оптимизации ЦОД, развертывания серверов и повторной разработки приложений посредством совместной работы в мультиоблачной среде.

По мере приближения к 2025 году появляются новые технологии повышения энергоэффективности, которые дают операторам связи возможность дополнительно оптимизировать управление энергопотреблением и сократить энергопотребление на всех уровнях. Это, в свою очередь, приведет к появлению сетей с повышенной энергоэффективностью.

2-2 Модель целевой сети 2025 GUIDE

Иными словами, типичные характеристики целевой операторской сети 2025 определены в модели GUIDE.



Модель GUIDE служит для изучения целевой сети 2025. В эпоху 5G пользователи, сценарии обслуживания, продукты и услуги меняются радикальным образом. Традиционные модели интернет-сервисов не удовлетворяют требованиям клиентов и производства, и операторам связи необходимо в срочном порядке изучить возможности для разработки новых услуг. Модель GUIDE разработана, чтобы помочь операторам связи исследовать возможности для развития сетей в будущем, составить планы и обеспечить оптимальную поддержку стандартных услуг в эпоху 5G. Кроме того, такая модель помогает операторам более активно внедрять инновации и осваивать новые сферы услуг, а также способствует изучению новых возможностей для роста и развития.

Модель GUIDE также призвана помочь операторам связи решать системные проблемы за счет внедрения инноваций на уровне архитектуры. В эпоху 5G развитие услуг операторов связи будет зависеть в первую очередь от сервисов 2B. Планируя и развертывая сетевые функции заблаговременно, операторы смогут стать лидерами цифровизации отрасли до 2025 года и первыми получить преимущества в новых областях услуг. Благодаря этим преимуществам, а также эффекту леса, который наблюдается в отрасли 2B, порог вхождения в рынок довольно высок, и если операторам удастся успешно закрепиться в производственной системе отрасли, потерять свои позиции будет уже сложно. Кроме того, ввиду новых требований и модернизации отраслевой производственной системы создается внутренний цикл от формирования требований до модернизации продукта, что

позволяет операторам непрерывно создавать и совершенствовать отраслевые функции и их атрибуты. В результате новые области требуют дифференцированного подхода и уникальных преимуществ на начальном этапе, чтобы обеспечить конкурентное преимущество. Ориентируясь на эти новые требования, модель GUIDE служит для внедрения инноваций и планирования архитектуры сети с использованием методологии целевой сети, а также для непрерывного изучения индивидуальных преимуществ и возможностей операторов связи в новых областях услуг и развития отдельных отраслей там, где это даст максимальный эффект. Для этого необходимо сосредоточиться на самых перспективных возможностях в отрасли, что поможет операторам связи обеспечить экологическое устойчивое развитие и занять ведущие позиции в новых областях бизнеса.

3

Планирование и развитие целевой сети 2025

3-1 Беспроводной доступ к сети

3-1-1 Требования услуг к мобильным сетям в 2025 году

5G представляет собой не просто обновление коммуникационных технологий. Этот стандарт предлагает новые виды деятельности, экосистемы и возможности для бизнеса. В сравнении с 4G технология 5G предлагает более широкий набор услуг и предъявляет больше разнообразных требований.

По приблизительным оценкам, к 2025 году в сфере 2С все экраны будут подключены к мобильным телефонам. То есть люди, транспортные средства и дома будут подключаться посредством мобильных сетей, и мобильные телефоны превратятся в персональные узлы данных. В сфере 2В технология 5G предоставляет широкий выбор сценариев применения.

- **Персональные устройства:** люди используют мобильную связь уже не только для общения, но и для того, чтобы познавать окружающий мир. С появлением смартфонов с высоким разрешением и технологий AR/VR ожидается, что число пользователей Интернета и AR/VR-сервисов достигнет к 2025 году 6,2 и 337 млн соответственно. В следующие пять лет объем трафика в мобильных сетях увеличится в 5-10 раз.
- **Домашние сети:** мобильные сети становятся точкой входа для информации. Ожидается, что телевизоры с большим экраном будут преобладать в системах развлечений для дома, в то время как мобильные телефоны придут на смену DVD-проигрывателям и телевизионным приставкам. Мобильные телефоны, телевизоры с большим экраном, компьютеры и планшеты станут центрами социального информирования в домашних условиях.
- **Транспорт:** мобильные телефоны будут подключены к транспортным средствам по умолчанию. Сервисы навигации будут всегда включены, чтобы помочь при движении по дороге и оптимизировать

маршрут и скорость движения. Будет включена трехуровневая координация автономного вождения, которая объединит в себе общедоступные и частные сети и датчики. Беспилотные транспортные средства будут предоставлять беспроводной доступ к сети Интернет.

- **Вертикальные отрасли:** вертикальные отрасли, такие как обеспечение безопасности, общественный транспорт, энергоснабжение, производство, угольная промышленность, здравоохранение, сталелитейная промышленность, образование, аэропортовые службы, цементные заводы, нефтегазовая отрасль и грузовые порты, будут предъявлять очень высокие требования к подключению.

3-1-2 Требования сценариев к мобильным сетям в 2025 году

Мобильные сети будут развиваться, обеспечивая возможность работы не только на земле и в помещениях, но и в других сценариях применения, в том числе на земле, под землей (например, в шахтах и рудниках), внутри помещений, на низких высотах (для беспилотных транспортных средств), в полете и в необитаемых областях (например, в пустынях, лесах и океанах). Для подключения пользователей требуется сеть с высокой пропускной способностью, которая обеспечивает непрерывное покрытие и качество взаимодействия нового поколения, что позволяет существенно сократить затраты на каждый бит информации. Для подключения устройств также требуется высокая пропускная способность сети, чтобы поддерживать огромное количество соединений с терминалами Интернета вещей. Подключения в промышленности на раннем этапе ограничены локальными сценариями и требуют гибких возможностей, таких как высокая пропускная способность восходящего канала, низкая задержка и высокоточное позиционирование.

3-1-3 Развитие мобильных сетей до 2025 года

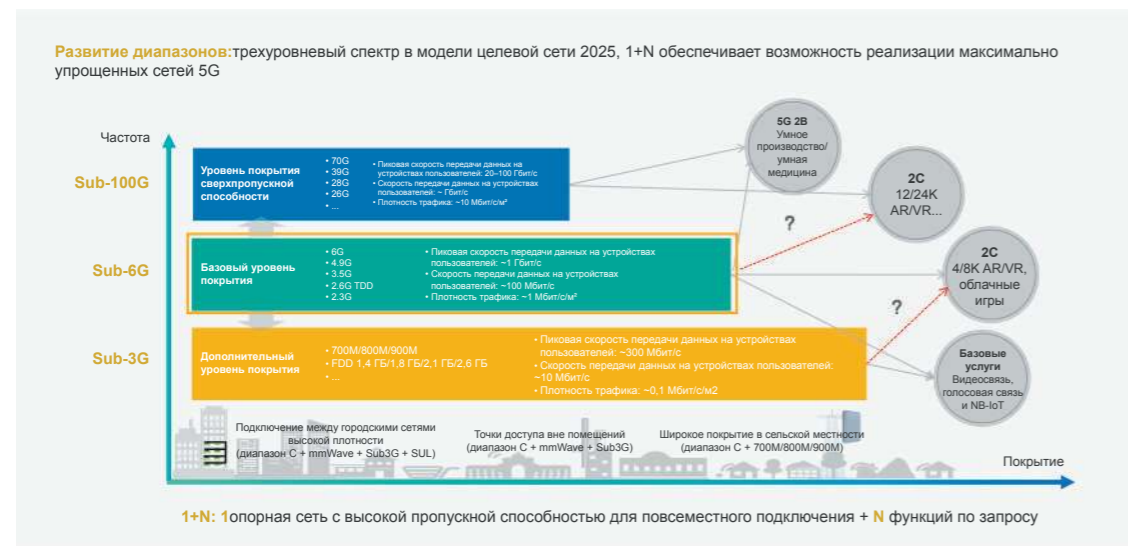
Чтобы охватить все сценарии и обеспечить соответствие требованиям в отношении полного спектра услуг в будущем, мобильные сети до 2025 года должны активно развиваться в контексте диапазона частот, архитектуры и узлов связи.

Развитие диапазона частот

К 2025 году мобильные сети будут иметь доступ ко всем диапазонам частот до 100 ГГц. Для этого корпорация Huawei предложила новую концепцию трехуровневой сети, которая охватывает диапазоны до 3, до 6 и до 100 ГГц. Диапазон частот до 6 ГГц, включая TDD 3,5 ГГц, 4,9 ГГц и 2,6 ГГц, а также 6 ГГц в будущем, сформирует уровень базовой мощности и обеспечит повсеместное покрытие за счет повышенной пропускной способности и технологий Massive MIMO. Диапазоны частот до 100 ГГц и до 3 ГГц будут развертываться в зависимости от требований той или иной услуги. Например, можно использовать mmWave, когда требуется высокое качество взаимодействия или в точках доступа. Если требуется высокая пропускная способность восходящего канала, диапазон до 3 ГГц позволит увеличить охват и мощность канала. Если требуется широкое покрытие или углубленное покрытие внутри помещений, можно задействовать низкочастотные диапазоны (например, 700, 800 и 900 МГц). Иными словами, будущие целевые сети будут предоставлять «1 + N» возможностей. То есть, одна базовая сеть с высокой пропускной способностью будет обеспечивать повсеместные возможности подключения, а N частотных диапазонов по запросу будут обеспечивать соответствие требованиям услуг 5G в различных сценариях.

Для примера рассмотрим умное производство China Mobile Guangdong на базе технологий 5G. Традиционное производственное оборудование не может обеспечивать ожидаемую производительность современных предприятий. Завод Huawei на юге Китая планировал внедрить 5G, чтобы повысить эффективность производства. Одним из стандартных сценариев является использование технологий машинного зрения на заводах по производству мобильных телефонов для

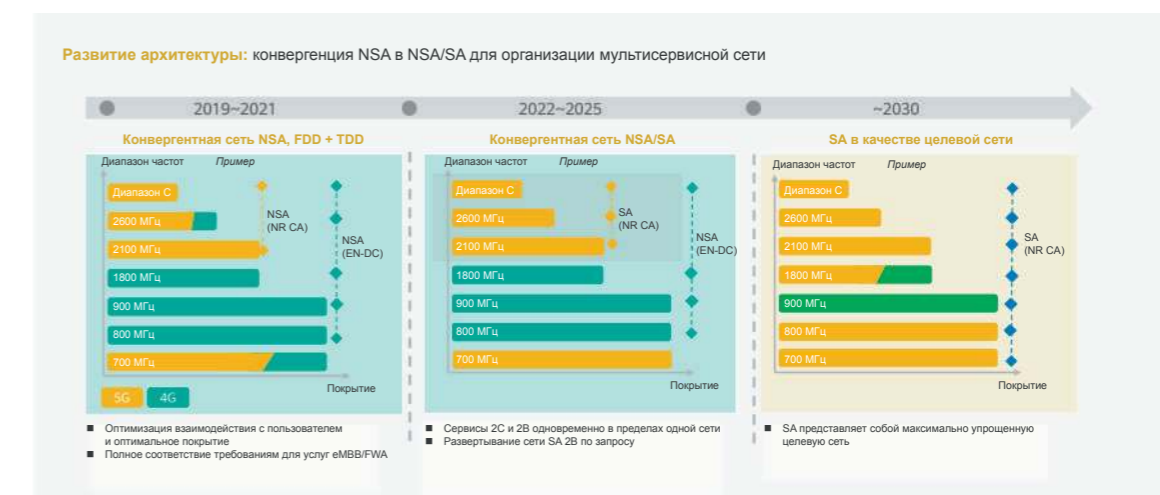
проверки формы и целостности объектов, а также для выявления дефектов. Таким образом формируется очень большой объем параллельно передаваемого трафика в восходящем канале, при этом плотность трафика многократно превосходит 3 Гбит/с на несколько тысяч квадратных метров. Корпорация Huawei выполнила наложение диапазона 4,9 ГГц на диапазон 2,6 ГГц (и, возможно, в будущем будет добавлен диапазон 2,3 ГГц) и использовала технологию D-MIMO, чтобы обеспечить высокоплотное развертывание малых сот.



Развитие архитектуры

Первым шагом в развитии сетевой архитектуры становится конвергенция сетей с автономной (SA) и неавтономной (NSA) архитектурой. В настоящее время в большинстве коммерческих сетей 5G развертывается архитектура NSA, обеспечивая непревзойденное удобство работы пользователей и огромный охват. То есть глобальная экосистема уже настроена для поддержки требований к первому этапу развертывания сверхширокополосной мобильной связи (eMBB) и фиксированного беспроводного доступа (FWA). Следующий шаг (внедрение сетей SA) зависит от зрелости инфраструктуры терминалов и требований вертикальных отраслей. В 2020 году три крупнейших оператора связи в Китае приступили к развертыванию конвергированных сетей NSA и SA, которые поддерживают услуги как 2C, так и 2B.

Тем не менее отдельные коммерческие терминалы 5G поддерживают только сети NSA. Таким образом, корпорация Huawei предполагает, что NSA и SA еще долго будут существовать параллельно, а сети с поддержкой только SA станут обычным явлением лишь после 2025 года. Когда это произойдет, сети станут значительно проще, пропускная способность восходящих каналов удвоится, значения задержки снизятся, а время работы терминалов от аккумулятора увеличится.



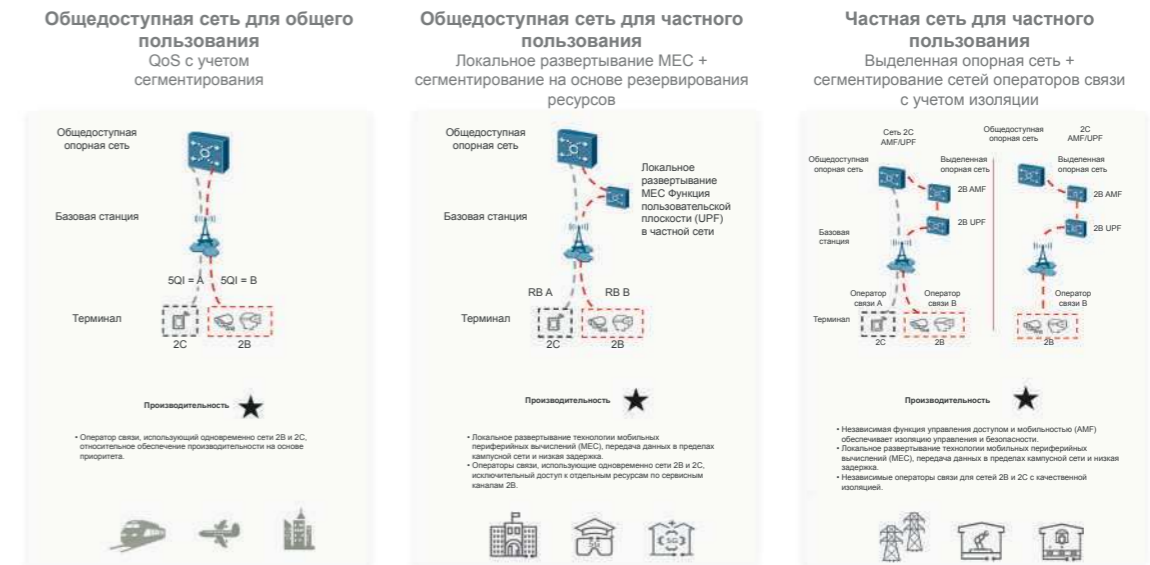
Еще одной тенденцией в развитии беспроводной архитектуры стала координация LTE и "нового радио" (NR). Даже при том, что коммерческое использование технологий 5G быстро набирает обороты, GSMA прогнозирует, что LTE по-прежнему будет играть важную роль на рынке. Таким образом, операторы связи по всему миру ищут способы скоординировать взаимодействие LTE и NR, чтобы добиться максимальной эффективности сети. Координация взаимодействия LTE и NR охватывает сети, интерфейсы и диапазон частот. Оценивая перспективы на 2025 год, можно сказать, что такой подход позволит получать максимум прибыли от услуг и сетей 4G. Что касается услуг, планируется поддерживать VoLTE для услуг голосовой связи 5G, переход с NB-IoT на 5G IoT и подготовку данных и видеосервисов наравне с 5G. Что касается сетей, мы планируем использовать FDD DSS, чтобы уравновесить применение пользователями технологий 4G и 5G, а также обеспечить готовность к внедрению 5G за счет модернизации сетей.



Третьей тенденцией развития беспроводной архитектуры является взаимодействие между 2В и 2С. В зависимости от конкретных сценариев применения можно использовать следующие три модели:

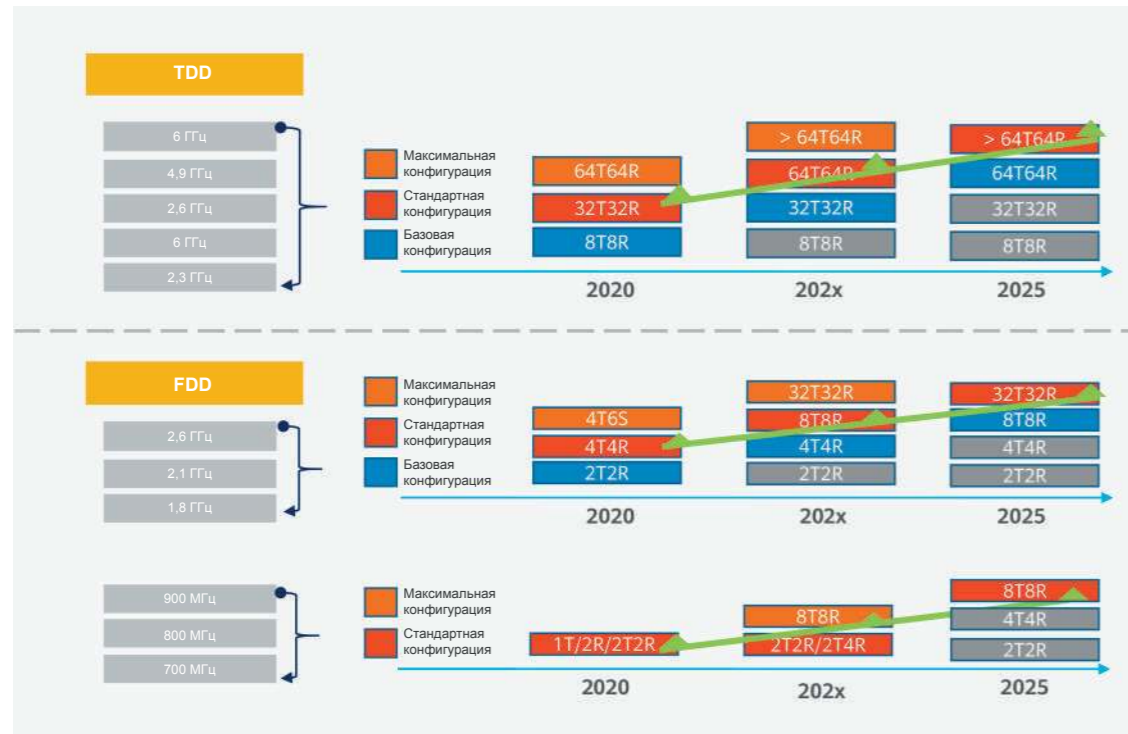
- Модель 1: за счет сегментирования QoS сервисы 2В и 2С совместно используют сеть и оператора связи, обеспечивая надлежащий уровень производительности в зависимости от приоритетности. Такая модель применяется для сетей скоростных железных дорог, на малых высотах и для частных корпоративных сетей.
- Модель 2: использование общедоступной сети для частных сервисов. В этом случае сегментирование обеспечивает резервирование ресурсов, а технологии MEC развертываются локально, чтобы обеспечить передачу данных в пределах кампусной сети, а также низкую задержку. Такая модель используется в сценариях 5G в сфере здравоохранения, для интеллектуальной настройки политик, а также в корпоративных частных сетях.
- Модель 3: выделение частных сетей для частного пользования. Такие сети используют ресурсы беспроводного диапазона, чтобы обеспечить соответствие конкретным требованиям различных сценариев, таких как умные электросети, умное производство и умные угольные рудники.

Три модели архитектуры сети 5G 2В в зависимости от требований к услуге на основе сценария



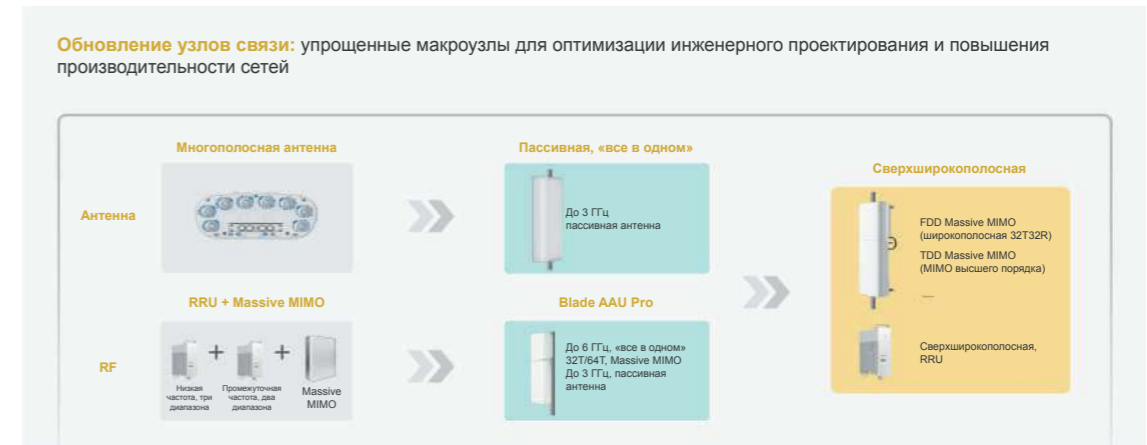
Развитие узлов связи

По прогнозам Huawei, к 2025 году в большинстве стран и регионов объем трафика в мобильных сетях возрастет в пять или даже в десять раз. И в связи с этим возникает вопрос: как обеспечить максимальную емкость сети, не добавляя слишком большого количества физических узлов? Ответ заключается в обновлении существующих узлов, что позволит обеспечить соответствие будущим требованиям к емкости. В этом контексте можно ожидать преобразования низкочастотных диапазонов (700, 800 и 900 МГц) в 4T4R, диапазонов промежуточных частот (1,8, 2,1 и 2,6 ГГц) в 8T8R и даже 32T32R, и диапазона С из 64Т в Massive MIMO высшего порядка.



Необходимо учитывать, что упрощение узлов и максимизация емкости не исключают друг друга, если говорить об обновлении узлов. То есть, помимо увеличения емкости узла, важно усовершенствовать его инженерные характеристики. Что касается антенн, одна антенна будет подключаться ко всем вынесенным модулям RRU, поддерживая все пассивные антенны, работающие в диапазоне до 3 ГГц. Если говорить об РЧ-модулях, то системы смогут поддерживать низкочастотные трехполосные RRU, трехполосные RRU промежуточной частоты и двухполосные FDD Massive MIMO.

Если антенна устанавливается в очень ограниченном пространстве, рекомендуется разрабатывать модули «все в одном» в диапазоне до 6 ГГц, чтобы обеспечить поддержку 32T или 64T Massive MIMO, а также добавить пассивные антенны в диапазоне до 3 ГГц. Это упростит развертывание 5G Massive MIMO на одной антенне.



Помимо базового покрытия, обеспечиваемого базовыми макростанциями, можно использовать станции на линейной опоре, чтобы восполнить пробелы в покрытии, обеспечить прием трафика из горячих областей и расширить покрытие восходящего канала в слепых зонах. Упрощенные станции на линейных опорах также являются одним из ключевых направлений в обновлении узлов связи. Традиционно используется микроволновая связь «точка-точка», однако в будущем эта технология будет заменена на соединения типа «точка-многоточка». Кроме того, IAB обеспечивает конвергенцию беспроводных и микроволновых сетей, поэтому узлы IAB на линейных опорах также будут набирать популярность в отрасли. Если оптоволоконные кабели не используются, можно использовать диапазон С или mmWave IAB, чтобы значительно повысить эффективность транспортной сети, реализуя принцип «одна линейная опора — одна базовая станция», и быстро обеспечить расширенное покрытие и увеличенную емкость.



Повышение энергоэффективности

Если оценивать перспективы 5G, то одной из самых серьезных проблем в инфраструктуре энергоснабжения является повышение емкости базовой станции.

- **Высокое энергопотребление:** быстрое создание сетей 5G увеличивает энергопотребление узла и расходы на электроэнергию в разы, значительно сокращая прибыль операторов связи (и это основной повод для беспокойства).
- **Медленное создание:** довольно сложно наладить электроснабжение базовых станций 5G для быстрого создания сетей 5G.
- **Высокие затраты на ЭИТО:** традиционные методики мониторинга энергоснабжения и окружающей среды не задействуют интеллектуальные технологии, что ведет к снижению эксплуатационной эффективности и увеличению затрат на ЭИТО.

Чтобы решить эти проблемы, энергосети должны быть ориентированы на потребности будущего, чтобы поддерживать создание упрощенных, интеллектуальных и экологически чистых сетей. Это достигается путем комплексной цифровизации, включая внедрение инноваций для ключевых компонентов и применение интеллектуальных технологий управления.

Упрощенное обновление возможно для модульных устройств, источников питания высокой плотности и литиевых аккумуляторов. Для этого требуется всего один шкаф. Система энергоснабжения поддерживает использование нескольких источников питания и уровней напряжения — например, солнечных батарей и источников питания переменного тока (это может потребоваться для обновления узлов связи, учитывая развертывание технологий MEC). Проектирование с учетом высокой плотности позволяет разместить все устройства в одном шкафу, сокращая таким образом затраты на его сооружение. Кроме того, можно внедрить интеллектуальную систему ЭИТО, чтобы повысить качество удаленного управления и эффективность процессов ЭИТО.

Если есть сложности с приобретением станции, можно использовать наружные источники питания и аккумуляторы с функцией естественного теплоотведения, что позволяет сэкономить на услугах проектирования и стоимости аренды. Естественное теплоотведение обеспечивает нулевые потери энергии, что повышает энергоэффективность и сокращает эксплуатационные затраты за счет снижения рабочих нагрузок ЭИТО.

Чтобы обеспечить экологически чистое энергоснабжение, необходимо повысить эффективность систем и использовать возобновляемые источники энергии:

1. **Солнечная энергия:** Huawei предполагает, что инфраструктура энергоснабжения для систем связи на базе технологий 5G будет использовать по большей части солнечную энергию. Эффективность производства солнечной энергии можно повысить за счет интеллектуальных фотогальванических элементов и планирования работы энергосети, а также фотогальванического производства энергии. В конечном счете это позволит ускорить масштабное внедрение экологических технологий производства энергии.

2. **Из помещений на открытый воздух:** в настоящее время многим базовым станциям, размещенным в помещении, требуются системы охлаждения, что ведет к повышенным объемам энергопотребления. Расположение базовых станций вне помещений может значительно

сократить энергопотребление и связанные с этим эксплуатационные расходы.

3. Реконструкция базовых станций, использующих источники питания с низкой энергоэффективностью: многие узлы на ключевых объектах до сих пор используют источники питания с низкой энергоэффективностью (ниже 90 %). Если заменить их на высокоэффективные (98 %) источники питания, это позволит снизить как потери энергии, так и эксплуатационные затраты.

4. Использование возобновляемых источников энергии: как правило, станции, для которых питание от сети ограничено или отсутствует, используют два дизельных генератора для производства энергии и свинцовые аккумуляторы для накопления энергии. Однако такая система неэффективна. В этом контексте можно внедрить интегрированные системы энергоснабжения, которые объединяют солнечную энергию, высокопроизводительные литиевые аккумуляторы и интеллектуальные алгоритмы, повышая эффективность системы, сокращая энергопотребление и затраты на ЭиТО.

5. Более эффективное взаимодействие между системами: совместное планирование работы нескольких систем обеспечивает повышенную эффективность. Например, активная антенная система (AAU) связана с источником питания, а источник питания станции, в свою очередь, связан с услугами. Таким образом, обеспечивается подача питания по запросу и гарантируется минимальное энергопотребление на единицу трафика (показатель ECT). Кроме того, можно использовать интеллектуальные технологии для изменения текущих параметров в режиме реального времени (с учетом температуры на узле, влажности, статуса питания и статуса обслуживания), чтобы обеспечить максимальную эффективность системы.

Целевые энергосети должны обеспечивать следующие возможности:

- Упрощенное развертывание, ЭиТО и развитие сетей связи 5G
- Более активное использование ресурсов и меньше изменений в периферийных устройствах, таких как фидеры и сетевые кабели

- Более эффективное энергопотребление и снижение расходов на электроэнергию

Комплексное развертывание целевых сетей 5G обеспечивает развитие в следующие 3-5 лет



К 2025 году потребуется создать беспроводные сети с высокой пропускной способностью и широким покрытием, чтобы поддерживать огромный объем подключений между людьми и устройствами. В то же время сети должны будут предоставлять дифференцированные возможности, чтобы удовлетворять потребности различных отраслей. Таким образом, необходимо создать упрощенную сеть «1 + N», которая будет обеспечивать эффективную совместную работу и расширенную конвергенцию NSA и SA, LTE и NR, а также 2B и 2C. Это позволит охватить все возможные сценарии использования и требования к предоставлению полного спектра услуг, которые прогнозируются в 2025 году.

3-2 Опорная сеть

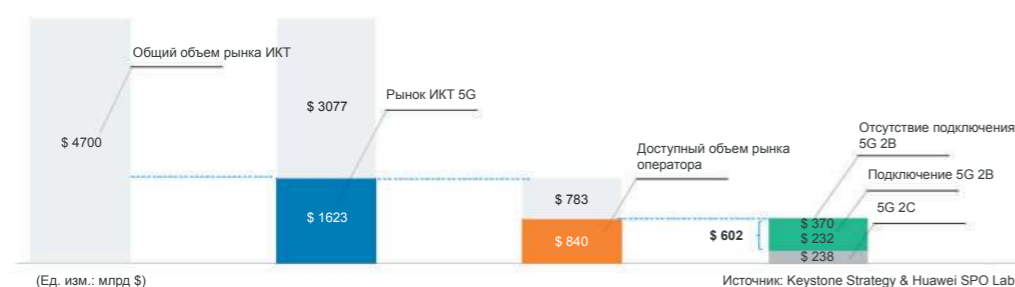
Технологии 5G предоставляют уникальные преимущества, которые помогут раскрыть потенциал различных отраслей и станут ключевым компонентом цифровизации отрасли, новой движущей силой цифровой экономики. По прогнозам Keystone Strategy и лаборатории Huawei SPO, глобальный объем выручки в результате отраслевой цифровизации, связанной с ИКТ, достигнет в 2025 году 4,7 трлн долларов США,

из которых только на технологии 5G будет приходиться более 1,6 трлн долларов США. Операторам связи достанется примерно половина (840 млрд долларов США) от этой доли рынка, а рынок 5G 2B объемом примерно 602 млрд долларов США будет предоставлять основные возможности для роста и развития. В результате интеграции технологий 5G благодаря таким их свойствам, как большая пропускная способность, низкая задержка и широкие возможности подключения, в различные производственные процессы появится множество приложений 5G. Это позволит быстро оценить все преимущества сетей, гарантируя беспрецедентную прибыль для экономики и общества в целом.

Опорная сеть — это ключевой ресурс для операторов связи, который позволяет им получать информацию об услугах, пользователях и сетевых ресурсах. Функции такой сети можно развертывать на периферии (например, в отраслевых сетях), используя технологию MEC. Это означает, что особую важность приобретает план создания сети и выбранные решения.

Глобальный прогноз по инвестициям в ИКТ для модели целевой сети 2025

Инвестиции в ИКТ \$ 4,7 млрд и доступный объем рынка 5G для операторов 18% в 2025 г.



3-2-1 Новые вызовы для опорной сети

3.2.1.1 Надежность и стабильность сети

Телекоммуникационной отрасли и сервисам 5G нужны существующие ЦОД и ИТ-инфраструктура, чтобы обеспечить повышенную надежность. Телекоммуникационная облачная система состоит из серверов,

хранилища, сетей и облачных операционных систем. С большим количеством узлов связано множество рисков потенциальных сбоев. Таким образом, необходимо использовать специализированные решения, чтобы добиться надежности на уровне 99,999 %. Кроме того, отдельные чувствительные услуги могут предъявлять еще более строгие требования к детерминированной низкой задержке, безопасности и надежности (99,9999 %).

3.2.1.2 Возможность переноса сети в облако

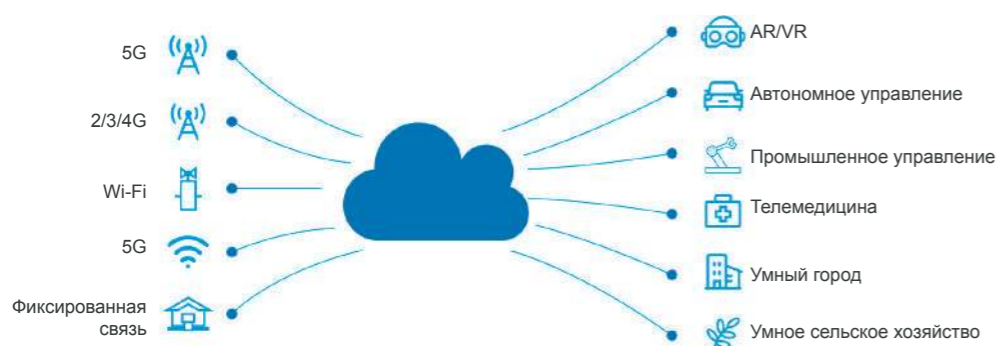
Создание сетей, способных автоматически адаптироваться к изменениям трафика, включая гибкое потребление и высвобождение ресурсов, может значительно повысить эффективность использования ресурсов и гибкость сети в целом. Это делает поддержку облачных технологий особенно важным компонентом любого решения. Учитывая этот фактор, работу мобильных сетей 5G в отличие от традиционных частных линий связи можно планировать по запросу как виртуальные частные сети на базе облачных микросервисов и как гибкую оркестрацию ресурсов. Кроме того, облако предоставляет такие технологии, как микросервисы и контейнеры, которые в свою очередь обеспечивают повышенную надежность и гибкость сетей, а также более адаптивное развертывание услуг. Надежность работы традиционной сети во многом зависит исключительно от использования аппаратных ресурсов. Тем не менее, в полностью облачной системе операторам доступно несколько способов определить и динамически скорректировать различные условия SLA, такие как изоляция HA, виртуальных ЦОД или частных облаков, изоляция сегмента сети и совместное использование ресурсов.

Облачная инфраструктура также является важной частью детерминированных сетей 5G (5GDN). Как правило, отрасли вынуждены решать сложные задачи развертывания и соответствовать строгим уникальным требованиям в отношении функций и производительности. И в этом контексте они чаще всего используют специализированное оборудование и стеки протоколов для своих сетей. Тем не менее это решение не поддерживает репликацию или масштабирование и, следовательно, требует значительных затрат. 5GDN использует облач-

ную инфраструктуру, чтобы обеспечить поддержку различных сред развертывания и приложений верхнего уровня, предоставляя единую сеть 5G для нескольких различных задач.

3.2.1.3 Полная конвергенция услуг

Сети 5G неизбежно задействуют терминалы и сервисы 2G, 3G и 4G. То есть, опорная сеть 5G должна быть полностью конвергированной, чтобы поддерживать все технологии радиодоступа. В то же время отдельные приложения будут во многом зависеть от услуг голосовой связи и обмена сообщениями, и для них потребуются полностью конвергированные сети голосовой связи, а также эффективные технологии кодирования и декодирования голосовых данных.



3.2.1.4 Граничные вычисления и отраслевые сценарии

Различные отрасли и даже различные сценарии применения в отрасли предъявляют разные требования к технологии подключения 5G. Например, отраслевой Интернет и системы видеонаблюдения для кампусной сети ориентированы в основном на пропускную способность восходящего канала (eMBB) и плотность развертывания камер (mMTC), в то время как промышленное управление требует наличия функции управления подключением (URLLC) с детерминированной задержкой. Еще один пример разницы в требованиях к задержке — облачные игры (менее 20 мс) и трансляция мероприятий в прямом эфире (менее 800 мс, включая получение видео с камер, редактирование и воспроизведение).

Термин «детерминированные сети» относится к показателям производительности сети, таким как пропускная способность, скорость передачи данных, джиттер, задержка и доступность, а также к требованиям изоляции в целях безопасности. Детерминированное подключение играет критически важную роль в отдельных производственных и бытовых сценариях. Например, в сфере умного здравоохранения во время оказания догоспитальной экстренной помощи для выгрузки данных требуется пропускная способность восходящего канала не ниже 30 МБит/с и задержка сети менее 50 мс. А если говорить о развертывании WAN, сети WAN оператора связи зачастую используются повторно для обеспечения подключения с различными функциями. При развертывании LAN сети WAN также используются повторно, что позволяет снизить затраты. Кроме того, отрасли могут создавать собственные локальные/частные сети 5G, чтобы обеспечить безопасность и изоляцию.

Технология MEC позволяет эффективно интегрировать сетевые подключения в отраслевые сценарии. В этом смысле требуется упростить развертывание и управление сторонними отраслевыми сценариями, а также обеспечить совместную работу технологий подключения 5G и отраслевых сценариев, чтобы обеспечить максимальное удобство работы пользователей.

3.2.1.5 Полная автоматизация и ЭИТО

Функции сети превращаются в критически важные ресурсы, для которых требуется автоматизация. Сегментирование сети является одним из ключевых преимуществ опорной сети 5G. Для этого требуется высокий уровень автоматизации всей сети — в плане развертывания, подготовки и ЭИТО. Как правило, операторы связи используют процесс на основе заказов на работы, который снижает эффективность разработки услуг. Вместо этого операторам стоит использовать порталы, чтобы обеспечить более высокий уровень автономности для заказчиков 2В. Таким образом, заказчики во всех отраслях смогут самостоятельно выбрать и приобрести в онлайн-магазине те сегменты, которые им необходимы, а затем управлять сетевыми сегментами, используя операции подготовки одним нажатием и удаленные про-

цессы ЭИТО. Например, медиакомпаниям не потребуется заранее заниматься прокладкой кабелей перед прямой трансляцией крупных мероприятий. Достаточно будет просто купить на веб-сайте оператора связи нужные сегменты на определенный срок и для определенного расположения. После этого можно будет проводить интервью и снимать видео на месте, а потом передать запись по сети 5G в систему широкоэвещательной трансляции.



3-2-2 Ключевые компоненты опорной сети будущего

3.2.2.1 Постоянное совершенствование надежности и стабильности услуг

Телекоммуникационные услуги предъявляют более строгие требования в отношении надежности ЦОД, поскольку в системе NFV используется больше узлов обслуживания, чем в традиционной системе, что значительно повышает риск потенциальных сбоев. Таким образом, специалистам по проектированию ИТ-инфраструктуры необходимо создать многоуровневые системы резервного копирования и восстановления для системы VNF.

- Восстановление работы на уровне ИТ-инфраструктуры: один ЦОД поддерживает аппаратную многотрактую маршрутизацию и несколько зон доступности, что повышает надежность ЦОД. Каждая

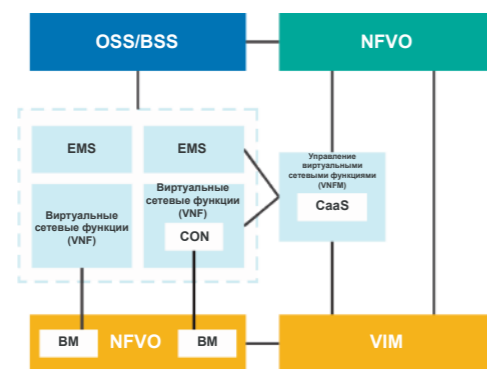
зона доступности использует независимый источник питания и сеть. Если в зоне доступности в ЦОД произошел сбой, услуги можно быстро перевести в другую зону доступности.

- ЦОД уровня сетевой среды: многотрактая архитектура повышает надежность VNF за счет успешного устранения неисправностей в нескольких точках. Модель без фиксации состояния позволяет отделить данные статуса от обработки услуги. И даже если сбой происходит одновременно на нескольких виртуальных машинах в системе, услуги можно быстро переключить на оставшиеся виртуальные машины, чтобы справиться со сбоями на нескольких серверах. Кроме того, выполняется тестирование A/B, чтобы обеспечить адаптивный выпуск услуг и снизить коммерческие риски для сети.
- Восстановление работы на уровне сети: для повышения надежности сети используются пулы сетевых сред в нескольких различных ЦОД. Если произошел сбой VNF в одном ЦОД, услуги можно быстро переключить на VNF в другом ЦОД, обеспечивая постоянную доступность услуг. Услуги и множество ЦОД соединены друг с другом, чтобы обеспечить требуемую надежность.

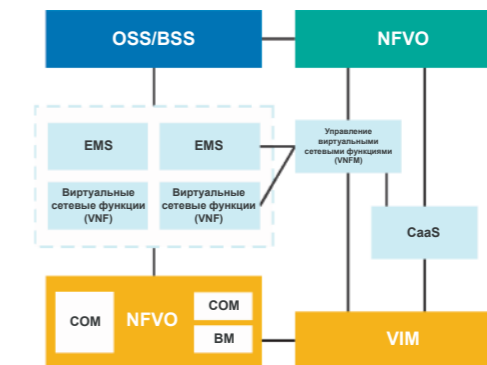
3.2.2.2 Контейнеры и эластичная сеть

Сервисно-ориентированная архитектура опорной сети 5G основывается на микросервисах, что обеспечивает повышенную степень детализации и точности услуг 5G. Технология контейнеров представляет собой облачную платформу NFV, которая требуется для гибкой оркестрации услуг и вызова функций по запросу. Текущие стандарты NFV основываются на технологии гипервизоров и преимущественно обеспечивают поддержку развертывания виртуальных машин. Таким образом, на начальном этапе развертывания опорной сети 5G можно использовать контейнеры виртуальных машин. Учитывая требования к производительности VNF опорной сети 5G, контейнеры чаще всего встраиваются в VNF, которые предоставляются поставщиками. Поскольку функция «контейнер как услуга» (CaaS) встроена в менеджер виртуальных сетевых функций, оркестратор NFV не получает информации о контейнерах. Преимущество этого решения в том, что

оно дает возможность использовать существующую архитектуру ETSI NFV без изменений. Контейнеры совместно используют ядро гостевой ОС виртуальной машины, к которой они относятся, и им не требуется получать разрешение на управление от основной ОС. Кроме того, виртуальные машины обеспечивают изоляцию и защиту ресурсов, что идеально подходит для масштабных ресурсоемких сетей, таких как опорная сеть.



После настройки стабильной работы платформы контейнеров необходимо поместить контейнеры в VNF поставщика. Таким образом, операторы связи получают возможность постепенно стандартизировать платформу контейнерных приложений и оптимизировать решение для создания архитектуры микросервисов опорной сети 5G. На базе решения контейнеров для виртуальных машин реализована независимо развертываемая платформа CaaS, с помощью которой осуществляется управление ресурсами контейнера и их планирование, а также предоставляются интерфейсы централизованного вызова контейнеров для внешних систем. VNF на базе платформы CaaS состоит из контейнеров, которые осуществляют управление ресурсами, их оркестрацию и планирование для каждого отдельного контейнера. Контейнеры можно развертывать на виртуальных или физических машинах. Это позволяет постепенно перенести блок управления и оркестрации жизненного цикла из виртуальной машины в контейнер, снижая потери производительности, ускоряя запуск и обеспечивая гибкую разработку и развертывание контейнеров.



Развитие опорной сети 5G продолжится, чтобы обеспечить выход за рамки сетевых сред, преобразование сетевых функций в услуги, а также планирование, оркестрацию и настройку ресурсов на основе услуг. На уровне ресурсов виртуализации можно предоставлять открытые программные интерфейсы, которые позволяют организовать различные сетевые услуги, чтобы создать централизованную экосистему приложений NFV. В будущем инфраструктура будет похожа на облачную архитектуру, где платформа CaaS будет управлять сервисами контейнера, платформа IaaS будет предоставлять ресурсы виртуальной или физической машины для CaaS, и обе эти платформы будут подключены к универсальной облачной архитектуре. Стандарты CaaS быстро развиваются и совершенствуются. Это обеспечивает гибкую разработку и развертывание, позволяя быстро реагировать на частые изменения в услугах. Это также позволяет системам использовать преимущества стабильных ИТ-решений для глубокой конвергенции ИКТ, таким образом способствуя росту и развитию целого ряда отраслей.

3.2.2.3 Гибкие возможности развертывания сегментов

Для сегментирования сети требуется ряд ключевых эксплуатационных инструментов, включая проектирование по запросу, автоматическое развертывание, обеспечение соблюдения условий SLA, интеллектуальный анализ и прогнозирование, изоляция в целях обеспечения безопасности и управление арендаторами, которые позволяют вертикальным отраслям выбрать нужные сегменты для применения инновационных сценариев и новых режимов эксплуатации.

Начальный этап эксплуатации сегмента предполагает создание оркестратора виртуализации сетевых функций и управления несколькими поставщиками (NFVO). Облачная платформа может сначала развернуть вспомогательные сегменты опорной сети 5G с учетом ключевых требований арендаторов, чтобы обеспечить оперативное развертывание сетевых услуг, настройки услуг и их активации. Также можно использовать показатели соблюдения SLA и инструменты для определения основных причин на разных уровнях, чтобы обеспечить эффективность ЭИТО. Постепенное совершенствование функций ЭИТО для сегментов облачной платформы и расширенных стандартов архитектуры, ориентированной на вертикальные отрасли, позволяет арендаторам сформулировать более четкие требования к работе сети, архитектуре и потреблению ресурсов в процессе эксплуатации сегмента. При этом реализуется режим эксплуатации информационной инфраструктуры, предполагающий сегментирование сети с созданием сегментов как отдельных блоков, который позволяет в полной мере использовать адаптивные услуги опорной сети 5G и облачной платформы NFV.

Сегмент по сути представляет собой логическую частную сеть, предоставляемую арендаторам операторами связи, в которой развернуты сети, вычислительные ресурсы и узлы системы хранения данных. Полноценный сегмент может содержать сетевые функции, которые предоставляются операторами связи или настраиваются арендаторами самостоятельно. Таким образом, чтобы дать арендаторам возможность просматривать, контролировать и оркестрировать сегменты, необходимо обеспечить интеграцию, извлечение и централизованное предоставление информации с различных уровней и из различных

областей сети. На основе традиционного представления оператора связи необходимо предоставлять специалистам по ЭИТО представление ЭИТО арендатора, чтобы обеспечить дополнительную настройку на уровне услуги ЭИТО оператора связи, на уровне сети и на уровне сетевой среды, а также представления пользовательских терминалов, в том числе КПЭ услуги, данные для доступа к терминалу, конфигурацию пакета и уведомления о ключевых событиях (например, процент успешно выполненных операций, количество сбоев, квоты и тарифы).

Сегмент сети включает логическую сеть E2E, при этом одна или несколько сетевых услуг гибко предоставляются с учетом потребностей сегмента. Таким образом, открытость интерфейса также имеет критически важное значение для сегментов. Как показано на следующем рисунке, открытость интерфейса связана с требованиями, управлением, развертыванием и оркестрацией.



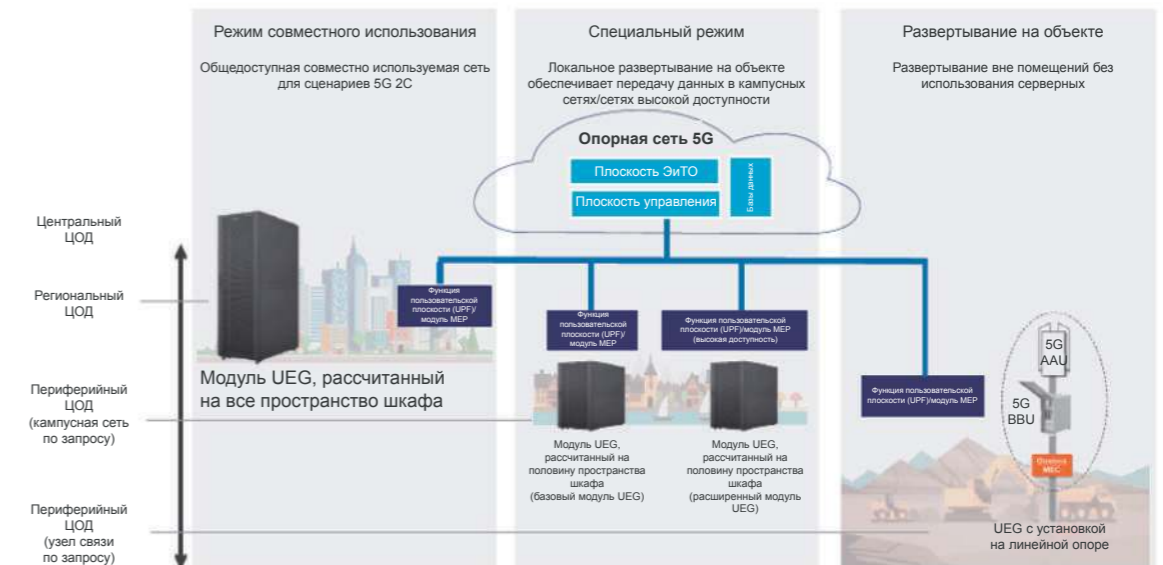
3.2.2.4 Различные технологии MEC и автоматическое развертывание

Отраслевые сценарии предъявляют строгие требования в отношении безопасности данных и инструментов самостоятельного управления. Отраслевым заказчикам требуется независимая сеть 5G, которая объединяет сеть RAN, сеть передачи данных и опорную сеть. Абонент использует специальную карту для доступа к сети, и аутентификация услуги выполняется локально. В этом случае услуги в частной сети отделены от общедоступной сети. Такой режим развертывания действует для отдельных услуг, таких как промышленный Интернет.

Кроме того, некоторые услуги требуют балансировки затрат на эксклюзивные ресурсы и создание сети. Например, данные необходимо передавать в пределах кампусной сети. Таким образом, большинство кампусных сетей использует режим частичного совместного доступа для развертывания независимых пользовательских плоскостей опорной сети, в то время как пользовательские плоскости сети RAN, сети передачи данных и опорной сети совместно используют ресурсы в общедоступной сети.

В этом случае операторам связи рекомендуется использовать технологии MEC, чтобы повысить лояльность абонентов. Выбор расположения для развертывания MEC зависит от режима сети (совместный/исключительный доступ) и требований в отношении задержки для услуги. Для MEC на уровне городской сети используются самые качественные серверные. В отдельных сценариях 2С, где предполагаются низкие требования к задержке (например, видео HD и VR), рекомендуется использовать для пользовательских плоскостей общедоступных сетей 5G модули UEG, рассчитанные на полное пространство шкафа. В корпоративной кампусной сети технологии MEC развертываются в целях поддержки передачи данных в пределах кампусной сети и соблюдения требований к задержке для таких услуг, как промышленный визуальный осмотр и промышленное управление. Для различных кампусных сетей требуются различные серверные. Таким образом, режим развертывания MEC необходимо привести в соответствие с режимом развертывания ИТ-устройств.

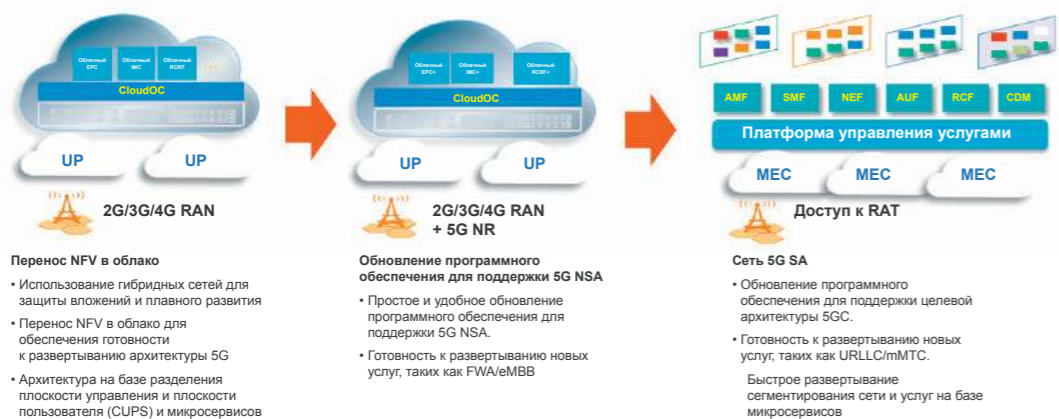
Локальный модуль UEG развертывается на самой периферии. Это необходимо для услуг, которые предъявляют строгие требования к задержке и условиям развертывания. Например, легкий монтируемый модуль UEG, для которого не используются кабели и кондиционеры воздуха, можно быстро и легко установить на опору базовой станции для передачи экстренных сообщений и трансляции спортивных мероприятий в прямом эфире. АН для этих моделей поддерживают предварительную установку, быстрое развертывание, легкое развертывание, удаленные централизованные процессы ЭИТО, а также резервирование ресурсов и решения для обеспечения высокой надежности.



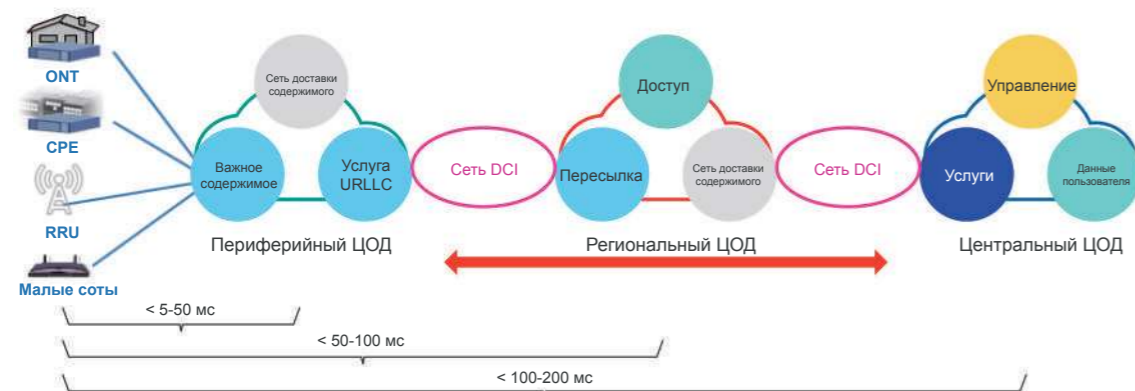
Масштабное высокоплотное развертывание и гибкие возможности граничных сервисов неизбежно ведут к значительному повышению затрат на эксплуатацию сети. Необходимо активно внедрять автоматизацию операций (например, удаленные процессы ЭИТО и развертывание одним нажатием), чтобы снизить потребность в ручном труде. Таким образом, обеспечивается внедрение MEC на периферии по принципу plug-and-play, и при этом сеть может автоматически адаптироваться к требованиям услуги. Кроме того, иерархическая система ЭИТО на центральном и периферийном уровнях дает операторам связи возможность централизованно управлять периферией сети и облачной инфраструктурой. При этом предприятия получают возможность управлять своими приложениями только локально, что значительно упрощает процессы ЭИТО на периферии.

3-2-3 Планирование и развертывание опорной сети

Необходимо создать опорную сеть, чтобы постепенно завершить переход в облако и преобразование сетевых архитектур. В настоящее время операторы связи создают сети следующим образом. Во-первых, все чаще для преобразования сетей используются облачные технологии, и программное обеспечение обновляется с учетом поддержки сетей 5G NSA и SA. Кроме того, в существующие сценарии интегрируются новые функции и компоненты, такие как 5G FWA, eMBB, URLLC и mMTC.

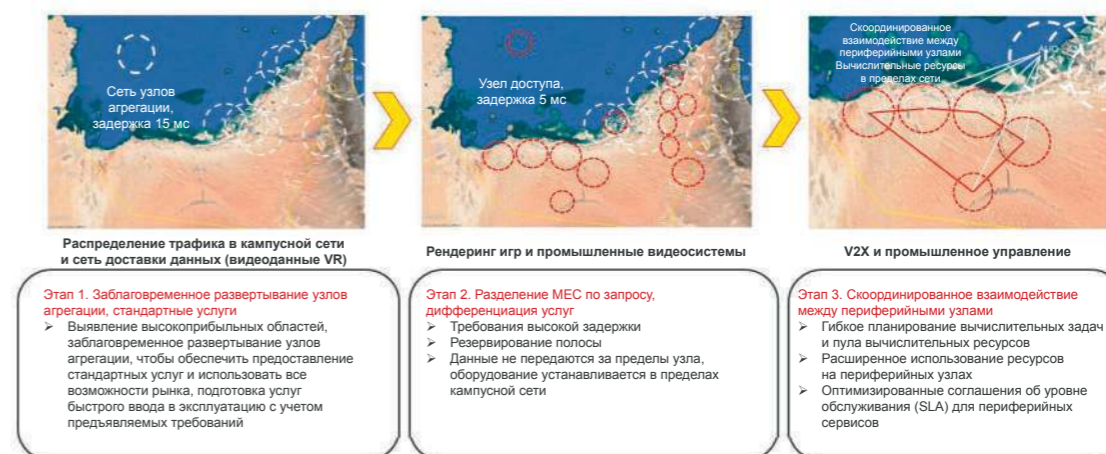


Что касается выбора архитектуры и узла связи, требования задержки в этом случае варьируют для разных услуг в соответствии с особенностями 3GPP и ETSI. На следующем рисунке показано, как связаны типы сетевой среды с развертыванием ЦОД.



- Центральный ЦОД: используются сетевые среды управления и регистрации для управления регистрацией пользователей, когда требуется низкая задержка (от 100 до 200 мс).
- Региональные ЦОД: сетевые среды переадресации и доступа обрабатывают трафик MBB с задержкой в 50-100 мс.
- Граничный ЦОД: благодаря гибким возможностям развертывания требования к задержке варьируют от 5 до 50 мс. Появляется все больше услуг, для которых требуется низкая задержка, и при этом граничные ЦОД займут основное место при развертывании сети, чтобы обеспечить соответствие требованиям к покрытию высокоприбыльных областей.

Помимо этого необходимо обеспечить доступность и мобильность новых услуг MEC. На следующем рисунке показано развертывание граничных ЦОД в соответствии с требованиями услуг в 2025 году.



3-3 Стационарная сеть

Чтобы успешно конкурировать в быстро развивающейся телекоммуникационной отрасли, операторам потребуется внедрять инновационные услуги и развивать сети передачи данных, добавляя в них расширенные интеллектуальные функции, упрощая архитектуру и повышая адаптивность и масштабируемость. Кроме того, конкурентное давление со стороны мультисервисных сетей связи предполагает обязательное внедрение унифицированных средств доступа с оптимальным уровнем затрат на бит.

Вдобавок, с появлением новых сценариев применения услуг, особенно если они требуют высокой скорости, большой емкости и низкой задержки (например, 4K и AR/VR), к сетям передачи данных предъявляется все больше новых технических требований. В целом сети передачи данных будущего должны обладать следующими характеристиками:

- Быстрый и эффективный доступ и передача данных для различных услуг, таких как 2C (услуги транспорта для базовой станции), 2B (службы предприятий) и 2H (услуги домашних сетей широкополосного доступа)
- Требования SLA варьируют в зависимости от типа услуг. Для эффективной работы сети передачи данных требуется высокая пропускная способность, низкая задержка и низкий коэффициент потери пакетов, чтобы обеспечить оптимальную передачу видео 4K/AR/VR.
- Упрощенная архитектура, объединяющая IP-сеть и оптическую сеть, поддерживает высокую пропускную способность при передаче данных с высокой скоростью на дальние расстояния за счет адаптивных гибких инструментов передачи данных с высоким уровнем детализации на базе нескольких SLA, что позволяет достичь высокой надежности.
- Уровень унифицированных базовых ресурсов, включающий центральные офисы (ЦО), трубопроводы, оптические кабели и оптиче-

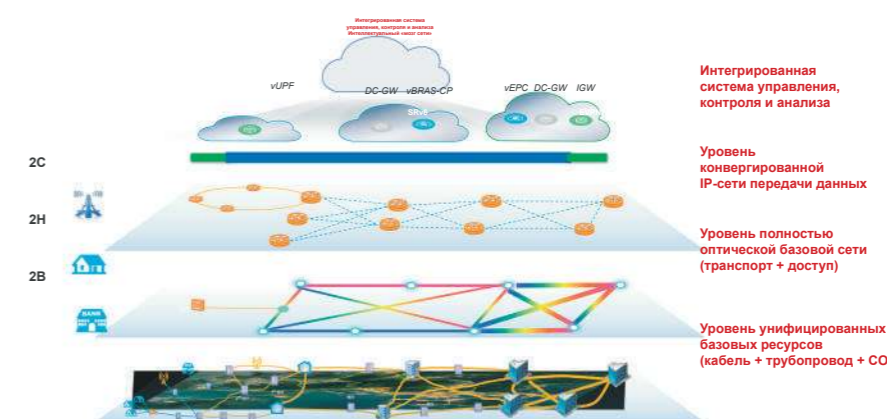
ские кроссы, реализует интегрированный доступ к услугам 2B/2C/2H и обеспечивает поддержку эффективной сетевой структуры для комбинированных IP/оптических сетей.

- Облачные ЦОД соединены друг с другом и иерархически развертываются на периферии, обеспечивая более быстрый доступ к облачной инфраструктуре и оптимизированное взаимодействие с облаком.
- Унифицированный интеллектуальный центр является обязательным требованием для дальнейшего предоставления услуг, управления услугами и ЭИТО на базе SDN-сетей в сетях передачи данных.

3-3-1 Целевая архитектура сети передачи данных

На следующем рисунке показана целевая архитектура сети передачи данных в облачную эпоху и эпоху 5G, организованная с учетом предшествующих характеристик сетей передачи данных будущего и успешного опыта ведущих операторов связи по всему миру.

Архитектура сети передачи данных, ориентированная на потребности будущего

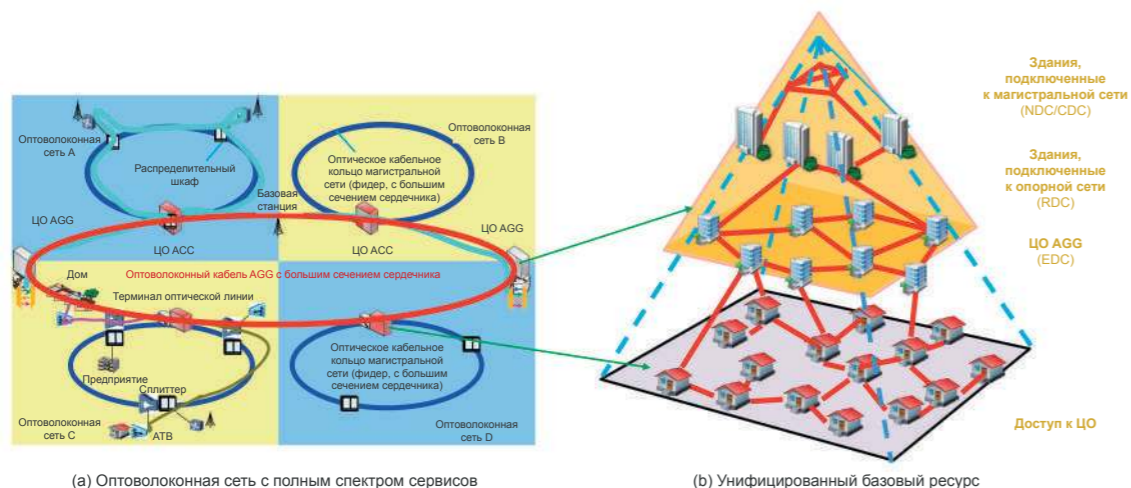


Архитектура состоит из уровня унифицированных базовых ресурсов, уровня полностью оптической базовой сети, уровня конвергированной IP-сети передачи данных и уровня интегрированного управления, контроля и анализа.

3.3.1.1 Уровень унифицированных базовых ресурсов

Уровень унифицированных базовых ресурсов состоит из оптических кабелей магистральной сети, серверных магистральной сети и metro-сети, оптических кабелей metro-сети и интегрированных зон доступа к услугам. Он предоставляет унифицированные базовые ресурсы для уровня оптической сети. Для этих целей необходимо развернуть серверные опорной магистральной сети с учетом данных о зоне покрытия, энергоснабжении, несущей способности, маршрутизации исходящих оптоволоконных кабелей и резервном копировании в целях безопасности. Кроме того оптические кабели магистральной сети должны быть проложены согласно топологии «кольцо» и организованы как ячеистая структура между ключевыми сервисными узлами (например, узлами Р). Ячеистую структуру рекомендуется использовать для оптоволоконной сети на уровне опорной metro-сети, а топология типа «кольцо» является основной конфигурацией для уровня агрегации metro-сети наряду с ячеистой топологией, которая также может использоваться. Что касается доступа, необходимо проектировать интегрированную зону доступа базовой станции к услугам корпоративных и домашних сетей широкополосного доступа с учетом серверных ЦО, трубопроводов и оптических кабелей. Таким образом, можно организовать гибкий, быстрый, эффективный и масштабируемый доступ к услугам, чтобы оптимизировать совокупную стоимость владения.

Архитектура уровня базовых ресурсов



Учитывая большое количество абонентов, осуществляющих доступ к сети, на стоимость оборудования на стороне ЦО и на стороне пользователя приходится лишь небольшая доля совокупной стоимости владения, в то время как гораздо большая доля приходится на затраты, связанные с инфраструктурными сетями (например, ЦО, трубопроводы и оптические кабели). В качестве примера можно привести услуги домашней сети широкополосного доступа. С развитием видео в формате 4K/AR/VR и связанных с этими технологиями требований в отношении высокой пропускной способности и высокого качества передачи данных по сети возникла неотложная потребность в доступе к FTTH на основе PON. Оптическая распределительная сеть ODN расположена на периферии оптической сети, управляемой FTTH. Затраты на ODN превышают 80 % от общей суммы инвестиций в сценариях, где трудно обеспечить ROW или предполагаются высокие затраты на OSP.

Помимо этого, для сети FMC требуется доступ к сети базовых ресурсов, чтобы обеспечить комплексное создание сети.

- Оптоволоконная сеть с полным спектром услуг обеспечивает соответствие требованиям доступа для услуг базовой станции, корпоративных частных линий связи и домашних сетей широкополосного доступа. Городской район можно разделить на несколько областей в соответствии с административным и географическим делением, структурой дорожной сети и расположением заказчиков, чтобы обеспечить независимый доступ к услугам и конвергенцию. Каждая интегрированная зона доступа к услугам должна включать один или два ЦО ACC, один магистральный оптоволоконный канал типа «кольцо» и несколько распределительных шкафов.
- ЦО ACC (т. н. «мультисервисный узел»). Как правило, оптические терминалы, IP-сети RAN и оптические транспортные сети развертываются для предоставления доступа и конвергенции услуг домашней сети широкополосного доступа и служб предприятий. В принципе, необходимо настроить одну или две серверных для каждой из интегрированных зон доступа к услугам.

- Оптические кабели магистральной сети организованы в топологию типа «кольцо» между узлом агрегации услуг и FAT. Оптическое кольцо используется для централизованного развертывания оптических кабелей в общедоступных трактах между узлом агрегации услуг и узлами физического доступа, что позволяет сэкономить ресурсы трубопровода и сократить затраты на создание сети.
- Оптические кроссы — это пассивные узлы оптической сети, которые обеспечивают оптическое распределение и обслуживание оптоволоконной жилы. Такие терминалы развертываются в тракте оптического кабеля, что обеспечивает быстрый и удобный доступ к услугам заказчика. Вне помещений чаще всего устанавливаются распределительные шкафы (FDT), а в помещениях используются распределительные блоки (ODF). Оптический кросс необходимо располагать поблизости от целевого распределительного центра пользователя и ориентировать на конкретные объекты покрытия.
- Основная задача оптоволоконной сети с полным спектром услуг заключается в обеспечении планирования на базе сети, создания сети базовых ресурсов и управления ею. Размер оптической сети зависит от плотности пользователей услуг 2B, 2C и 2H в зоне покрытия, что позволяет обеспечить оптимальные затраты на кабели в расчете на каждого пользователя. Мультисервисный узел (в частности, ЦО ACC) конвергирует несколько услуг в сети. Оптический кабель магистральной сети и распределительные шкафы обеспечивают расширенные функции совместного доступа и создания ресурсов оптических кабелей для мультисервисного доступа. Затем в зависимости от реального сценария обеспечивается гибкое подключение и эффективное удлинение концевых оптических кабелей, что позволяет уменьшить время подготовки и предоставления услуг и обеспечивает максимальную окупаемость вложений.

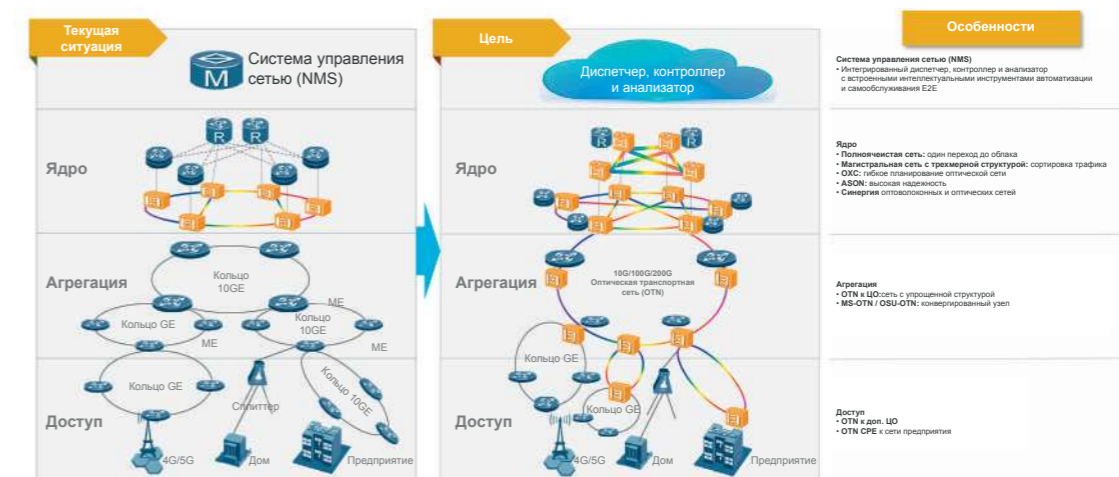
Развертывание оптических сетей с полным спектром услуг можно выполнять сначала в высокоприбыльных областях (то есть, в городских районах с высокой плотностью населения, небольших городах с развитой инфраструктурой, промышленных кампусных сетях и коммер-

ческих зданиях). Что касается стандартных городских, пригородных и сельских районов, развертывание можно осуществлять и дополнять поэтапно по мере внедрения услуги (скорость проникновения).

3.3.1.2 Полностью оптический базовый слой

Целевая транспортная сеть

Целевая транспортная сеть состоит из магистральных и городских оптических транспортных сетей (OTN) с ее помощью создается эффективный транспортный уровень между ЦО магистральных и городских сетей, обеспечивающий высокую скорость передачи данных (одна длина волны: 200 Гбит/с — 1 Тбит/с), повышенную пропускную способность (SuperC: 120 спектральных каналов), покрытие на дальних расстояниях и гибкую настройку ячеистой сети. OTN может быть развернута на сетевом уровне (AGG, ACC или доп. ЦО) в зависимости от скорости развертывания ЦОД на периферии сети и на vBNG/vCPE. OTN-доступ — оптимальный выбор для крупных служб предприятий и межоператорских услуг. Кроме того, для обеспечения предоставления услуг, управления, эффективности трафика, а также защиты и восстановления оптических сетей необходимо наличие SDN. Для обеспечения эффективной и высококачественной доставки услуг, планирование оптической сети на уровне агрегации городской сети или на более высоком уровне должно осуществляться совместно с планированием IP-сети.



Уровень ядра: для обеспечения односкачкового подключения между облачными ЦОД межсоединение ЦОД OTN строится по полностью физической топологии. Магистральная сеть с трехмерной структурой строится в узлах ядра «горячей области»; для реализации эффективного и гибкого планирования услуг в спектральных каналах оптического уровня используется полностью оптическое перекрестное соединение (ОХС). Кроме того, для обеспечения надежности 99,999 % и высокой скорости защитного переключения на оптическом уровне используется ASON 2.0.

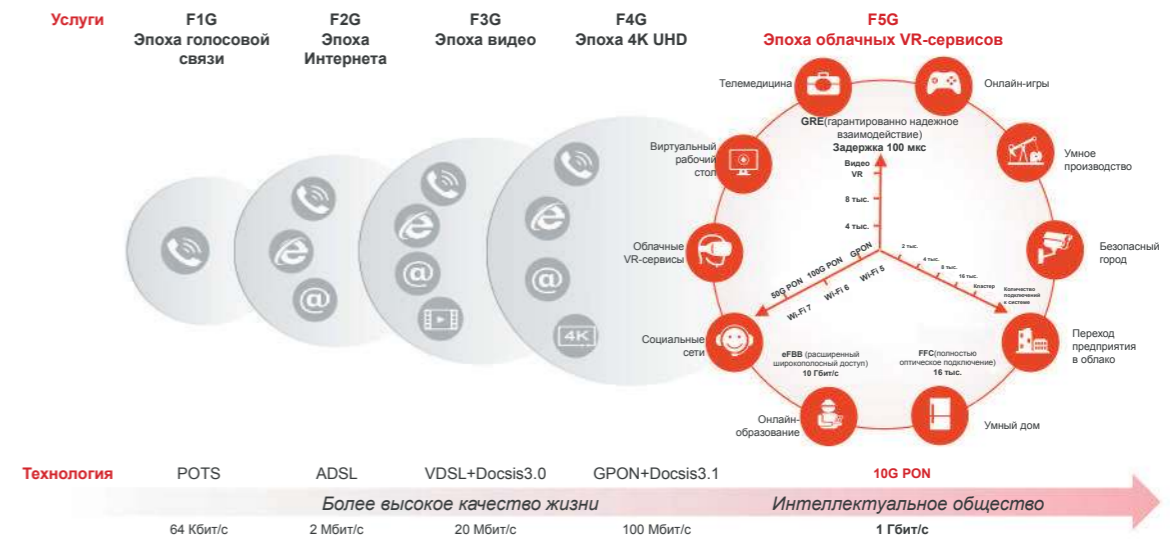
Уровень агрегации: для выравнивания сети OTN постепенно переносится в аппаратную СО по мере расширения объема сервисов, обеспечивая перемещение облачных ЦОД в иерархическое место на периферии и гибкое расширение вышестоящих и нижестоящих сервисов. Кроме того, для формирования конвергентной сети доступа и несущей сети предприятия используются MS-OTN и OSU-OTN с режимом мультикоммутации, гибкой мультигранулярностью и высоким уровнем SLA.

Уровень доступа: по мере разработки комплексных сервисов OTN постепенно переносится в ЦО ACC (мультисервисный узел / доп. ЦО), обеспечивая унифицированную реализацию сервисов 2B/2C/2H в оптоволоконной сети с полным спектром услуг. CPE OTN используется для решения задач доступа для корпоративных клиентов высокого уровня.

F5G-ориентированная сеть доступа следующего поколения

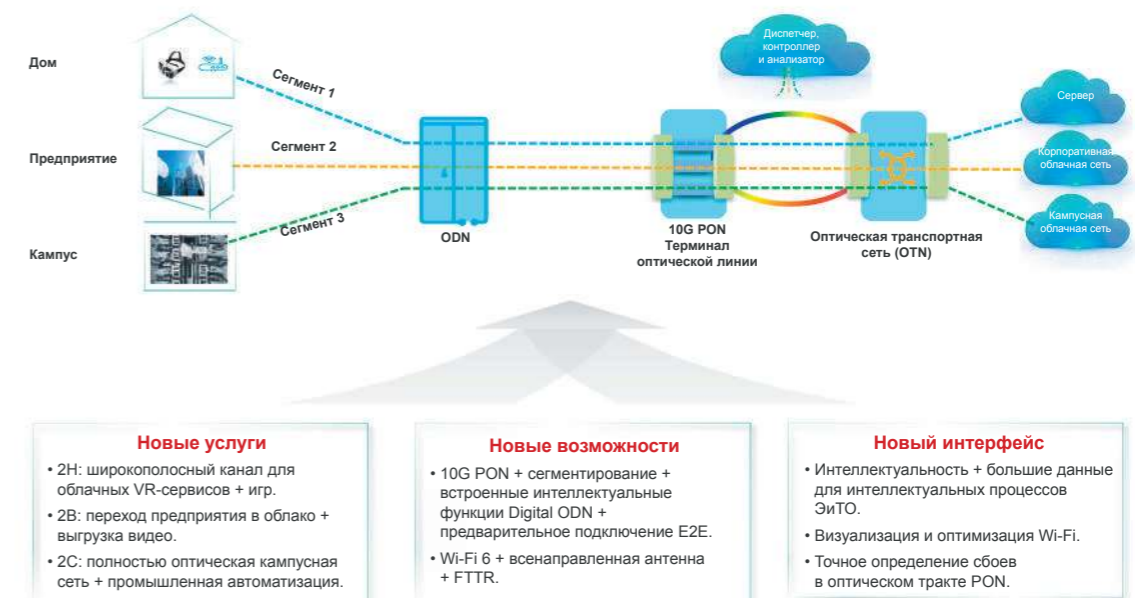
Стремительное развитие и внедрение сетевых технологий открывает возможности для создания большого количества новых продуктов и приложений в сетевой индустрии. Недавний бурный прогресс в таких технологиях, как GPON, WDM и OTN, а также прорыв в области 4K/8K UHD-видео и облачного VR/AR контента и приложений свидетельствуют о том, что сети доступа перешли в эпоху гигабитных сетей F5G.

Развитие F5G



Полностью оптические сети F5G отличаются большой пропускной способностью, низким уровнем задержки при передаче данных и высокой надежностью. К ним относятся гигабитные сети широкополосного доступа на основе 10G PON, а также Wi-Fi 6 и оптические 200G/400G сети передачи данных и коммутации с одной несущей частотой.

Архитектура целевой сети фиксированного доступа



Новые услуги

- 2H: широкополосный канал для облачных VR-сервисов + игр.
- 2B: переход предприятия в облако + выгрузка видео.
- 2C: полностью оптическая кампусная сеть + промышленная автоматизация.

Новые возможности

- 10G PON + сегментирование + встроенные интеллектуальные функции Digital ODN + предварительное подключение E2E.
- Wi-Fi 6 + всенаправленная антенна + FTTR.

Новый интерфейс

- Интеллектуальность + большие данные для интеллектуальных процессов ЭИТО.
- Визуализация и оптимизация Wi-Fi.
- Точное определение сбоев в оптическом тракте PON.

Характеристики целевой сети фиксированного доступа:

- Сеть обеспечивает интегрированную сеть передачи данных для сервисов 2H, 2B и 2C, таких как телевидение с разрешением 4K/8K, облачная виртуальная реальность, коммерческое широкополосное вещание, корпоративные облачные службы, загрузка видео, полностью оптические кампусные сети, а также промышленные PON (промышленная автоматизация). Кроме того, он обеспечивает высокий уровень SLA и эффективное развертывание.
- OLT-платформа, совместимая с 10G PON, поддерживает широкое покрытие класса D.
- Для обеспечения высококачественного покрытия и максимального удобства в сфере предоставления услуг 2H используются решения «оптоволокно в каждую комнату» (FTTR), Wi-Fi 6, двухдиапазонные и всенаправленные антенны.
- Сквозное сегментирование сети, поддержка планирования на уровне сервиса и гарантия уровня обслуживания.
- Постоянная доступность цифровых ODN и возможностей предварительного подключения обеспечивает визуализацию пассивных ресурсов, управляемость и контроль, позволяя сократить время и упростить развертывание.

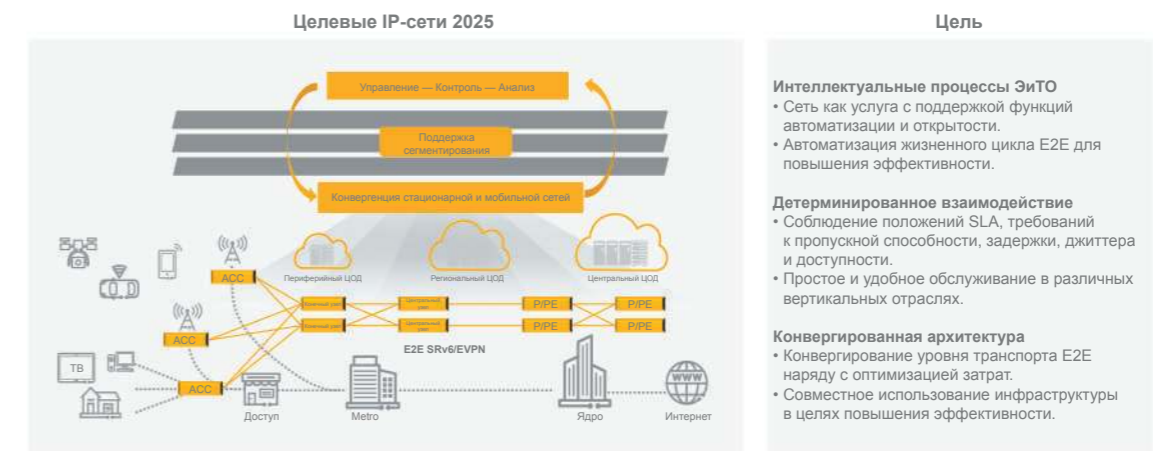
Интеллектуальная система ЭИТО поддерживает визуализацию и оптимизацию сетей Wi-Fi, а также точную идентификацию неисправностей PON.

3.3.1.3 Конвергированный уровень базовой IP-сети

Интеллектуальная базовая IP-сеть

На уровне IP-канала используется сквозная архитектура E2E уровня 3, основанная на протоколе E2E SRv6 и EVPN для обеспечения удобного, простого и гибкого доступа и передачи множества сервисов. Для изоляции ресурсов в соответствии с различными сценариями обслуживания используется FlexE. На уровне RAN используются IP-сети 10GE, 50GE или 100GE с поддержкой 2G, 3G, 4G и 5G в единой сети передачи данных и плавного расширения системы. На уровне агрегации, ядра и магистральной сети могут применяться сети 100GE, 200GE или 400GE. На уровне протокола для реализации VPN в различных сценариях могут использоваться унифицированные базовые и многоуровневые архитектуры SRv6 или EVPN.

Архитектура базовой целевой IP-сети



Характеристики ориентированной на будущее IP-сети 2025:

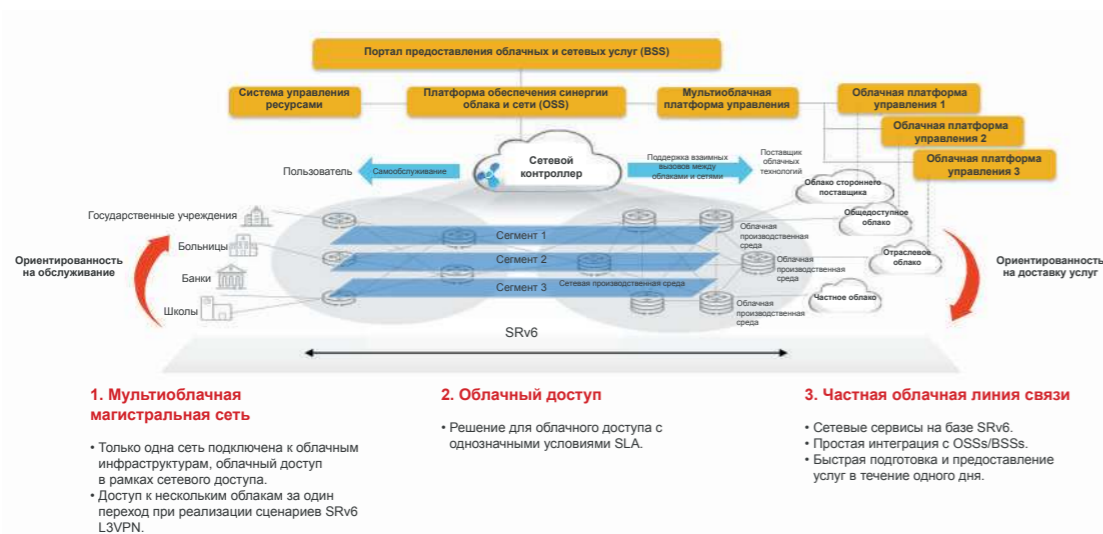
- Интегрированная сеть передачи данных на базе 5G и облачных вычислений обеспечивает эффективную доставку данных в широкополосных сетях мобильной связи (МВВ) и иерархически распределенные облачные ЦОД, а также предоставляет интегрированные возможности доступа и передачи данных для сервисов 2C, 2B и 2H.

- Для обеспечения требований к доставке данных в сценариях 2С, 2В и 2Н благодаря сквозному гибкому и жесткому сегментированию на основе FlexE и EVPN реализуется защита и изоляция различных сервисов на базе соглашений об уровне обслуживания.
- Для быстрого создания эффективных прямых канальных соединений используются протоколы уровня 2 sRv6 и EVPN, которые позволяют построить комбинированную сквозную архитектуру базовой и оверлейной сети.
- Для обеспечения эффективной работы детерминированной сети iFIT использует сквозное обнаружение сетевых КПЭ по сегментам, например потери пакетов данных и задержки передачи, а также обнаружение изменений состояния канала в режиме реального времени.

Интеллектуальная облачная сеть

Интеллектуальная облачная сеть поддерживает автоматизированные и интеллектуальные функции ЭИТО облачных сетей на основе интеллектуальных IP-сетей. Это решение поддерживает быструю настройку сети при смене облака и предоставляет возможности сервисной сети с интеграцией безопасности облачной сети.

Общая техническая архитектура интеллектуальной облачной сети



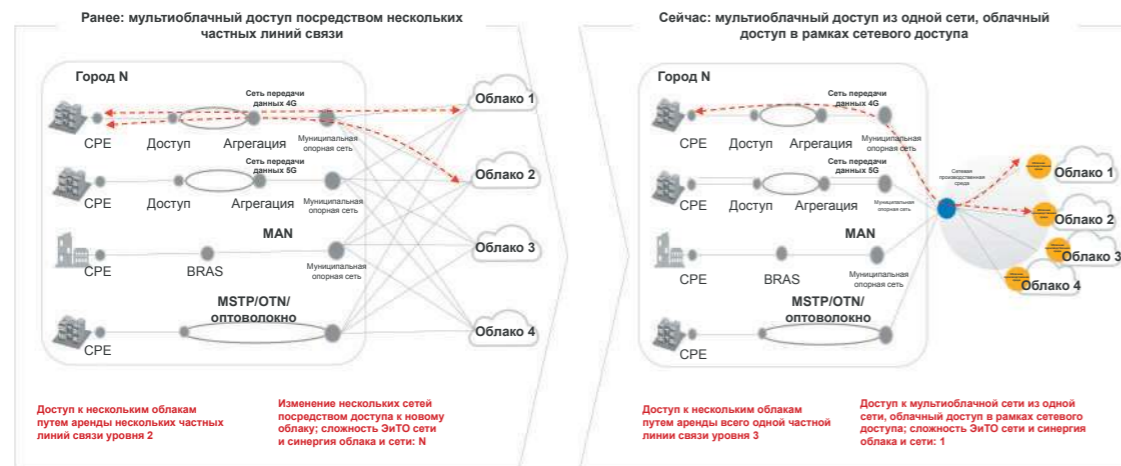
Облачная магистральная сеть

Учитывая популярность мульти- и гибридных облачных сетей, основным требованием для предприятий стало обеспечение гибкого доступа к приложениям и их планирования как в различных облачных средах, так и между ними. В связи с этим для динамического предоставления ресурсов в облачных средах по запросу требуется наличие облачных подключений и гибкой функциональной совместимости облачных сетей

Традиционные решения для частных линий второго уровня, реализуемые по принципу «точка – точка», не отвечают современным требованиям по целому ряду причин. Во-первых, предприятиям приходится арендовать несколько частных облачных линий в зависимости от того, где развернуто каждое облако. Во-вторых, им необходимо вручную переключаться между облачными приложениями или создавать внутренние сети для планирования доступа к различным приложениям. Все это приводит к снижению адаптивности обслуживания и возможностей мультиоблачного доступа, а также усложняет процесс оркестрации облачных и сетевых сервисов.

Другой серьезной проблемой является отсутствие полностью подключенной магистральной облачной сети. Когда в нескольких сетях требуется доступ к нескольким облакам и необходимо создать новый облачный центр обработки данных, необходимо подключать каждую сеть и облако отдельно. Это требует сложных соединений, посегментного развертывания и больше времени на развертывание сервисов.

Техническое решение магистральной облачной сети



Интеллектуальное облачно-сетевое решение, напротив, обеспечивает взаимодействие нескольких облаков и сетей с помощью облачной магистральной сети. Облачно-сетевые подключения развертываются заранее, обеспечивая одновременный доступ к облаку и сети, в то время как технология SRv6 I3VPN обеспечивает гибкий мультиоблачный доступ посредством одного подключения, а также адаптивное предоставление услуг.

- Интеллектуальная облачная магистральная сеть: облачные производственные среды развертываются в облаках и предварительно подключаются к облакам через оркестратор облачных и сетевых сервисов, что сокращает время планирования и развертывания ресурсов, необходимое для настройки облачных и сетевых подключений. В то же время сетевые производственные среды обеспечивают унифицированный доступ к нескольким сетям, агрегируя частные линии различных сетей и режимы доступа для достижения одновременного доступа к облаку и сети, а также доступности нескольких облаков. Технология SRv6 BSID позволяет осуществлять предварительное развертывание маршрутов для предоставления облачных сервисов, между облаком и сетевыми производственными средами на базе соглашений об уровне обслуживания. Таким образом, маршруты для предоставления качественных сервисов могут быть предварительно развернуты в магистральной облачной

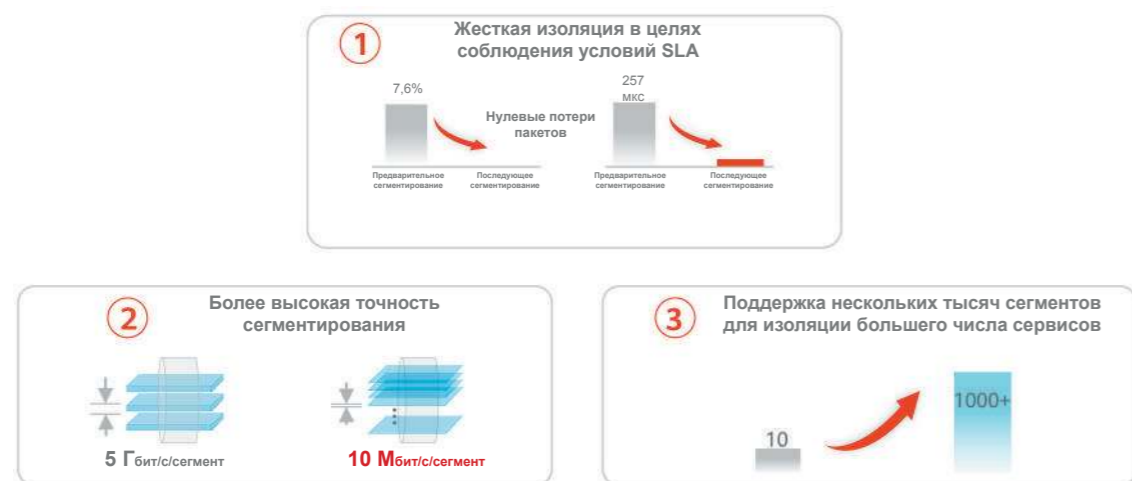
сети на основе сервисных требований (например, пропускной способности и задержки передачи данных), а затем предоставлены в качестве сетевых сервисов с использованием SRv6 BSID. Как результат, обеспечивается гибкий вызов маршрутов предоставления сервисов контроллером через стандартные интерфейсы для обеспечения соединений для приложений.

- Односкачковый доступ к облаку с помощью SRv6 I3VPN: SRv6 меняет традиционный режим многосегментного сопряжения, когда частные линии облака охватывают различные домены, облегчая междоменный доступ между различными сетями и реализуя однодоменный доступ к облакам. Для поддержки частных линий облака и межоблачных соединений используются технологии уровня 3, такие как L3VPN и EVPN L3VPN, с возможностью сетевой маршрутизации уровня 3 для реализации одноточечного доступа к корпоративным сайтам и гибкого доступа к любому пулу облачных ресурсов. Кроме того, политика SRv6 обеспечивает дифференцированное обслуживание и выбирает маршруты на основе требований соглашений об уровне обслуживания (например, пропускная способность и задержка передачи данных), что позволяет обеспечить гарантированное соответствие требованиям SLA для многочисленных облачных приложений.

Сеть облачного доступа

Чтобы обеспечить высокую конкурентоспособность в эпоху облачных вычислений, компании различных отраслей промышленности предъявляют высокие требования к качеству обслуживания и изоляции. В связи с этим для предоставления необходимых ресурсов для различных сервисов операторы могут использовать сегментирование сети, что позволяет обеспечить дифференцированное качество обслуживания. Унифицированная сеть облачного доступа может обеспечить точные, многоуровневые, своевременные, быстрые и стабильные решения для сегментирования сети, способные поддерживать высокое качество облачно-сетевых сервисов.

Основные характеристики решения для сегментирования сети



- Жесткая изоляция сегментов в соответствии с требованиями соглашений об уровне обслуживания

Сегментирование сети требует резервирования эксклюзивных ресурсов для различных сервисов на плоскости переадресации сетевых устройств. Для обеспечения низкого уровня задержки и высокой пропускной способности сервисов, основанных на IP-статистическом мультиплексировании, в базовой IP-сети один физический порт разделен на различные интерфейсы или подинтерфейсы FlexE. Гарантия уровня обслуживания по сегментированным сервисам обеспечивается независимо от наличия других сервисов.

- Тонкое сегментирование

Несмотря на то что FlexE поддерживает сегментирование с гранулярностью 5 Гбит/с, такая степень «нарезки» сетевых ресурсов не сопоставима с моделью полосы частот корпоративных частных линий. Поэтому инновационная технология вспомогательного интерфейса FlexE обеспечивает минимальную гранулярность 10 Мбит/с, что позволяет гарантировать уровень обслуживания частных линий при любой ширине полосы частот.

- Поддержка нескольких тысяч сегментов для изоляции большего количества служб

Несмотря на то что существует множество решений для плоскости управления сегментированием, эксклюзивные ресурсы плоскости управления должны быть распределены между интерфейсами сегментирования независимо от механизма реализации сегментации (на основе атрибутов сходства, мультитопологии или Flex-Algo). Такими ресурсами могут быть различные IP-адреса, множество смежных IGP и определенные идентификаторы сегментов для отдельных интерфейсов сегментирования. Традиционные решения в значительной степени потребляют ресурсы плоскости управления, ограничивая диапазон сегментов и сценарии применения.

3.3.1.4 Уровень интегрированного управления/контроля/анализа

По мере постоянного развития интернет-технологий и наступления эпохи облачных вычислений появляются новые бизнес-модели, предприятия переносят свои операции в облако и осуществляют цифровизацию бизнеса. Будучи важным катализатором цифровой трансформации в различных отраслях, сектор телекоммуникаций открывает широкие возможности для бизнеса и сталкивается с новыми задачами.

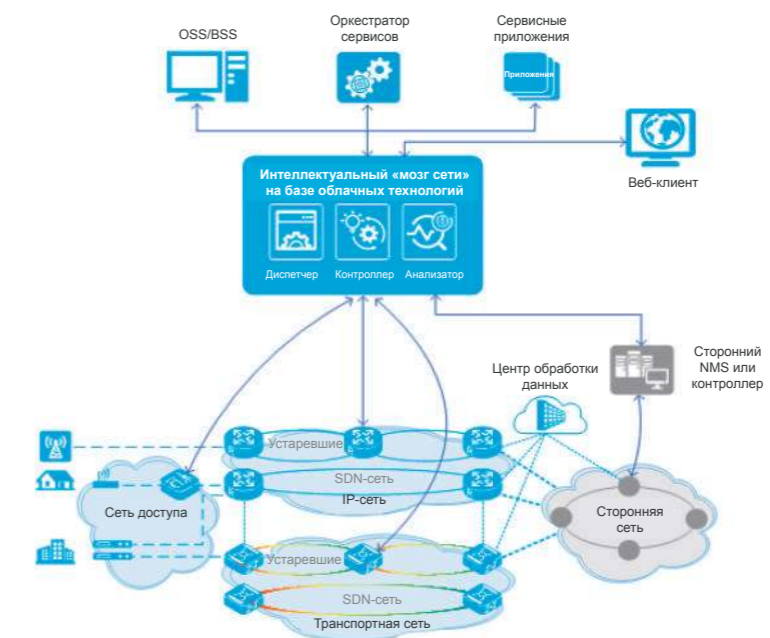
Возможности облачных вычислений обеспечивают как высокую гибкость, так и неопределенность в применении сервисов, при этом сохраняется значительный разрыв между инфраструктурными сетями операторов и различными приложениями.

- Наряду с новыми сетями SDN и NFV существует большое количество устаревших сетей, что приводит к жесткой изоляции ресурсов, затрудняя адаптацию к новым сервисам и увеличивая затраты на нее. Частные корпоративные линии, например, сталкиваются с такими сложностями, как длительное развертывание сервисов, низкая скорость реагирования на потребности клиентов и отсутствие гибкости в тарифных планах.
- По мере миграции компаний в облако и развития новых сервисов (например, телекоммуникационного облака) трафик, проходящий через сети операторов, становится все более динамичным и непредсказуемым. В этом контексте традиционные решения для планирования и оптимизации сетей недостаточны, что ставит под угрозу гарантии уровня обслуживания.
- С ростом масштабов и сложности сетей возрастает и сложность процессов ЭИТО. Чтобы снизить требования к квалификации специалистов по ЭИТО и эффективно контролировать эксплуатационные расходы в долгосрочной перспективе, операторам необходимо оперативно автоматизировать процессы развертывания.

Между сервисными приложениями и инфраструктурными сетями должен быть установлен интеллектуальный промежуточный уровень или, в более конкретном смысле, новая система управления, контроля и обслуживания. Такая система должна быть способна выводить сетевые ресурсы и мощности, автоматически планировать их централизованно, а также обеспечивать разработчикам приложений удобное применение и гибкую сборку различных сетевых ресурсов с целью непрерывного и быстрого внедрения инноваций в сфере сервисов и приложений.

Интеллектуальный «мозг сети»

Как показано на рисунке, ориентированный на будущее интеллектуальный мозг на основе облачных вычислений объединяет в себе три функциональных модуля: управление сетью, управление сервисами и сетевой анализ. Следовательно, он может реализовать такие основные функции, как объединение сетевых ресурсов, автоматизация сетевых подключений и самооптимизация, а также автоматизация ЭИТО.



Управление и контроль на основе облачной сети:

- Как показано в нижней части рисунка, интеллектуальный облачный мозг осуществляет управление и контроль за устройствами IP, транспорта и доступа, поддерживает унифицированное управление SDN-сетью и сетями предыдущих поколений, а также реализует автоматизацию однодоменных, многодоменных и многоуровневых сервисов.
- Как видно из верхней части рисунка, интеллектуальный облачный мозг поддерживает взаимодействие и интеграцию с OSS, BSS и оркестраторами сервисов, обеспечивая тем самым быструю настройку на уровне приложений.

- Для реализации оркестрации и автоматизации сервисов, предоставляемых несколькими поставщиками, интеллектуальный облачный мозг подключается к системе управления и контроля сторонних производителей.

Анализ интеллектуальной облачной сети:

- Интеллектуальный облачный мозг собирает и анализирует данные о состоянии и параметрах сети в режиме реального времени, а также автоматически генерирует политики обслуживания на основе больших данных для проведения профилактического техобслуживания и оптимизации замкнутого цикла.
- Интеллектуальный облачный мозг использует машинное обучение для создания интеллектуальной сети, которая может автоматически генерировать динамические политики.

Таким образом, интеллектуальный «мозг сети» будущего способен централизованно развертывать плоскости управления, контроля и интеллектуального анализа на основе архитектуры облачных вычислений (публичного или частного облака). В этих трех плоскостях будут соответственно реализованы: управление и мониторинг устройств в масштабе всей сети в режиме реального времени; интеллектуальный контроль, распределение и оптимизация сервисных маршрутов; анализ и прогнозирование состояния сети, сбоев и аварийных сигналов на основе больших данных и интеллектуальных алгоритмов для реализации интеллектуального предоставления услуг и превентивного ЭИТО.

3-4 ADN (автономно управляемая сеть)

3-4-1 Определение и эталонная архитектура ADN

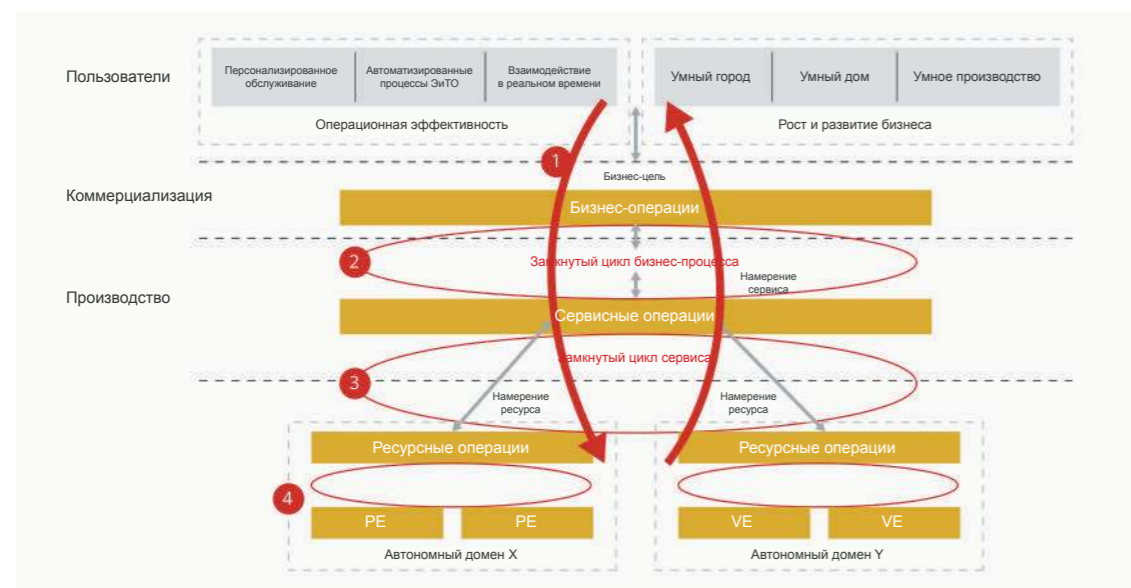
3.4.1.1 Определение

Автономно управляемая сеть (ADN) представляет собой систему и службу телекоммуникационной сети с возможностями самообслуживания, самостоятельного выполнения и самостоятельной подготовки. Благодаря использованию ключевых технологий, таких как автономная работа с одним доменом, совместная работа с несколькими доменами и упрощенная инфраструктура, автономные сети на основе анализа намерений могут реализовать полный цикл автоматизации и интеллектуального управления процессами ЭИТО и предоставить пользователям оптимальное качество услуг ИКТ без задержек, без неисправностей и без ручных операций.

3.4.1.2 Эталонная архитектура

Форум по телеуправлению (форум TM) совместно с 22 членами ассоциации, включая British Telecom, China Mobile, China Unicom, Orange France Vodafone, Huawei, Ericsson и Nokia, выпустил Техническое описание автономных сетей управления 2.0. На рисунке ниже показана схема цифровой трансформации операторов с использованием трехуровневой структуры, состоящей из четырех замкнутых контуров с поддержкой автономной работы в одном домене и совместной работы в нескольких доменах. Она также может служить эталоном архитектуры верхнего уровня для многосторонней практики и кооперации, повышая эффективность взаимодействия между отраслями.

Целевая архитектура ADN форума TM



ADN обеспечивает пользователей и клиентов вертикальных отраслей промышленности полностью автоматическими инновационными сетями и ИКТ-услугами без задержек, без неисправностей и без ручных операций. Кроме того, ADN поддерживает инфраструктуру телекоммуникационных сетей с возможностями самообслуживания, самостоятельного выполнения и самостоятельной подготовки для внутренних пользователей в отделах планирования, маркетинга, эксплуатации и управления. В ADN используется упрощенная архитектура, включающая автономные домены, автоматизированные сервисы и эксплуатацию сети, обеспечивающие управление цифровыми сервисами в замкнутом цикле, оптимальное взаимодействие с пользователем, автоматизацию и автономию работы в течение всего жизненного цикла, а также максимальную эффективность использования ресурсов. В настоящее время форум TM работает над созданием фреймворка ADN, который состоит из трех уровней и четырех замкнутых циклов. Эти три уровня относятся к общим возможностям эксплуатации, которые поддерживают все сценарии и требования к сервису.

Уровень ресурсов: предоставляет сетевые ресурсы и автоматизированные возможности для одного автономного домена.

Уровень сервиса: предоставляет услуги в области ИТ и планирования, проектирования, развертывания, поддержки, обеспечения качества, оптимизации и работы сети для нескольких автономных доменов.

Уровень бизнес-операций: предоставляет услуги и возможности для клиентов, экосистем и партнеров.

Четыре замкнутых цикла обеспечивают полный цикл взаимодействия между уровнями.

Замкнутый цикл пользователя: взаимодействие между тремя вышестоящими уровнями и тремя замкнутыми контурами обеспечивает поддержку пользовательских сервисов. Эти три уровня взаимодействуют друг с другом с помощью упрощенных API, основанных на анализе намерений.

Замкнутый цикл бизнеса: реализует взаимодействие между бизнесом и сервисом. Традиционные изолированные сервисы должны быть преобразованы в экосистему, включающую в себя обслуживание по запросу, автоматические сервисы и сервисы совместной работы, для создания замкнутого цикла клиентов, сервисов и операций. Обычно для этого требуется сотрудничество нескольких поставщиков услуг по всему миру через бизнес-интерфейсы.

Замкнутый цикл обслуживания: позволяет расширить взаимодействие между услугами, сетями и работой ИТ-ресурсов. Традиционный режим работы, ориентированный на проект, должен быть модернизирован до основанной на данных и знаниях платформы автоматической работы сервисов в течение всего их жизненного цикла. Одним из ключевых моментов является изменение образа мышления с «построения и эксплуатации» на «проектирование и эксплуатацию». Кроме того, необходимо осознать преимущества модели «знания как услуга (KaaS)», в которой при необходимости конкретные знания передаются через ПК, ноутбуки или любые мобильные устройства.

В этом контексте автоматический режим работы играет ключевую роль в повышении эффективности производства и адаптивности обслуживания.

Замкнутый цикл ресурсов: обеспечивает взаимодействие между сетями, основанными на автономных доменах и работе ИТ-ресурсов. Разрозненный NE-слой необходимо интегрировать и преобразовать в замкнутый цикл доменов ADN с использованием упрощенной сетевой архитектуры. Выделение помогает снизить сложность сети, облегчая междоменное автономное взаимодействие и создавая основу для замкнутого цикла сетевой работы и совместного производства.

Кроме того, форум TM уточняет общие критерии пяти уровней ADN, предоставляя ориентиры высокого уровня для дальнейшего развития отрасли.

Определение пяти уровней ADN

Уровни автономности	L0: ручное управление и обслуживание	L1: помощь в эксплуатации и обслуживании	L2: частично автономные сети	L3: условно автономные сети	L4: высоко-автономные сети	L4: полностью автономные сети
Сервисы автономных сетей (Zero X)	Н/Д	Отдельная автономная сеть	Отдельная автономная сеть	Избранная автономная сеть	Избранные сервисы автономной сети	Любые сервисы автономной сети
Исполнение	П	П/С	С	С	С	С
Осведомленность	П	П	П/С	С	С	С
Анализ/решение	П	П	П	П/С	С	С
Намерение/опыт	П	П	П	П	П/С	С

■ П: персонал ■ С: система

- **L0. Ручные процессы ЭИТО:** система обеспечивает дополнительные возможности мониторинга. Все динамические задачи выполняются вручную.
- **L1. ЭИТО с поддержкой инструментов:** система многократно выполняет промежуточные задачи, основываясь на предварительных настройках, что позволяет повысить эффективность их выполнения.
- **L2. Частично автономная ADN-сеть:** система реализует замкнутый цикл ЭИТО для определенных блоков на основе интеллектуальной модели и условий внешней среды.
- **L3. Условно автономная ADN-сеть:** благодаря возможностям L2 система распознает изменения среды в режиме реального времени и выполняет самооптимизацию и настройку для реализации управления замкнутого цикла на основе анализа намерений.
- **L4. Высокоавтономная ADN-сеть:** благодаря расширению возможностей L3 система осуществляет анализ и принимает решения в более сложной среде с несколькими доменами, а также реализует ориентированную на сервис или клиента прогностическую автономию в замкнутом цикле.
- **L5. Полностью автономная ADN-сеть:** этот уровень является конечным этапом эволюции телекоммуникационных сетей. Автономия замкнутого цикла реализуется во всех сценариях для множества сервисов и доменов в течение полного жизненного цикла.

3-4-2 Функции сети автономного управления

Для достижения ADN уровня 5 (L5) в телекоммуникационных сетях в целях самоэволюции и самооптимизации требуется проведение долгосрочных исследований, и в настоящее время перспективы коммерческого использования не определены. Достижение конечной цели зависит от ряда теоретических и технических инноваций, таких как сетевое самопознание и извлечение знаний и опыта. Учитывая уровень

развития современных технологий, для всесторонней реконструкции и оптимизации сетевых устройств, систем ЭИТО и бизнес-операций в качестве целевой архитектуры ADN рекомендуется установить ADN L4, а также внедрить новые отработанные технологии, инструменты и методы, такие как интеллектуальные системы и графы знаний. С технической точки зрения архитектура ADN L4 обладает следующими основными характеристиками.

(1). Информация о сети и экспертные знания оцифровываются, позволяя перейти от пассивных ручных процессов ЭИТО к интеллектуальному прогнозируемому ЭИТО.

Большинство сетей операторов управляются и обслуживаются вручную экспертами. При возникновении проблем в сети эксперты используют OSS, EMS или вспомогательные средства для ручного анализа, принятия решений и управления в замкнутом цикле. В будущем это будет нецелесообразно ввиду наличия большого количества подключений, увеличения масштабов сетей и предоставления облачных услуг по запросу. Необходимы следующие улучшения:

- Прогнозная аналитика проблем сети: специалисты по ЭИТО смогут использовать углубленный анализ больших объемов сетевых данных для проактивного исследования состояния сети, прогнозирования сбоев и проблем в сети, а также оперативного предоставления результатов анализа основных причин неисправностей (RCA). Это позволяет решать проблемы до того, как клиенты обратятся с жалобой.
- Автономное принятие решений сетью: при соблюдении определенных условий, например под руководством специалистов по ЭИТО, сеть будет самостоятельно принимать решения по конкретным сценариям работы сети и сервиса. Это позволит значительно ускорить реагирование сети на сложные и неопределенные проблемы и повысить эффективность работы сети.
- Автоматизированное выполнение задач: автоматизированные процессы должны заменить неэффективные и повторяющиеся ручные операции. Характер деятельности специалистов по ЭИТО изменит-

ся с исполнительного на контролирующей, и больше внимания будет уделяться управлению и проектированию процессов и правил.

Оцифровка сетей и знаний является ключом к улучшению этих возможностей.

Цифровизация сетей — предпосылка автоматизации сети. С помощью цифровизации можно собирать данные с целью облегчения понимания и анализа состояния сети, а также интеллектуального обучения и формирования логических выводов. Сюда входят данные о сетевых ресурсах и сервисах, а также динамические данные реального времени, такие как текущее состояние, неисправности и журналы действий. Несмотря на происходящие в последние три десятилетия процессы цифровизации ресурсов и услуг телекоммуникационных сетей, с развитием 5G и интеллектуальных систем возникает необходимость в расширении и обновлении существующих моделей цифровизации, с тем чтобы адаптировать их к новым сетевым сервисам и сценариям их использования. Это предполагает наличие возможности описания истории сети, ее текущего состояния и дальнейшего развития с точки зрения временных и пространственных параметров, а также повышение доступности и производительности при обработке данных в режиме реального времени при иерархическом восприятии и принятии решений на уровне сети и устройств.

Оцифровка знаний и опыта: огромные объемы экспертных знаний и опыта, главным образом правила управления и методов поиска неисправностей, накопленные операторами и поставщиками сетевых устройств на протяжении многих лет эксплуатации сети, представлены в различных интеллектуальных активах, таких как руководства или спецификации по ЭИТО. Эти сведения необходимо объединить в централизованную компьютерную базу знаний, которую машины смогут распознавать и использовать. С дополнительной поддержкой интеллектуальных возможностей компьютеры смогут в значительной степени автоматизировать процессы анализа, принятия решений и закрытия циклов сетью. На сегодняшний день уже существуют эффективные методы и технологии, такие как граф знаний, применяемые в телекоммуникационных сетях для интеллектуального выявления неисправностей и закрытия цикла.

Интеллектуальные системы еще находятся на начальном этапе развития, и требуется определенное время, чтобы они достигли необходимого уровня и были готовы к коммерческому использованию. В настоящее время интеллектуальные технологии в телекоммуникационных сетях позволяют улучшить интеллектуальное восприятие сетей или предоставляют наиболее подходящие решения для повышения эффективности и качества принятия экспертных решений (L2/L3). Однако по мере развития основных теорий и технологий, таких как способность сети к познанию и извлечению знаний, интеллектуальные системы станут более эффективными в плане самооптимизации и адаптации в конкретных сетевых доменах для достижения условной автономии в замкнутом цикле (L3) или прогностической и упреждающей автономии в замкнутом цикле (L4) для нескольких сетей. Эффективное автономное принятие решений позволит постепенно отказаться от ручного ввода данных.

(2). Упрощенная сетевая инфраструктура и интеллектуальные сетевые элементы (NE)

Инфраструктура сети упрощается. Во-первых, сети и устройства упрощаются в четырех аспектах:

- Легковесное оборудование: устройства становятся встраиваемыми, более тонкими, модульными и отличаются высокой плотностью конструкции.
- Гибкая реализация: операции переносятся в облачные среды, развертывание происходит автоматизированно, соединения и сборка производятся на заводе-изготовителе, обеспечивается совместимость разнородных архитектурных решений.
- Нормализация протоколов: протоколы упрощаются и постепенно унифицируются.
- Адаптивность архитектуры: в настоящее время преобладают изолированные и плоские архитектуры, мультисетевая интеграция и объединение ресурсов в пулы.

Кроме того, сетевые элементы должны быть оснащены интеллектуальными и цифровыми возможностями и еще большим количеством сенсорных компонентов для улучшения восприятия ресурсов, сервисов и окружающей среды. Восприятие будет осуществляться в режиме реального времени и одновременно в нескольких направлениях — от потоков услуг, ресурсов и состояния топологии до событий, связанных с ЭИТО и энергопотреблением. Кроме того, сетевые элементы будут поставляться с интеллектуальными и логическими блоками сетевой среды. Более высокий уровень интеллектуальности сетевых элементов позволит устройствам поддерживать интеллектуальные функции самодиагностики, принятия решений и управления в замкнутом цикле.

(3). Иерархическая автономия в одном домене и взаимодействие между доменами для обеспечения замкнутого цикла сети в режиме онлайн и реального времени.

По мере развития телекоммуникационных сетей значительно расширяются параметры конфигурации новых устройств, а также повышается сложность сервисов и сценариев. В сетях одновременно используются различные технологии, а также версии программного и аппаратного обеспечения различных производителей. Архитектура сети становится все более сложной и распределенной. Это значительно повышает сложности и затраты на ЭИТО. В этой связи существуют две основные проблемы, связанные с ЭИТО сетей.

I. Разделение сверхбольших, сложных сетей на несколько автономных доменов и реализация автономного замкнутого цикла через автономию в одном домене и оркестрацию в нескольких доменах: автономный домен представляет собой группу элементов инфраструктуры интеллектуальной сети в сочетании с системами сетевого управления и контроля. Он разделяется между операторами на основе сервисных функций, сетевых технологий и режимов обслуживания. Каждый домен автономно завершает полный замкнутый цикл, состоящий из процессов сбора, анализа, контроля и оптимизации данных, и предусматривает API, основанные на анализе намерений, для упрощения операций и защиты внутренних операций и различий. Однодоменная

автономная сеть работает как независимая система и имеет высокую степень автономии. Благодаря возможности измерения собственного состояния и динамических изменений внешних пользователей, приложений, процессов ЭИТО и сред, однодоменная автономная сеть обеспечивает наиболее подходящие сетевые опции, модели конфигурации и политики для проведения упреждающей или превентивной оптимизации, позволяя выполнять замкнутые сетевые циклы онлайн в реальном времени.

II. Гибкая платформа проектирования и оркестрации, ориентированная как на производство сервисов, так и на процессы эксплуатации и технического обслуживания, позволяет операторам заменять шаблонные, пассивные и ручные операции на интеллектуальные операционные операции (intelligentOps) — интеллектуальные процессы ЭИТО, основанные на данных. Во-первых, открытая программируемость является основополагающим принципом для автономных сетевых доменов, позволяющим сосредоточиться на выделении сетевых технологий и предоставлении API на основе анализа намерений в соответствии с требованиями сценариев в целях отделения сервисов от сетевых ресурсов. В результате, в зависимости от сценариев обслуживания, сетевых решений, а также процессов и знаний в области ЭИТО, обеспечивается уникальная возможность гибкого определения, глобальной оркестрации и обучения работе с данными, что позволяет непрерывно преобразовывать и оптимизировать процессы ЭИТО. Во-вторых, за годы работы в области ЭИТО сетей операторы и поставщики оборудования выработали множество правил управления, методов поиска и устранения неисправностей, а также накопили экспертные знания, которые содержатся в различных интеллектуальных активах, например в руководствах и спецификациях. Такие разрозненные знания, рассчитанные на использование человеком, должны быть объединены в централизованных компьютерных библиотеках знаний, которые могут быть распознаны и использованы машинами. С помощью машин инженеры по ЭИТО могут повысить свою эффективность, выполняя новые функции, например в качестве специалистов по выработке стратегий работы сетей, инженеров по оркестрированию, аналитиков данных, и смогут вносить реальный вклад в разработку системы намерений, работу с исключениями и принятие решений.

Поэтому необходимо обеспечить этих новых специалистов по ЭИТО платформой Design Studio и программируемой инфраструктурой, которая позволит им более эффективно выполнять интеллектуальные ЭИТО в режимах no code, low code и pro code.

(4). Унифицированная платформа для обучения интеллектуальным облачным технологиям, управления знаниями и ЭИТО, поддерживающая итеративное развитие телекоммуникационных сетей.

В будущем сети операторов создадут интеллектуальные возможности для совместной работы на уровнях облака, сети и элементов сети. Облачные интеллектуальные системы представляют собой единую и централизованную платформу интеллектуального проектирования и разработки. Она функционирует как адаптивный инструмент разработки, позволяющий операторам непрерывно выполнять интеллектуальное обучение и извлечение знаний, а также оцифровывать данные о сети и экспертные знания. Кроме того, облачная интеллектуальная система, функционирующая в качестве «центра знаний» и «библиотеки», предоставляет операторам критически важные возможности распространения знаний и обмена ими, чтобы сокращать количество повторяющихся процессов разработки и обучения. Интеллектуальные сетевые системы — ключевой компонент для внедрения сетевых систем сбора и обработки данных. Они обеспечивают интеллектуальные логические вычисления и поддержку локальной базы знаний, ориентированную на иерархическую автономию сети. Интеллектуальные системы элементов сети направлены на сбор и фильтрацию сетевых данных и обработку локальных данных в режиме реального времени. Одним словом, унифицированная платформа для облачного интеллектуального обучения, управления знаниями и ЭИТО поддерживает непрерывные динамические итерации и интеллектуальные обновления телекоммуникационных сетей.

Последовательные интеллектуальные спецификации, в том числе спецификации интеллектуальных моделей/спецификации знаний/спецификации процессов логических вычислений, являются первоочередной потребностью, необходимой для обеспечения эффективных возможностей совместной интеллектуальной обработки данных

на уровнях облака, сети и элементов сети. Обеспечение последовательности способствует эффективному распространению и совместному использованию интеллектуальных моделей и знаний. Вторая потребность заключается в наличии уникальных функций трехуровневой интеллектуальной архитектуры для сети оператора, учитывающих специфику ЭИТО подсетей или доменов и частую смену услуг. Уникальные возможности заключаются в следующем:

I. Обобщение интеллектуальных моделей и адаптируемость к условиям объекта: подсети оператора могут различаться по типам предоставляемых услуг, режимам работы сети и правилам эксплуатации и обслуживания, что приводит к диверсификации распределения сетевых данных. Поэтому могут возникнуть трудности с обобщением и адаптацией объектов, когда интеллектуальная модель, построенная на основе подсети, применяется к другим подсетям. Для решения этой проблемы необходимы интеллектуальные компоненты получения логических выводов, обеспечивающие относительно широкие возможности обобщения и локальной оптимизации интеллектуальной модели.

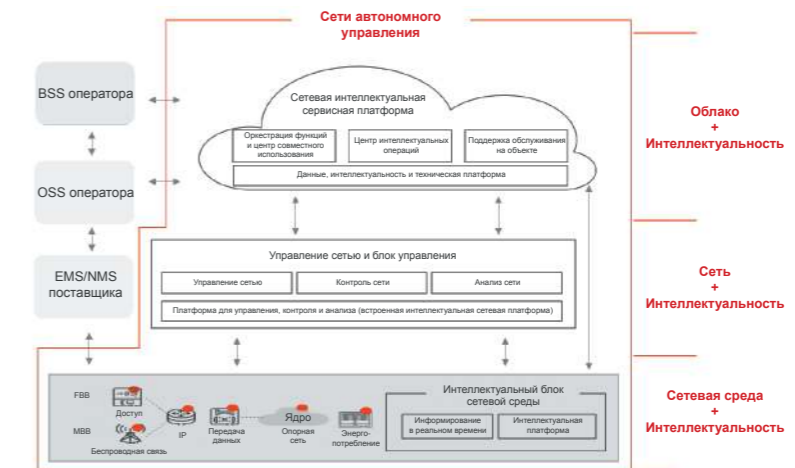
II. Непрерывная эволюция интеллектуальных моделей: изменение или модернизация операторских сетей и услуг может потребовать синхронного обновления/модернизации интеллектуальных моделей и сетевых знаний. Для поддержки непрерывного развития и обновления интеллектуальных моделей и сетевых знаний требуется взаимодействие между интеллектуальными системами облачных служб, сетей и элементов сетей. В случае диагностики неисправностей сети с использованием интеллектуальных систем, при значительном изменении настроек определения сигналов тревоги в новой версии устройства или при добавлении элементов питания на сетевом объекте, могут измениться отношения распространения отказов. В этом случае алгоритм кластеризации и правила распространения неисправностей интеллектуальной модели могут потребовать обновления.

Ориентированная на будущее трансформация автономных сетей управления потребует повсеместного использования интеллектуальных технологий на протяжении всего жизненного цикла (включая пре-

образование и развитие) сети E2E. Цифровизация сети и экспертных знаний, инфраструктура с упорядоченной архитектурой и иерархическая автономия сети составляют ядро и основу для масштабной трансформации.

Подводя итог, можно сказать, что для управления производственной практикой и достижения цели L4 автономной сети управления телекоммуникационным сетям необходима четкая, широко применяемая целевая архитектура, на которую могут ориентироваться предприятия отрасли. Рекомендуемая типовая целевая архитектура представлена на следующем рисунке.

Целевая архитектура автономной сети управления оператора



Используя целевую архитектуру, операторы могут проводить систематическую оценку и классификацию существующей архитектуры, содержащей OSS, интегрированную NMS, NMS/контроллер поставщика, а также сетевое оборудование по принципу «сверху вниз» в целях разработки дорожной карты развития, отвечающей их потребностям.

3-4-3 Классификация ADN

Развитие автономно управляемой сети (ADN) от уровня L0 до L5 занимает 10 лет. Крайне важно четко понимать, на каком этапе находится ADN в текущий момент. Кроме того, операторы сталкиваются с двумя основными проблемами в области автоматизации сети, интеллектуальных инноваций и преобразований:

- Существует множество пилотных проектов в области сетевых инноваций на основе интеллектуальных технологий. Тем не менее, трудно оценить их эффективность и общие преимущества.
- Ввиду отсутствия унифицированных стандартов и теорий, а также методов внедрения, позволяющих оценивать интеллектуальные сетевые инновации, успешные инновационные решения сложно реплицировать.

Для решения этих двух проблем необходимо создать стандарты классификации и системы оценки ADN. С целью разработки единых, объективных и поддающихся количественному измерению показателей оценки эффективности проводится отбор рабочих сценариев ЭИТО для выявления ключевых сценариев и слабых мест. Кроме того, для обеспечения управления интеллектуальной трансформацией и повышения эффективности ЭИТО проводится классификация уровней интеллектуальности и автоматизации сети.

3-4-4 Этапы развития ADN

Достижение конечной точки развития ADN — длительный и трудоемкий процесс. Мы рекомендуем постепенно переходить от одноточечных автономных систем к однодоменным, затем к многодоменным, а затем, наконец, к глобальным автономным системам. Таким образом, инновационные технологии, такие как «интеллект» и «цифровой двойник», постепенно внедряются на уровне устройств, сетевом уровне, в полном стеке облачных вычислений и операционной системе и быстро реализуются по принципу «приоритет отдается однодоменным системам, а значимые сценарии — многодоменным системам». Задача заключается в достижении сверхавтоматизированных сетей в ближайшие пять-десять лет, с акцентом на повышение энергоэффективности, производительности сети, эффективности эксплуатации и взаимодействия с пользователями, что поможет операторам использовать преимущества, связанные с усовершенствованием сетей.

Энергоэффективность

Одной из основных задач является максимальная экономия энергии на устройствах, объектах и в сети в целом. Ввиду ухудшения сетевых КПЭ и сложности динамической настройки сети, традиционные методы энергосбережения оказались неэффективными. Одним из подходов к решению этой проблемы является использование интеллектуальной модели энергосбережения, обеспечивающей оптимизацию нагрузки сети, распределения электроэнергии и систем температурного контроля и позволяющей осуществлять круглосуточную динамическую и интеллектуальную общую корректировку без ухудшения показателей КПЭ. Благодаря этому достигается максимальное соответствие кривых энергопотребления и нагрузки сети и минимизация энергопотребления при целевом значении нулевых битов и нулевой мощности.

Производительность сети

Интеллектуальная модель обучения, эволюционирующая от инноваций продукта к систематическим инновациям сети, реализуется с использованием множества параметров и больших данных во множестве областей, а встроенный интеллектуальный логический модуль

позволяет в режиме реального времени получать логические выводы, принимать решения и планировать ресурсы 24 часа в сутки, 7 дней в неделю. Это позволяет устранить узкие места доступных системных ресурсов, значительно улучшить производительность сети и максимизировать ее эффективность. Кроме того, оптимизация производительности осуществляется с помощью нескольких параметров радиосвязи, что позволяет сократить количество низкоскоростных ячеек более чем на 80 % и обеспечить максимальную производительность 5G. Интеллектуальная сеть ЦОД с технологией AI Fabric и защитой от потери данных обеспечивает нулевые потери пакетов данных, низкую задержку при передаче данных и высокую пропускную способность, позволяя повысить IOPS более чем на 50 % и предоставлять более мощные и быстрые облачные сервисы.

Операционная эффективность

Замечаете вы это или нет, но интеллектуальные технологии уже сейчас используются практически во всех сферах жизни. К 2025 году коэффициент распространения интеллектуальных систем на предприятиях во всем мире достигнет 86 %, и телекоммуникационная отрасль, являясь базовой платформой цифровизации, находится в самом центре процесса трансформации. Как следствие, операторы сталкиваются с проблемами структурного характера с точки зрения эффективности деятельности и затрат, поскольку операционные затраты на телекоммуникационное оборудование примерно в три раза выше, чем капитальные затраты, что ложится тяжелым бременем на операторов. Что касается сетевых ресурсов, то после развертывания сети и, соответственно, потоков трафика использование ресурсов может быть нецелесообразным, создавая сложности для анализа и корректировки трафика вручную в масштабе всей сети. Если анализ данных вручную занял бы несколько недель, то применение интеллектуальных функций позволяет сократить это время до нескольких минут. Это дает операторам возможность перейти на более гибкий режим использования сетей, глубже изучить их потенциал, а также повысить производительность и эффективность использования ресурсов. Кроме того, снижаются общие эксплуатационные расходы и сокращается

продолжительность обработки сервисов, а также количество ошибок, возникающих при ручном управлении.

Взаимодействие с пользователем

Использование сетевых конфигураций в сочетании с технологиями планирования трафика обеспечивает высокое качество обслуживания и свидетельствует о фундаментальных изменениях в проектировании сетей. Этот новый подход ориентирован на удобство работы пользователя, за счет управления сетью сверху вниз и ее адаптации в соответствии с требованиями к обслуживанию. Происходит очевидный переход от сетевых операций, основанных на сетевых индикаторах, к сетевым операциям, основанным на индикаторах взаимодействия, что, в свою очередь, увеличивает доходность оператора. Так, например, для оптимизации производительности решений множественного ввода-вывода (MIMO) и обеспечения различных комбинаций параметров для ячеек используется усовершенствованное обучение с использованием интеллектуальных средств, что позволяет повысить среднюю скорость работы пользователей более чем на 50%. Интеллектуальный алгоритм используется также для прогнозирования аномалий, отрицательно влияющих на работу пользователей, заблаговременного технического обслуживания, обнаружения проблем и сбоев в сети до того, как они будут замечены пользователями, а также для проактивной оптимизации взаимодействия с пользователями.

4

Инновационные технологии — ключевое решение проблем будущего

4-1

5.5G: совершенствование и расширение применения 5G

Опираясь на многолетний опыт работы в индустрии беспроводной связи, Huawei предлагает свою концепцию технологии 5.5G. Эта концепция определит дальнейшее развитие индустрии 5G, позволит сделать технологию 5G более жизнеспособной и создать дополнительные преимущества для социального прогресса и модернизации отрасли. Таким образом, концепция 5.5G представляет собой развитие и расширение 5G.

Улучшения касаются трех сценариев, определенных в ITU: eMBB, mMTC и URLLC. Как правило, для диверсификации типов терминалов и повышения уровня поддержки широкополосного IoT в сценариях mMTC внедряется технология REDCAP, а для обеспечения соответствия требованиям к подключению, предъявляемым умным производством, в сценариях URLLC (например, удаленное управление перемещением) внедряется основанная на надежности задержка передачи данных. Расширение направлено на удовлетворение возрастающих требований новых приложений, поскольку три сценария, определенных 5G, больше не могут эффективно обеспечивать более диверсифицированные настройки IoT. Так, например, для промышленных приложений IoT, которые требуют наличия большого количества подключений и высокой пропускной способности восходящего канала, Huawei предлагает добавить сценарий между eMBB и mMTC — а именно UCBC — который ориентирован на расширение возможностей восходящего канала. Для других типов приложений, требующих сверхширокой полосы пропускания, низкой задержки при передаче данных и высокой надежности, Huawei предлагает новый сценарий между eMBB и URLLC, а именно RTBC, который направлен на расширение возможностей широкополосного взаимодействия в режиме реального времени. Наконец, для набора универсальных функций, включающих в себя взаимодействие транспортных средств с дорогами в рамках технологии V2X, и требующих наличия как возможностей коммуникации, так и возможностей восприятия, Huawei предлагает новый сценарий HCS, в котором основное внимание уделяется развитию возможностей объединения коммуникации и восприятия.



В сущности, технология 5.5G призвана обеспечить преобразование Интернета всего в Интеллектуальный интернет всего и, как ожидается, в результате создаст совершенно новые преимущества.

- **UCBC ускорит внедрение интеллектуальных технологий в разных отраслях.** UCBC обеспечивает ультра-широкополосную связь с центральным узлом. Благодаря возможностям 5G, UCBC позволит увеличить пропускную способность восходящего канала в 10 раз. Это идеальный вариант для производств, имеющих потребность в загрузке видео в системы машинного зрения и массовом подключении к широкополосному IoT, который ускорит их интеллектуальную модернизацию. UCBC также значительно повышает удобство пользования мобильными телефонами в помещениях, требующих интенсивного покрытия. Благодаря технологии многодиапазонной агрегации восходящего канала и восходящего канала массивов антенн, можно значительно улучшить возможности восходящего канала и взаимодействие с пользователями в этих сценариях.
- **RTBC обеспечит реалистичность и эффект присутствия.** RTBC гарантирует большую пропускную способность и низкую задержку. Его цель — обеспечить 10-кратное увеличение пропускной способности при заданном уровне задержки, тем самым создавая эффект присутствия при взаимодействии с объектами физической и виртуальной реальности, такими как XR Pro и голограммы. В нем используются стандартные каналы для быстрого расширения сетевых

возможностей, а механизм межуровневого взаимодействия E2E XR позволяет создавать интерактивные функции в режиме реального времени с высокой пропускной способностью.

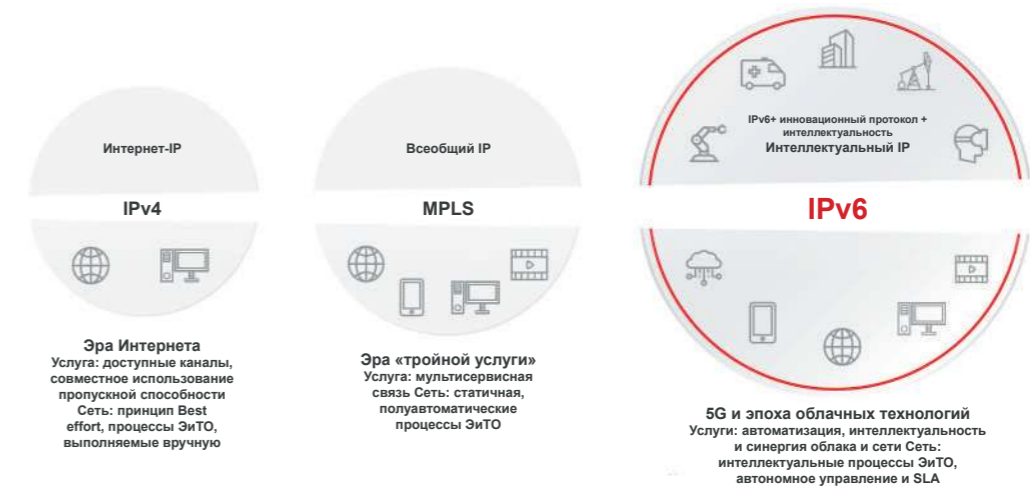
- **HCS будет способствовать развитию систем автономного вождения.** HCS преимущественно поддерживает сценарии V2X и беспилотных транспортных средств, в которых автономное вождение является ключевым требованием. Для таких сценариев необходимы беспроводные сотовые сети с коммуникативными возможностями и возможностями восприятия. За счет возможностей 5G UCBC позволит в 10 раз увеличить пропускную способность восходящего канала. Это идеальный вариант для производств, имеющих потребность в загрузке видео в системы машинного зрения и массовом подключении к широкополосному IoT, который ускорит их интеллектуальную модернизацию.
- **Новый режим использования частот ниже 100 ГГц позволит достичь их максимальной эффективности.** Диапазон частот — самый важный ресурс в индустрии беспроводной связи, и для реализации целевого видения отрасли 5.5G требует более широкого спектра в сегменте частот ниже 100 ГГц. Различные диапазоны имеют различные характеристики. Например, симметричный диапазон FDD характеризуется низкой задержкой, диапазон TDD — высокой полосой пропускания, а mmWave — сверхвысокой пропускной способностью и низкой задержкой. В этой связи одной из основных целей является использование всего потенциала диапазона частот. Предполагается достичь максимальной эффективности использования спектра за счет изменения режима использования частот ниже 100 ГГц посредством разделения восходящего и нисходящего каналов, а также гибкой агрегации по требованию во всех диапазонах частот.
- **Интеллектуальные технологии позволят сделать 5G-соединение «умнее».** В эпоху 5G операторы сталкиваются со значительно большим количеством диапазонов частот, а также типов терминалов, сервисов и клиентов. В связи с этим для развития автономного управления беспроводными сетями L4 и L5, 5.5G требуется внедрение интеллектуальных технологий с разных точек зрения.

4-2 IPv6+: инновация и расширение IPv6

В марте 2020 года IPv6 использовали более 1 миллиарда пользователей. IPv6 стал приоритетным направлением, особенно в связи с исчерпанием адресного пространства IPv4. Кроме того, внедрение IPv6 обусловлено рядом других факторов, в том числе тем, что он необходим для работы 5G и IoT, поскольку IPv6 используется в протоколах вертикальных сетей, а также тем, что развитие сегментной маршрутизации с SRv6 вызывает большой интерес у сообщества CSP. (Технический документ IDC, разработанный при поддержке Huawei, CSP Network Transformation: The Journey to 2025, док. № EUR147425621, февраль 2021 г.)

IPv6+ — это расширенная и обновленная версия протокола IPv6, позволяющая повысить и раскрыть потенциал IPv6 и отвечающая требованиям крупномасштабных, высоконадежных, новых сервисов и интеллектуальных IP-сетей в эпоху 5G и облачных вычислений. IPv6+ предусматривает ряд протокольных и технических инноваций, таких как сетевое программирование SRv6, сегментирование сети (FlexE), обнаружение входящего трафика (iFIT), новая многоадресная рассылка (BIERv6), а также сеть с поддержкой приложений (APN).

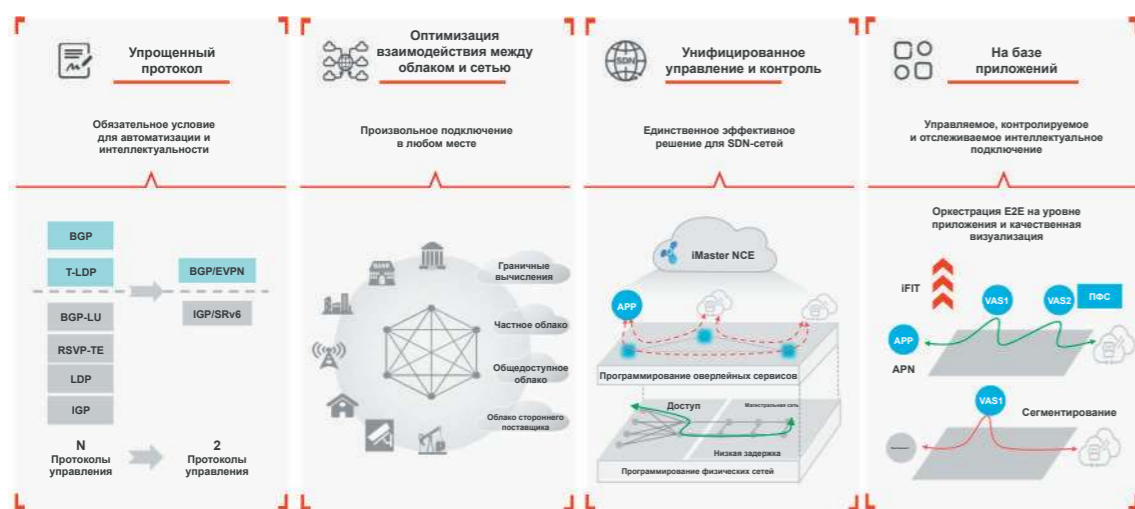
Передача данных вступает в эру интеллектуальных подключений по протоколу IPv6+



4-2-1 IPv6+ SRv6: создание всеобщей связности

Сегментная маршрутизация (SR) обеспечивает удобство определения точных путей, при этом для узлов сети поддерживается только информация о сегментной маршрутизации, что позволяет быстро и в режиме реального времени решать задачи разработки сервисов. SRv6 позволяет отвечать этим требованиям в эпоху IPv6 за счет расширения заголовков пакетов IPv6 и реализации функции, аналогичной переадресации на основе меток. В частности, SRv6 определяет некоторые адреса IPv6 как инстанцированные идентификаторы сегментов, которые могут иметь свои собственные четкие функции. Таким образом, SRv6 реализует упрощенное VPN-соединение и гибкое планирование путей за счет различных операций с идентификаторами сегментов.

IPv6+ SRv6 для создания всеобщей связности



IPv6+ SRv6 обеспечивает единую плоскость переадресации для всех сервисов, в то время как EVPN обеспечивает для них единую плоскость управления. Упрощение протокола снижает сложность сетевого моделирования и ЭИТО, тем самым облегчая процесс автоматизации сети и повышая ее интеллектуальность. Кроме того, с помощью протокола IPv6 SRv6 обеспечивает доступность сервисов, что, в свою очередь, позволяет ускорить предоставление новых сервисов. IPv6+ SRv6 обеспечивает потоковую передачу терминалов, сетей, периферийных устройств и облаков из обычных городских и магистральных сетей в кампусные центры обработки данных или облака на периферии в будущие терминалы и облака, а также обеспечивает всеобщую связность в эпоху интеллектуальных технологий, особенно в контексте синергии облака и сети.

4-2-2 IPv6+ BIERv6: оптимальное решение для многоадресной рассылки

Чтобы многоадресный трафик реплицировался по заданному дереву распределения, обычным многоадресным решениям требуется многоадресное дерево распределения для каждого потока. Это означает, что требуются дополнительные протоколы и каждый сетевой узел в топологии должен поддерживать определенный статус для каждого дерева многоадресной рассылки, что снижает возможности масштабирования, усложняет процессы ЭИТО, увеличивает потребление ресурсов и замедляет процесс оценки неисправностей.

IPv6+ BIERv6 — оптимальное базовое решение для услуг многоадресной рассылки в эпоху IPv6



Четкая репликация с индексированием по битам (BIER) — это механизм, в котором каждый приемник сигнала идентифицируется по битам. Узел входа выполняет оркестрацию приемника многоадресной рассылки, формирует битовую строку, устанавливая соответствующий бит в начальное значение, и инкапсулирует битовую строку в заголовок пакета. Затем промежуточный узел выполняет пересылку без фиксации состояния с учетом битовых строк в заголовке пакета и без необходимости использования дополнительных протоколов многоадресной рассылки. Промежуточным узлам не требуется поддерживать состояние для каждого многоадресного потока, что упрощает работу протокола и ЭИТО. Кроме того, конвергенция не зависит от

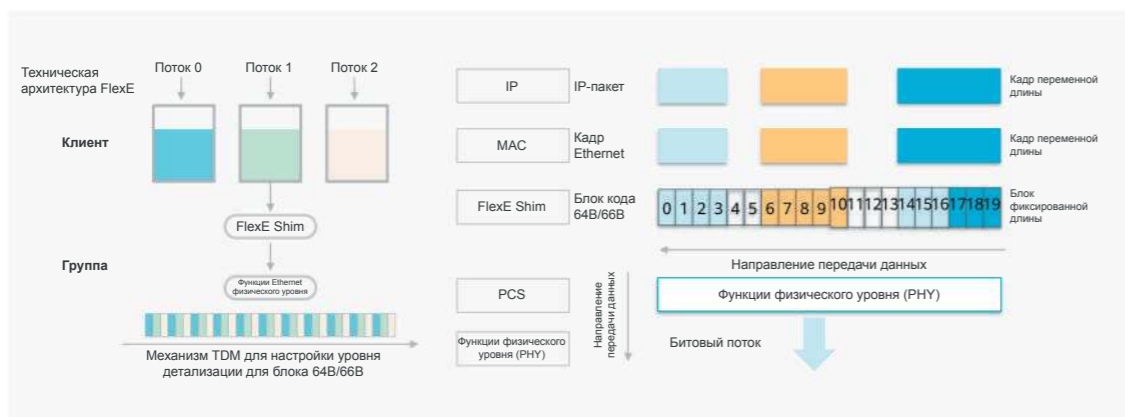
количества многоадресных потоков, что значительно повышает удобство и надежность работы пользователей.

За счет инкапсуляции IPv6 BIERv6 может обходить неподдерживаемые узлы и сторонние сети, обеспечивая возможность межрегиональной многоадресной рассылки, например удаленную трансляцию VR/AR в прямом эфире и распространение контента из стран в регионы, города или округа.

4-2-3 IPv6+ FlexE: гарантия дифференцированного подключения к облаку

Являясь ключевой технологией базовой сети, сегментирование обеспечивает гарантированную ширину полосы пропускания и изоляцию в целях безопасности, что позволяет сетям физически изолировать различные сервисы. Основной технологией сегментирования сети является FlexE.

Сочетание технологий IPv6+ FlexE для дифференцированного облачного взаимодействия



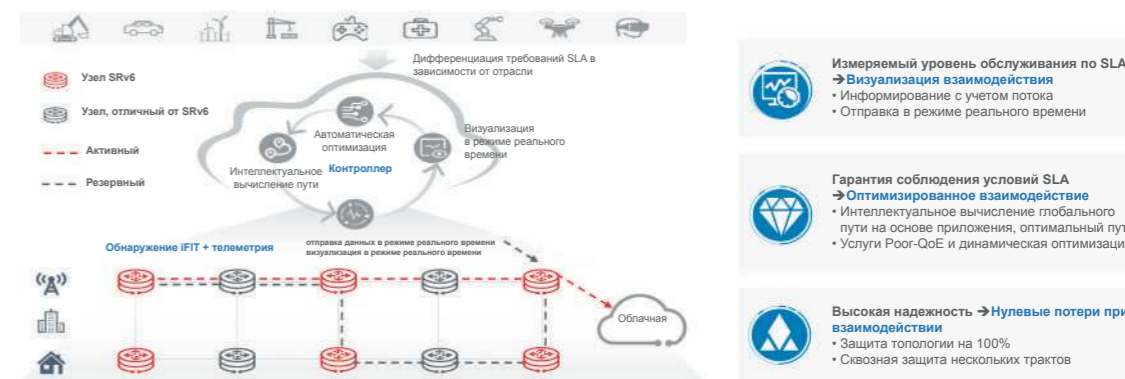
В протоколе TCP/IP пакеты данных обычно декапсулируются и затем пересылаются на уровень 2 (MAC) или 3 (IP). В отличие от обычного переключения IP пакетов FlexE вставляет дополнительный слой между уровнем 2 (MAC) и уровнем 1 (PCS и PMD) и использует TDM для пересылки пакетов.

FlexE позволяет устройствам выделять эксклюзивные или совместно используемые ресурсы для каждого сегмента сети, обеспечивая реализацию многоцелевых сетей, детерминированную переадресацию и дифференцированное облачное взаимодействие.

4-2-4 IPv6+ iFIT: визуализация качества предоставляемых услуг в рамках SLA в режиме реального времени

iFIT является одной из ключевых технологий, используемых системой телеметрии для предоставления информации по пакетам в плоскости данных. Во время измерения в сети промежуточные пробные пакеты не передаются; вместо этого выполняется перенос инструкций OAM, а затем они пересылаются вместе с пользовательскими пакетами для завершения измерения.

Использование IPv6+ iFIT для визуализации качества предоставляемых услуг в рамках SLA в режиме реального времени



С помощью iFIT в пользовательские пакеты IPv6 встраиваются инструкции OAM и временные метки для реализации сегментного и сквозного обнаружения потерь и задержек при передаче пакетов, а также для поддержки будущих детерминированных сетей. Данные о работе облачных сервисов могут быть обработаны в режиме реального времени, что позволяет достичь измеримого и гарантированного уровня обслуживания (SLA), оптимального взаимодействия и высокой надежности сети.

4-2-5 APN6

Сеть IPv6 с поддержкой приложений (APN6) использует программируемое пространство пакетов IPv6 или SRv6 для передачи информации о приложениях (идентификаторы приложений и требования к производительности сети) в сеть, которая получает информацию о приложениях и их требованиях в собственном режиме, обеспечивая тем самым соответствие SLA.

APN6 позволяет использовать дифференцированные каналы облачных приложений для оптимизации работы облачных сетевых сервисов.

IPv6+ APN6 позволяет оптимизировать работу дифференцированных приложений.



4-2-6 Интеллектуальные возможности IPv6+: поддержка автономной сети управления

С помощью ряда технологий и протоколов IPv6+ решение реализует автоматическое развертывание сервисов и поиск неисправностей, повышая тем самым эффективность ЭИТО. Как показано на следующем рисунке, задействованы четыре механизма: механизм разработки намерений (от намерения к проектированию), механизм выполнения (от проектирования к команде), механизм анализа (от данных к анализу) и механизм интеллекта (от анализа к принятию решений).

Интеллектуальные возможности IPv6+ для обеспечения автономного управления сетью



4-2-7 Облачная сеть IPv6+: протокол адаптивного управления облачной сетью

С помощью ряда технологий и протоколов IPv6+ данное решение поддерживает и ускоряет конвергенцию облака и сети, обеспечивая быструю миграцию сервисов в облако, выбор нескольких облаков по требованию и предоставление дифференцированного доступа к облаку. Кроме того, это решение обеспечивает детерминированный опыт работы в облачной среде, быстрый интеллектуальный поиск и устранение неисправностей, а также многоцелевую сеть на основе сегментов.

IPv6+ как набор адаптивных интеллектуальных протоколов в эпоху облачных сетей



4-3 IPv6+: инновация и расширение IPv6

Не вызывает сомнений, что развитие интеллектуальных телекоммуникационных сетей неизбежно. В ближайшие пять лет объемы интеллектуальных приложений в телекоммуникационной отрасли увеличатся до десятков миллиардов долларов США, охватывая различные сценарии обслуживания, включая сетевые процессы ЭИТО, управление эксплуатацией сети, управление взаимодействием с клиентами, обслуживание клиентов и маркетинг, а также CRM-системы. Интеллектуальные приложения позволяют операторам ускорить цифровую трансформацию и повысить эффективность ЭИТО, снизить энергопотребление и обеспечить более высокое качество обслуживания клиентов. Однако масштабирование интеллектуальных приложений для телекоммуникаций представляет собой сложную задачу, так как оно предполагает широкое реплицирование интеллектуальных приложений для крупномасштабного коммерческого использования, преобразование интеллектуальных возможностей из гипотез в прикладные

коммерческие концепции, а также обеспечение высокой надежности и безопасности интеллектуальных приложений. Для решения этих задач инновационные разработки в области интеллектуальных телекоммуникаций должны быть адаптированы к потребностям телекоммуникационной отрасли и идти в ногу с последними достижениями в области интеллектуальных технологий. В дальнейшем целевая сеть будет развиваться в соответствии с новыми тенденциями интеллектуализации.

Автоматическое развитие интеллектуальных приложений в области телекоммуникаций посредством экономичного, эффективного и непрерывного онлайн-обучения и итерации моделей

Целевая сеть будущего — это интеллектуальная автономная сеть, способная к автоматизации, самовосстановлению и самооптимизации, что означает возможность автоматической итеративной разработки приложений. На практике состояние сети (например, объем и пропускная способность трафика) меняется с течением времени, и интеллектуальные модели не всегда могут учитывать характеристики сети. Следовательно, производительность интеллектуальных приложений может ухудшаться, что ставит под угрозу основы интеллектуальных систем связи. В этой связи ключевым элементом интеллектуальной целевой сети является инновационная сетевая архитектура и автономный механизм взаимодействия, поскольку они позволяют упростить процессы мониторинга воздействия, онлайн-обучения и автоматической итеративной разработки интеллектуальных приложений.

С учетом реализуемой экономии и эффективности вычислительных ресурсов централизованная телекоммуникационная интеллектуальная платформа является предпочтительным выбором многих операторов для разработки экономичного и эффективного механизма взаимодействия. В дополнение к сервисам передачи данных и моделям обучения централизованная интеллектуальная платформа осуществляет мониторинг производительности интеллектуальных моделей приложений по всей сети в режиме реального времени. При обнаружении снижения производительности интеллектуального приложения

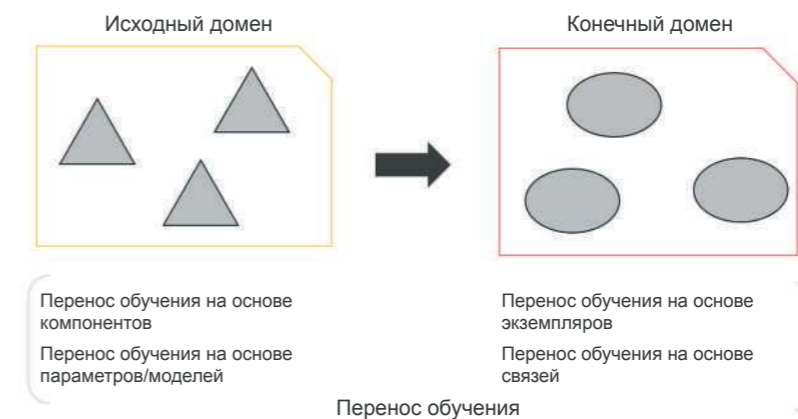
платформа начинает обучение новой модели и автоматически обновляет модель приложения, поддерживая его высокую производительность.



Механизм автономного взаимодействия позволяет реализовать различные функции за счет взаимодействия между централизованной интеллектуальной платформой и интеллектуальными приложениями. Такие функции включают загрузку образца данных в облако, управление состоянием модели, переобучение модели, а также доставку, отбор и обновление модели, что расширяет возможности онлайн-обучения и итерации моделей, а также позволяет автоматически совершенствовать интеллектуальные приложения. Интеллектуальная целевая сеть совершенствуется итеративно с применением интеллектуальных методов.

Ускорение перехода от гипотез об интеллектуальности к интеллектуальному бизнесу с помощью интеллектуальных возможностей проектирования, основанных на трансферном обучении и учебных материалах.

Интеллектуальные функции эффективны при применении во многих верификационных проектах, тем не менее, предстоит еще долгий путь от экспериментальных проектов до инженерных приложений. Для перехода к инженерным приложениям требуется быстрая разработка и обучение модели, а также быстрая репликация интеллектуального приложения с учетом особенностей конкретного сценария. В телекоммуникационном секторе интеллектуальные приложения, разработанные специально для сети, невозможно реплицировать и применять напрямую в других сетях из-за различий в характеристиках данных. В большинстве случаев модели необходимо обучать и заново осваивать при их применении на различных объектах. Учитывая, что создание моделей с нуля — дорогостоящий процесс, необходимо наращивать интеллектуальные возможности проектирования путем трансферного обучения, учебных материалов, шаблонов моделей и служб генерирования моделей, где новые знания или новые модели быстро реализуются за счет приобретенных знаний.



По сути, трансферное обучение заключается в том, чтобы найти сходство между приобретенными знаниями (исходная область) и новыми знаниями (целевая область) и повторно применить это сходство для разработки новых знаний. Знания передаются из исходной области в целевую. Например, навыки, полученные в процессе обучения игре в шахматы, могут быть использованы при обучении для выступления на международных шахматных турнирах. Навыки, используемые для изучения английского языка, могут быть использованы для изучения французского языка. Передача знаний может быть реализована на основе примеров, характеристик, моделей или отношений. Трансферное обучение можно разделить на обучение на основе примеров, обучение на основе функций, обучение на основе моделей и обучение на основе отношений. Трансферное обучение с использованием конкретных примеров завершается присвоением веса указанным образцам в исходной области. Трансферное обучение с использованием конкретных функций осуществляется путем сопоставления исходной и целевой областей в одном и том же пространстве и сведения к минимуму различий между ними. Трансферное обучение на основе моделей объединяет модели и образцы исходной и целевой областей для корректировки параметров модели. Трансферное обучение на основе отношений изучает взаимосвязи между концепциями в исходной области и сравнивает их с концепциями в целевой области.

Кроме того, учебные материалы, шаблоны моделей и службы генерирования моделей играют решающую роль в реализации инженерных решений в области интеллектуальных телекоммуникационных технологий. Учебные материалы помогают быстро и централизованно создавать интеллектуальные модели путем накопления данных, моделей и опыта моделирования, а также обмена ими. Пользователи могут гибко настраивать модели, используя предварительно подготовленные модели, а глубокая интеграция алгоритмов и экспертного опыта облегчает моделирование в сложных сценариях. Основываясь на заранее заданных результатах, знаниях и алгоритмах в сценариях интеллектуальных телекоммуникаций, шаблоны моделей и производственные сервисы помогают сократить рабочие нагрузки в области моделирования данных, выбора алгоритмов и ввода в эксплуатацию,

что значительно повышает эффективность разработки интеллектуальных приложений.

В интеллектуальных целевых сетях будущего возможности интеллектуального проектирования, такие как трансферное обучение, учебные материалы и шаблоны данных, могут способствовать обучению интеллектуальных сетевых функций модели данных, обеспечивая экономию времени на разработку и обучение моделей и репликацию интеллектуальных приложений в других сетях, тем самым способствуя их крупномасштабному коммерческому внедрению.

От машинного обучения на основе больших данных к символической, основанной на машинном обучении, интерпретируемой интеллектуальности.

Для планирования, создания, обслуживания и оптимизации телекоммуникационных сетей требуются профессиональные знания и экспертный опыт. В целевых сетях будущего интеллектуальные возможности сети — это не просто компьютерное обучение, основанное на больших данных. Помимо этого, сеть должна быть способна идентифицировать, изучать, искать и обрабатывать знания, преобразованные из экспертного опыта. Следовательно, интеллектуальные возможности телекоммуникационных сетей необходимо модернизировать, переходя от машинного обучения с использованием больших данных к интеллектуальным возможностям, основанным на системах символов и машинном обучении. Между тем, для постоянного повышения уровня безопасности и надежности интеллектуальных методов, они должны быть объяснимыми.

Внедрение интеллектуальных методов, сочетающих системы символов и машинное обучение, означает, что телекоммуникационной отрасли необходимо освоить множество новых интеллектуальных технологий, таких, как графы знаний. Граф знаний является по сути семантической сетью, которая представляет собой основанную на графах структуру данных, состоящую из точек и граней. В графе знаний каждый узел указывает на сущность в реальном мире, в то время как каждая грань указывает на связь между сущностями. Граф знаний —

это наиболее эффективный способ выражения отношений. Другими словами, граф знаний — это реляционная сеть, объединяющая все виды информации. Граф знаний дает возможность анализировать проблемы с реляционной точки зрения и превращает человеческие знания в машинно-распознаваемый язык.

Профессиональные знания и экспертный опыт в области телекоммуникаций делятся на два типа. Первый тип — это различные составные части, включая документацию на продукты, библиотеки примеров, руководства по ЭИТО, а также веб-сайты с объяснениями терминов. Другой тип — это экспертный опыт, который находит свое отражение в определении неисправностей продукта и схем признаков, установлении правил умозаключений, анализе и локализации неисправностей, а также в обмене опытом локализации неисправностей. Граф знаний обрабатывает опыт и знания посредством моделирования и извлечения знаний с целью создания базы знаний для телекоммуникационной сферы. Знания могут быть идентифицированы, найдены и обработаны машинами, а также широко использованы в различных сценариях интеллектуальных телекоммуникационных сетей, таких как поиск и оценка знаний и помощь в локализации неисправностей.

Концепция



Планирование инфраструктуры — один из основных приоритетов в отношении ускорения цифровой трансформации. Планирование и эволюция сетей операторов является долгосрочным процессом, а инновационные ИКТ-технологии, основанные на использовании 5G, F5G, облачных вычислений и интеллектуальных возможностей, послужат движущей силой преобразования будущей информационной инфраструктуры. Huawei будет продолжать внедрять инновации, повышать свою конкурентоспособность и помогать операторам строить новую инфраструктуру, чтобы продвигать мировую коммуникационную индустрию.

Huawei убеждена, что помимо изучения новых бизнес-моделей и типов услуг, нам необходимо сконцентрироваться на планировании и построении стабильной, надежной, гибкой и эффективной сетевой инфраструктуры. Только прочная и надежная инфраструктура может способствовать успешной реализации нашей концепции. В этой связи для создания ориентированной на будущее целевой сети и достижения успеха в бизнесе крайне необходимы совместные усилия в различных отраслях промышленности. Huawei будет сотрудничать с операторами и отраслевыми партнерами для реализации этой многообещающей концепции бизнеса к 2025 году.

© Huawei Technologies Co., Ltd. 2021 г. Все права защищены.

Запрещается воспроизводить или передавать любые фрагменты данного документа в любой форме и любым способом без предварительного письменного согласия компании Huawei Technologies Co., Ltd.

Уведомление о товарном знаке

 HUAWEI и  являются товарными знаками или зарегистрированными товарными знаками компании Huawei Technologies Co., Ltd.

Прочие упомянутые в документе товарные знаки, названия продуктов, услуг и компаний являются собственностью их соответствующих владельцев.

Общее заявление об отказе от ответственности

Данный документ может содержать заявления прогнозного характера, включая, среди прочего, заявления относительно будущих финансовых результатов и хозяйственных показателей, будущих продуктов, новых технологий и т. д. Существует ряд факторов, которые могут привести к существенному расхождению фактических результатов и разработок с предполагаемыми или подразумеваемыми результатами и разработками, упомянутыми в прогнозных заявлениях. Поэтому подобная информация предоставляется только в справочных целях, не является офертой и не предполагает выражения согласия. Huawei имеет право изменить информацию в любое время без предварительного уведомления.

HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.

Промышленная зона Huawei

Баньтянь, Лунган Шэньчжэнь,
518129, КНР
Тел. +86 755 28780808

www.huawei.com