

2017

[Отрасль и технологии  
мобильных  
периферийных  
вычислений.

Официальный  
технический документ]

Цель Рынок Технологии Отрасль  
Бизнес Экосистема

[С ростом популярности видео в формате HD и появлением таких современных приложений, как виртуальная и дополненная реальность, беспилотное вождение, перед операторами телекоммуникационных сетей встают новые серьезные задачи — организация вычислений в реальном времени, доведение задержки до сверхнизкого уровня и обеспечение сверхвысокой пропускной способности. Чтобы конечные пользователи получали отличные впечатления при использовании новых сервисов, необходимо активно развивать концепцию периферийных вычислений, направив усилия на создание здоровой экосистемы.]



# Содержание

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1 Цель</b>  | <b>3</b>  |
| <b>2 Рынок</b>   | <b>5</b>  |
| 2.1 Предпосылки развития и требования рынка                                    | 5         |
| 2.2 Популярные сценарии применения и перспективы на будущее                    | 7         |
| 2.3 Тенденции развития отрасли   | 11        |
| <b>3 Технологии</b>  | <b>13</b> |
| 3.1 Функции и особенности MEC  | 13        |
| 3.1.1 Точная тарификация   | 13        |
| 3.1.2 LBO для уменьшения задержки  | 13        |
| 3.1.3 Открытость и сотрудничество  | 13        |
| 3.1.4 Постепенное развитие   | 13        |
| 3.2 Открытые функционалы плоскости данных                                      | 14        |
| 3.2.1 LBO: перемещение источника контента ближе к конечным пользователям       | 14        |
| 3.2.2 Интеграция сторонних приложений: расширение применяемых бизнес-моделей   | 15        |
| 3.2.3 Точность тарификации и контроля  | 15        |
| 3.2.4 Мобильность: беспрепятственное переключение сервисных потоков            | 15        |
| 3.2.5 Безопасность: изоляция локальной сети                                    | 16        |
| 3.3 Открытые функционалы управляющей плоскости                                 | 17        |
| 3.4 Техническая архитектура  | 17        |
| 3.5 Внедрение технологий   | 19        |
| <b>4 Отрасль</b>   | <b>20</b> |
| 4.1 Отраслевая цепочка   | 20        |
| 4.2 Влияние стратегии «Big Connection» оператора China Mobile на MEC           | 22        |
| 4.3 Сотрудничество и взаимодействие между партнерами по отраслевой цепочке     | 23        |
| <b>5 Бизнес</b>  | <b>25</b> |
| 5.1 Анализ бизнес-модели MEC   | 25        |
| 5.2 Система эксплуатации MEC   | 26        |
| 5.3 Пример использования   | 28        |
| 5.3.1 Анализ бизнес-модели видеотрансляции матчей НБА в виртуальной реальности | 28        |
| 5.3.2 Анализ бизнес-модели видеотрансляций Формулы-1 на трассе Сильверстоун    | 28        |
| 5.3.3 Корпоративный кампус: видеонаблюдение в портах                           | 29        |
| <b>6 Экосистема</b>  | <b>32</b> |
| 6.1 Строительство экосистемы   | 32        |
| 6.2 Перспективы развития отрасли   | 32        |
| 6.3 Инициатива отраслевого развития  | 33        |

# 1

## Цель

После перехода на цифру телекоммуникационную отрасль затронула еще одна важная трансформация — эволюция от LTE к 5G. Трансформация стала результатом развития новых технологий, которые сняли все ограничения в отношении подключений, пропускной способности и архитектуры сети. Кроме того, к мощным изменениям в цифровой трансформации всей отрасли привели достижения в области искусственного интеллекта, виртуальной и дополненной реальности (VR/AR), благодаря которым появились многомерные модели представления информации и приложения с эффектом полного присутствия, визуализация xD, уникальные приложения интернета вещей (интеллектуальное вождение), распознавание изображений и видео. Ряд серьезных задач необходимо решить в отношении существующей модели облачных вычислений. Эти задачи обусловлены повышением спроса на вычисления в режиме реального времени и требований к возможностям обработки данных — в инфраструктурах должны применяться новейшие системы хранения, задержку необходимо снизить до крайне низкого значения, а пропускная способность должна быть на уровне гигабит и выше.

Новые методы распределенных вычислений (периферийные или туманные вычисления) способны решить некоторые проблемы, с которыми не способна справиться централизованная модель облачных вычислений. Облачная сервисная среда, построенная на стороне RAN, отделяет определенные сетевые сервисы и функции от базовой сети, тем самым сокращая затраты, уменьшая время отклика и задержку приема-передачи (RTT), оптимизируя трафик, уменьшая время загрузки и повышая безопасность на физическом уровне и эффективность работы кэш-памяти. Таким образом, конечные пользователи получают отличные впечатления от сервисов, расширяется спектр доступных приложений, отличающихся высокой безопасностью и надежностью.



Создание повсеместно доступных периферийных сетей поможет раскрыть безграничный потенциал сетевых возможностей. Благодаря мобильным периферийным вычислениям (Mobile Edge Computing; MEC) мобильные сети принесут нам ряд новых впечатляющих развлечений и удобств работы в офисе. Среди них просмотр HD-видео в мобильной сети доставки контента (Mobile Content Delivery Network; MCDN), мобильные игры и продвижение продуктов и услуг на основе геолокационных данных (Location-based Service; LBS) с применением приложений AR/VR, безопасный и надежный корпоративный мобильный офис на базе методов локального «приземления» трафика (LBO), умный стадион с сетью MCDN и открытые платформы, вспомогательная транспортная система, интегрированная с интернетом транспортных средств (IoV). Невероятно, как новые технологии меняют к лучшему нашу жизнь!

# 2 Рынок

## 2.1 Предпосылки развития и требования рынка

Постепенно развиваясь, мобильные сети второго поколения перешли на технологии четвертого поколения, которые сократили число этапов обработки услуг и упростили иерархию сетевой архитектуры. Однако используемая сейчас архитектура сети не способна полностью удовлетворить требования, предъявляемые к работе ряда современных сервисов — это низкая задержка и высокая пропускная способность. Популярны ныне приложения виртуальной реальности и просмотра видео в формате HD крайне чувствительны к сетевой задержке. Технологии пятого поколения (5G) гарантируют стабильный уровень сквозной задержки не более 1 мс, что подходит работы для приложений IoV, контроля промышленных объектов и других подобных служб.

Будущее за концепцией «Интернет всего». Согласно прогнозу Института аудиовизуальной и телекоммуникационной промышленности Европы (IDATE), в 2020 году число глобальных подключений увеличится до 80 миллиардов. Это мощный скачок на фоне 15 миллиардов подключений, зафиксированных в 2012 году. Подключение устройств к IoT рождает спрос на различные приложения и реализацию сценариев взаимодействия устройств. В свою очередь, прогрессивный рост объема трафика, числа подключений и приложений становится движущей силой революционного развития сети.



### Прогноз количества подключений IoT (2020)

За последние пять лет объем глобального трафика мобильной передачи данных увеличился в 18 раз, и в будущем эта цифра будет неуклонно расти. Интеллектуальные терминалы, IoT-терминалы, сервисы и приложения с эффектом полного погружения и HD-видео будут генерировать больше трафика данных.

К 2021 году:

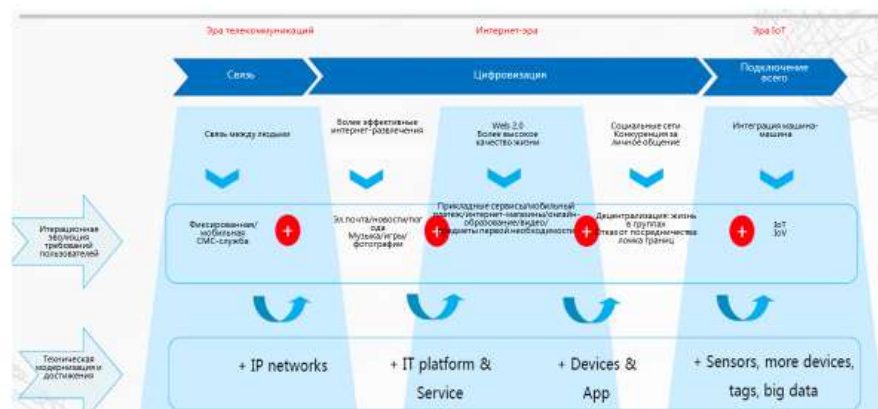
- Ежемесячный глобальный трафик мобильной передачи данных достигнет 49 ЭБ, а годовой трафик превысит цифру в 0,5 ЗБ (ЗБ = 1000 ЭБ).
- Мобильный трафик данных составит 20% от IP-трафика.
- На одного человека в среднем будет приходиться 1,5 подключенных мобильных устройства.
- Средняя в мире скорость мобильной связи превысит 20 Мбит/с.
- Общее количество смартфонов (включая телефоны с большим экраном) превысит 50% от числа всех устройств и подключений в мире.
- Генерируемый смартфонами трафик превысит 86% от общего трафика мобильной передачи данных.
- На трафик 4G придется более трех четвертей всего объема трафика мобильной связи.
- 5G-подключения займут 0,2% от всех подключений (25 миллионов), но генерировать они будут 1,5% от общего трафика.
- На долю видео будет приходиться 78% мирового трафика мобильной передачи данных.

Мощный рост трафика приведет к огромной нагрузке на сеть. Чтобы адаптироваться к такой нагрузке, необходимы кардинальные изменения сети пятого поколения. Высокий спрос на подключения, потребность в сверхнизкой задержке и высочайшей пропускной способности потребуют реконструкции архитектуры сети 5G.



### Ключевые показатели сети 5G

Важным фактором трансформации всей отрасли являются возросшие требования к пользовательскому опыту. Просто хорошей связи и различных удобств, упрощающих нашу жизнь, уже недостаточно. Пользователи ждут больше первоклассных впечатлений и ощущений. В будущем основными требованиями пользователей телекоммуникационных сетей станут постоянное онлайн-присутствие и обмен в режиме реального времени, опыт с эффектом полного погружения и персонализированные сервисы.



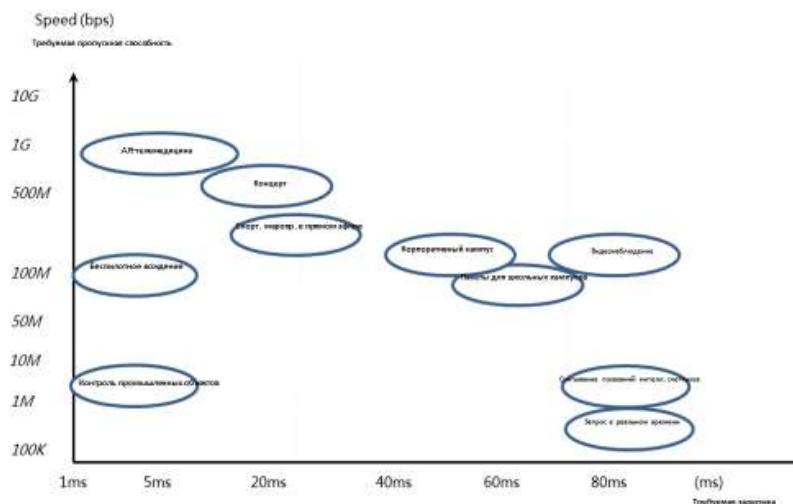
С ростом популярности в последние годы технологий облачных вычислений постепенно начала воплощаться идея периферийных вычислений. Новый подход позволяет решать проблемы в сценариях, где требуются низкая задержка, возможность анализа и обработки данных на локальном уровне, высокая пропускная способность и экономия затрат. В 2013 году был создан отраслевой альянс МЕС. В 2014 году Европейский институт телекоммуникационных стандартов (ETSI) официально предложил проект стандарта МЕС и опубликовал технический официальный документ МЕС с конкретными сценариями применения. Позже организация 3GPP предложила принять идею периферийных вычислений в качестве важного направления развития архитектуры будущей сети 5G.

Через несколько лет прогресса в отрасли пришли к единодушному мнению: МЕС будет использован как общий подход к созданию периферийных облаков в сети 5G. Отраслевая цепочка также ускорила продвижение МЕС, что привело к быстрому развитию этой технологии в 2015–2016 годах и ее применению операторами в многочисленных проектах. За это время значительно улучшен опыт использования онлайн-услуг.

## 2.2 Популярные сценарии применения и перспективы на будущее

В настоящее время операторы приступили к планированию и реализации ряда сценариев МЕС. В соответствии с текущими направлениями развития отрасли, экосистемы и приложений ожидается поэтапная реализация в четырех сценариях в краткосрочной, среднесрочной и долгосрочной перспективе. В

ближайших планах — внедрение локальных сервисов, генерирующих большой объем трафика, и кампусных услуг, в том числе для создания среды умного производства на промышленных предприятиях. В среднесрочной перспективе ожидается работа с отраслевыми приложениями, применяющими технологии дополненной реальности. На отсроченном этапе акцент будет сделан на IoV, в частности сервисах беспилотного вождения.



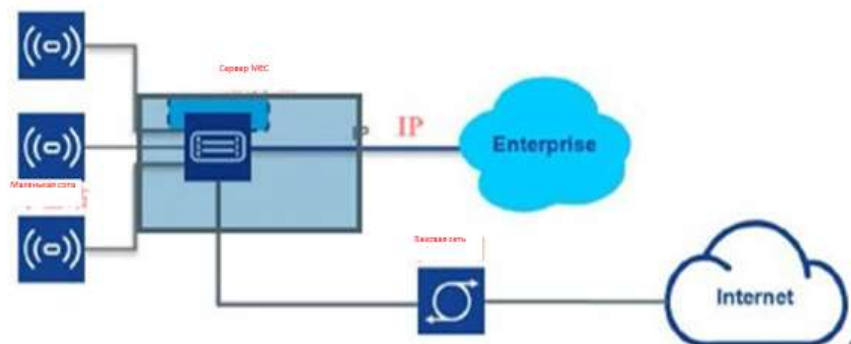
1. В краткосрочной перспективе: локальные сервисы, генерирующие большой объем трафика, и кампусные услуги.

Сценарий 1. С помощью концепции MEC в корпоративных кампусах, студенческих городках и других сценариях, для которых характерны локально предоставляемые услуги с интенсивным трафиком, а также для чувствительных к задержке приложений контроля промышленных объектов можно организовать виртуальную сеть LTE LAN с низкой задержкой и высокой пропускной способностью.

С точки зрения требований к обслуживанию корпоративных кампусов, MEC позволяет реализовать надежную, но недорогую сеть LTE. Сеть, которая покрывает весь кампус высокоскоростной безопасной связью, рентабельна, проста в использовании, ее легко расширять. На ее основе можно формировать универсальные коммуникационные решения для мобильного офиса, умного производства, Интернета вещей, а также аварийно-диспетчерских служб. Также здесь возможна реализация визуализированных решений, с помощью которых клиенты смогут самостоятельно, на индивидуальной основе внедрять информационные технологии.

В студенческих городках и школьных кампусах посредством MEC пользователи 4G смогут напрямую подключаться к локальной сети, не занимая магистральные каналы передачи услуг с большим трафиком (например, видео). В области продаж товаров и услуг MEC позволит анализировать локальные данные пользователей 4G, которые будут использоваться для составления портрета пользователя в методе прицельного маркетинга.

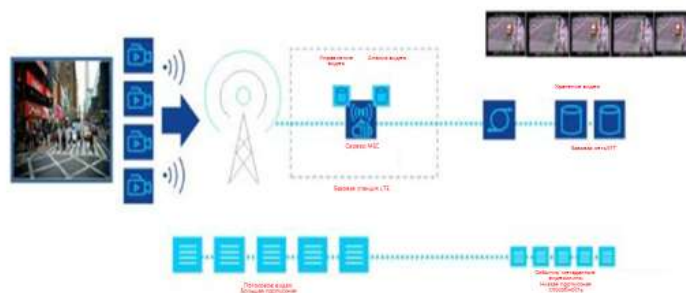




Сценарий 2. Видеонаблюдение в автошколах и других подобных сценариях, в которых услуги с интенсивным трафиком предоставляются на локальном уровне. Использование MEC для локального распределения трафика позволит избежать возникновения больших задержек и снижения качества связи, и не допустить непроизводительного расхода ресурсов магистральных каналов на передачу большого трафика таких услуг по обходным маршрутам.

Несмотря на большую полосу пропускания, которую обычно занимает трафик систем видеонаблюдения, такие явления, как зависание кадров и плохое качество видеоизображений, происходят довольно часто. Объем передаваемых данных можно рационально уменьшить путем развертывания сервера MEC на стороне RAN, который будет заниматься анализом и обработкой видеоконтента, передавая только те видеофрагменты, где происходят какие-либо инциденты или нарушения. На сервере MEC может храниться большой объем незначительной с точки зрения целей видеонаблюдения информации.

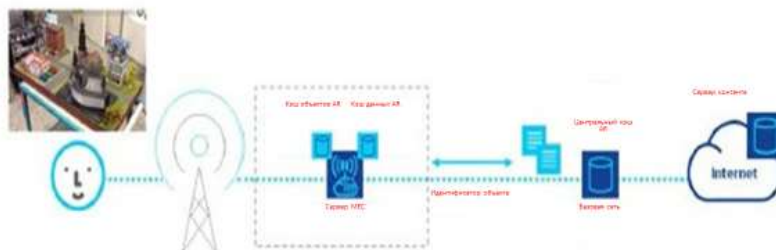
В настоящее время все видеопотоки загружаются на сервер или обрабатываются локально в камерах. Оба способа затратные и не очень продуктивные. С технологией MEC локальная обработка или анализ видео на камерах не понадобится. Это снизит затраты (особенно в условиях большого количества камер). В этом подходе сервер MEC сосредотачивает видеоанализ в определенной локации (вблизи базовой станции мобильной связи). Следовательно, когда клиенту нужен только небольшой фрагмент видео, нет необходимости отправлять на сервер приложений большое количество видеофайлов (которые будут проходить через базовую мобильную сеть). Например, если технология MEC используется в распознавании номерных знаков с помощью камер видеонаблюдения (в сценариях дорожной безопасности), эта информация собирается и выгружается в облачную систему мониторинга.



2. В среднесрочной перспективе: применение дополненной реальности в медицинской сфере требует обработки AR-информации (например, данных о местоположении пользователя и поле зрения камеры) на локальном уровне для минимизации задержки и повышения точности обработки данных в таких приложениях.

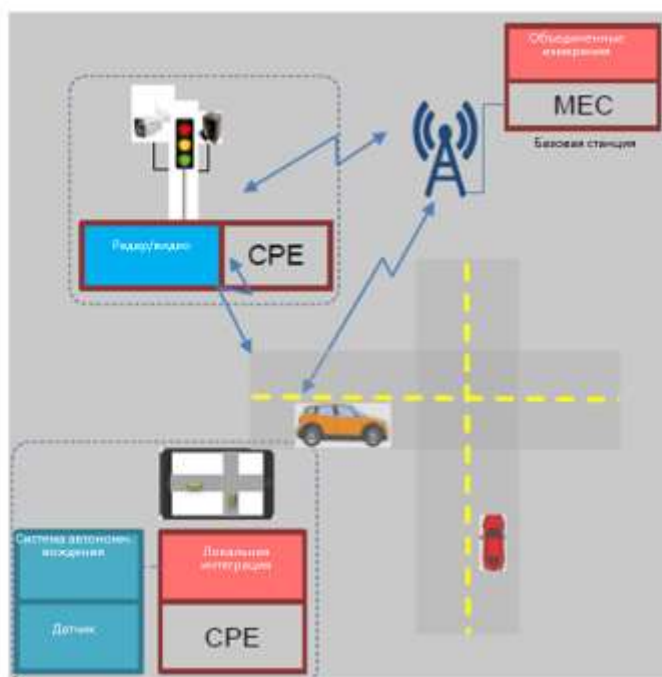
Врачи могут пошагово проводить операцию, опираясь на точные изображения и инструкции, которые выводятся в медицинских AR-приложениях. Служба скорой помощи, направляя выездных фельдшеров к пациентам, повысит качество и своевременность оказания первой помощи с помощью AR-видеошлемов.

Дополненная реальность расширит спектр ощущений в самых разных сценариях (при посещении музеев, художественных галерей, городских мемориальных комплексов, спортивных арен и концертов). Для всестороннего анализа получаемой с камер видеоинформации и данных о точном положении камер потребуются соответствующее приложение. В режиме реального времени определяется конкретное местонахождение и позиция тела пользователя (для этого применяются технология позиционирования или отслеживания угла обзора камеры или обе технологии), в результате пользователь получает обновленную информацию. С перемещением или сменой положения тела пользователя данная информация должна своевременно обновляться.



3. В долгосрочной перспективе: производительность, достаточную для интеллектуального управления в реальном времени, нельзя гарантировать в условиях слишком большого расстояния между узлом сетевой обработки и подключенным транспортным средством. Поэтому ожидается, что MEC станет ключевой технологией интеллектуального движения транспорта.

Риски во время движения автомобиля значительно возрастают на высокой скорости, поэтому должны быть предусмотрены экстренные меры в аварийных ситуациях. Многие автопромы предлагают оснащать транспортные средства специальной функцией, с помощью которой владельцу авто в условии аварии нужно просто нажать определенную кнопку, после чего базовая система передаст команды по сбору данных о транспортном средстве и вычислениям в режиме реального времени. Таким образом, этот автомобиль будет автоматически направлен в сервисный пункт производителя, гарантируя безопасность его владельцу. Чтобы все это реализовать, необходимо сократить задержку до менее чем 10 мс. Однако задержка в сетях 3G и 4G составляет десятки секунд. Данное требование способны обеспечить сети 5G и технологии MEC.



## 2.3 Тенденции развития отрасли

Являясь одной из перспективных технологий для сетей пятого поколения, MEC открывает новый путь развития всей телекоммуникационной сети в направлении 5G. Периферийные вычисления становятся ключевым элементом развития мобильной широкополосной сети. Концепция MEC также признана главной движущей силой развития ключевых архитектурных технологий в Интернете вещей и сценариях поддержки критически важных приложений.

Несомненно, MEC ускорит развитие сетей 5G, но и в сетевой среде LTE есть все шансы на успех. Технология расширяет круг партнеров по цепочке создания

стоимости (включая разработчиков приложений, поставщиков контента, OTT-провайдеров, изготовителей сетевых устройств и операторов мобильной связи). Каждый из партнеров может сыграть ключевую роль в той или иной области и получить доход от новых перспективных источников — доставка контента, AR-приложения, кэширование DNS, оптимизация, подключение и видео.

Согласно исследовательскому отчету *Mobile Edge Computing (MEC): Market Assessment and Forecasts 2016-2021*, предоставленному аналитическим агентством Research and Markets, рынок MEC коснется множества областей, включая серверы, сетевые устройства, платформы, программное обеспечение и услуги, и по прогнозу к 2021 году достигнет 80 млрд долларов США. Ожидается, что с 2020 года отрасль MEC будет расти в геометрической прогрессии, охватывая все больше областей — приложения, обеспечение безопасности, серверы, базы данных, аналитика, AR, LBS, IoT и устройства.

Мобильные периферийные вычисления не ограничиваются одним рынком. Данное направление создаст влиятельную экосистему, включающую 10 вертикальных рынков. Это контент и приложения для мобильного облака, анализ больших данных и мобильного облака, решение безопасности мобильного облака, решение мобильного микроцентра обработки данных, мобильное приложение дополненной реальности и мобильный сервис LBS, решение для баз данных в мобильном облаке, решение для мобильных облачных серверов, мобильная инфраструктура и устройства, подключения к IoT. Фокус на периферийных вычислениях сделает возможности безграничными.

# 3 Технологии

## 3.1 Функции и особенности МЕС

### 3.1.1 Точная тарификация

Возможность передачи информации о тарификации услуг LBO (локальное приземление трафика) в базовую сеть гарантирует точность начисления оплаты в зависимости от типа услуги или трафика в соответствии с тарифами, принятыми в операторской сети.

### 3.1.2 LBO для уменьшения задержки

МЕС поддерживает функцию LBO, которая играет важную роль в обеспечении сверхнизкой задержки. Если услуги широкополосного мобильного доступа предоставляются в определенной локации, функциональный модуль UPF в развернутой на периферии инфраструктуре МЕС направляет локальный трафик услуг на локальные серверы приложений. Задержка уменьшается за счет того, что не требуется обмен трафиком между периферией и базовой сетью.

Пример. Если сеть доставки контента (CDN) и МЕС развернуты на одном локальном объекте, запросы к серверам CDN и ответы от них будут генерироваться и обрабатываться на локальном уровне, то есть передавать данные в магистральную сеть более высокого уровня не требуется. Это существенно уменьшает задержку.

### 3.1.3 Открытость и сотрудничество

Функционалы МЕС, базирующиеся на телекоммуникационном облаке, доступны через интерфейсы. На платформе МЕС возможна интеграция сторонних приложений, которая поможет операторам переместить контент ближе к пользователям и выйти на вертикальные рынки, расширяя спектр применения 5G.

Примеры таких сторонних приложений: IoV, AR, передача записей видеонаблюдения, IPTV поверх WTTx и контроль UAV.

### 3.1.4 Постепенное развитие

В настоящее время шлюзы базовой сети развернуты на верхнем уровне региональных магистральных сетей. Чтобы упростить эксплуатацию и техобслуживание, сократить маршрут передачи и улучшить пользовательский

опыт, организация 3GPP определила стандарт на разделение управляющей и пользовательской плоскостей (CUPS) шлюза.

В архитектуре CUPS шлюза MEC входит в состав плоскости пользователя. Платформа разворачивается на границе сети, в сети радиодоступа. Совершенно очевидно, что MEC с присущей этой концепции уникальными ценностями способствует постепенному переходу базовой сети на архитектуру CUPS.

## 3.2 Открытые функционалы плоскости данных

### 3.2.1 LBO: перемещение источника контента ближе к конечным пользователям

Развернутая на границе сети платформа MEC поддерживает распределение локального трафика. Ее можно использовать для мобильной сети распределения контента (mCDN), которую, в этом случае, необходимо развернуть ближе к пользователям, и для распределения локального трафика на предприятиях и стадионах. Примером использования является передача данных видеонаблюдения. При локальном развертывании MEC полученные камерами видеозаписи можно выгрузить на локальный сервер, а не в Интернет. Это сокращает маршрут передачи и гарантирует, что видео можно будет воспроизвести в режиме реального времени.



LBO применяется в местах с высокой плотностью пользователей, где часты запросы на локальные услуги, например на стадионах, в музеях и кампусах. Развернутая в таких местах платформа MEC может обрабатывать с функцией LBO локальные запросы на услуги.

### 3.2.2 Интеграция сторонних приложений: расширение применяемых бизнес-моделей

MEC может функционировать как унифицированная интеграционная платформа. На нее можно интегрировать различные сторонние приложения — CDN, AR, VR и мониторинг UAV. Эти сервисы развертываются там, где планируется предоставлять соответствующие услуги. Например, развертыванием сервисов VR на спортивных объектах или концертных площадках реализуются услуги VR-видеотрансляций захватывающих событий.



### 3.2.3 Точность тарификации и контроля

Развертывание MEC не снижает точность тарификации. Услуги LBO на платформе MEC тарифицируются в соответствии с политиками тарификации локальных услуг, информация о тарификации передается шлюзу базовой сети. Собранные данные о тарификации, шлюз передает ее в центр тарификации.

Если разрешена функция снятия информации с технических каналов связи (Lawful Interception; LI), центр LI передает команды LI в соответствии с личностью пользователя. Определив, что пользователь успешно активирован на платформе MEC, шлюз базовой сети передает MEC команду на отключение LBO. Затем MEC отправляет все сервисные потоки пользователя шлюзу базовой сети, а шлюз выполняет функцию LI и обрабатывает потоки данных.

### 3.2.4 Мобильность: беспрепятственное переключение сервисных потоков

Если в инфраструктуре MEC, развернутой для услуг LBO, пользователь переходит в зону обслуживания новой базовой станции, и при этом к одному и тому же локальному ресурсу могут получить доступ две платформы MEC, во время передачи обслуживания между MEC услуга управления локальным трафиком не затрагивается. Если функции транспортного уровня недоступны,

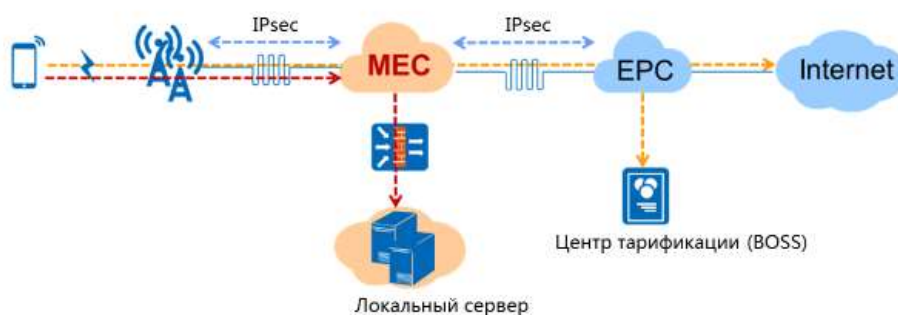
например, отключена передача видео, передача данных моментально возобновляется на сервисном уровне, и повторное подключение происходит настолько быстро, что пользователь не замечает этого.



### 3.2.5 Безопасность: изоляция локальной сети

Развертывание MEC не снижает уровень безопасности операторских сетей. Чтобы изолировать сеть, между MEC и локальными серверами развертываются межсетевые экраны.

Если между eNodeB и S-GW/P-GW развернуты туннели IPsec, MEC также будет поддерживать туннель IPsec, обеспечивающий защищенную передачу данных.

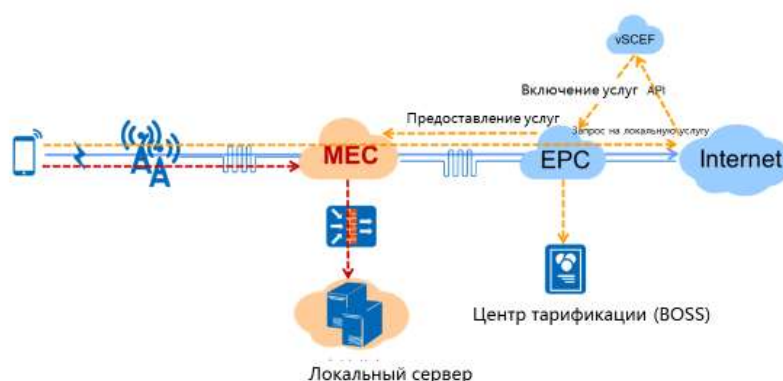




### 3.3 Открытые функционалы управляющей плоскости

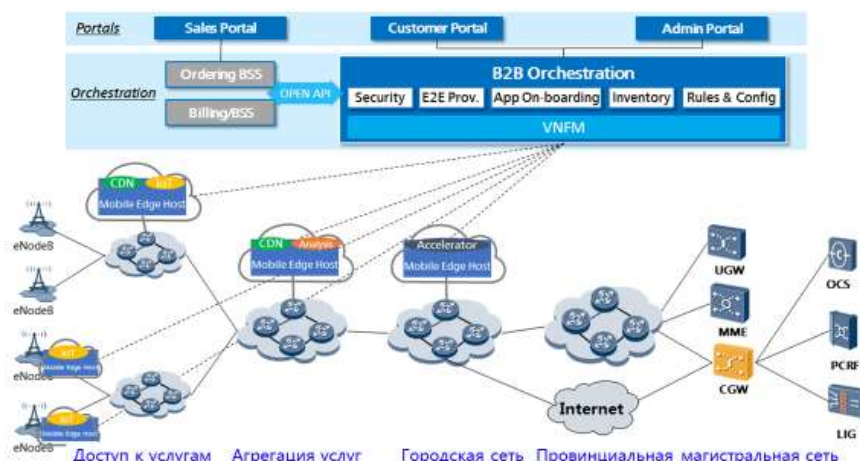
Если пользователю требуется локальный доступ к услугам OTT, MEC передает серверу OTT идентификатор локальной услуги в момент, когда пользователь обращается к сети для получения услуги. Взаимодействуя с vSCEF, сервер OTT генерирует политику LBO и передает ее в MEC.

На основе полученной политики LBO платформа MEC распределяет данные локальных услуг как только соответствующий трафик достигнет MEC.



### 3.4 Техническая архитектура

Комплексное решение MEC поддерживает глобальное представление для техобслуживания MEC, сквозной режим оркестрации, настройки и предоставления услуг, а также возможность управления жизненным циклом сторонних приложений. Решение позволяет быстро развертывать различные приложения, поддерживает функции контроля безопасности системы и управления отчетами о производительности. Независимые поставщики и разработчики программного обеспечения получают на операционной платформе MEC удобные функционалы обнаружения, регистрации, развертывания, предоставления и отмены регистрации ресурсов, а пользователи — гибкие функционалы регистрации и подписки на услуги, проверки правильности начисления оплаты и отмены регистрации.



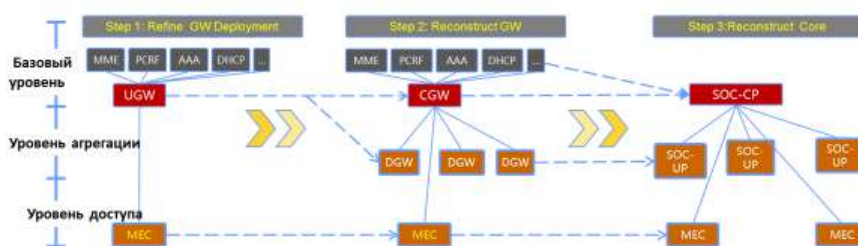
Сервер MEC поддерживает локальные шлюзы, распределение трафика, 5G SA, а также тарификацию локальных услуг и взаимодействие с LI. Для интегрированного прикладного программного обеспечения сторонних разработчиков сервер предоставляет виртуализированные вычислительные ресурсы, память и ресурсы хранения.

Платформа MEC, в которой интегрированы информационные и коммуникационные технологии, базируется на инфраструктуре ИКТ, разработанной для облачной архитектуры высокой пропускной способности (HTCA). Платформа, предоставляющая вычислительные ресурсы, ресурсы памяти и хранения, обеспечивает высокую пропускную способность, низкую задержку, отличную надежность и большое число каналов доступа, необходимых операторам связи. Кроме того, платформа оснащена интерфейсами с широкими аппаратными возможностями, которые позволяют гибко развертывать телекоммуникационные сети в различных сценариях (например, в аппаратных залах с оборудованием сетей доступа, агрегации и базовых сетей).



## 3.5 Внедрение технологий

Стандарт на MEC принят организацией 3GPP. Данное решение, смещающее уровень пользователя вниз, соответствует архитектуре шлюза CUPS в 3GPP версии 14. Также решение отвечает требованиям сервис-ориентированной базовой сети 5G и поддерживает беспрепятственную эволюцию 5GC.



Как видно из рисунка, развить MEC до 5G можно в три этапа. На первом этапе MEC развертывается независимо на границе сети для управления трафиком. На втором этапе шлюз расширяется для поддержки архитектуры CUPS и, взаимодействуя с MEC, формирует двухуровневую пользовательскую плоскость для предоставления дифференцированных услуг в различных сценариях обслуживания. На третьем этапе MEC трансформируется в сервис-ориентированную сеть 5G. Для 5GC определена двухуровневая пользовательская плоскость, которая полностью отвечает стандартам 5G и которую легко модернизировать и развивать.

# 4 Отрасль

## 4.1 Отраслевая цепочка

Благодаря возможности локальной обработки, передаче на небольшие расстояния, низкой задержке, оповещению о местоположении и получению контекстной информации, концепция МЕС поможет сформировать новую цепочку создания стоимости и экосистему, которые будут выгодны всем звеньям отраслевой цепочки. С помощью интерфейсов, предоставляемых операторами связи, авторизованные сторонние поставщики приложений и контента смогут гибко и быстро развертывать свои инновационные приложения и сервисы.



Среди участников отраслевой цепочки МЕС — поставщики телекоммуникационного оборудования, операторы, поставщики ИТ-оборудования, сторонние разработчики приложений и контент-провайдеры. Каждому звену отраслевой цепочки отведена уникальная роль.

**Оператор.** Развертывая сети МЕС в различных сценариях, операторы предоставляют дифференцированные сетевые услуги МЕС. Для развертывания МЕС операторы предоставляют физическую площадку в непосредственной близости от конечных пользователей и, следовательно, являются владельцами ресурсов МЕС. На базе решения МЕС, разработанного поставщиками телекоммуникационного оборудования, операторы предоставляют платформу,

на которой провайдеры услуг и контента быстро развертывают свои приложения и сервисы. Используя API, провайдеры услуг и контента могут планировать необходимые ресурсы МЕС (например, ресурсы хранения и вычисления) на сервисной платформе МЕС и быстро развертывать свои приложения (например, приложения по анализу данных видеонаблюдения, по распределению видео- и аудиотрафика, вычислительные инструменты для контроля объектов IoT).

**Поставщики контента и сторонних приложений.** Поставщики сторонних приложений (к примеру, компании iQIYI, Google, YouTube и Facebook, поставляющие приложения OTT, или компания Akamai, предлагающая приложение CDN) и поставщики контента (такие как HBO, Netflix, CNBC, и BBC) развертывают свои специализированные сервисы на предоставляемой операторами платформе МЕС и таким образом, расширяют базу пользователей, которым становятся доступны новые интересные сервисы.

**Поставщики телекоммуникационного оборудования.** Данные компании предоставляют операторам базовое оборудование для периферийных вычислений.

**Поставщики комплектующих.** Для предоставления оборудования сервисной платформы МЕС поставщикам телекоммуникационного оборудования необходимо сотрудничать с производителями микросхем, например компаниями Intel и Qualcomm.

Кроме того, в разных отраслях разные потребности, поэтому поставщики телекоммуникационного оборудования вынуждены работать с независимыми разработчиками программного обеспечения (например, таковой является компания iSoftStone), которые, понимая отраслевые требования, адаптируют свои программные решения и интегрируют нужные сервисы. Кроме того, поставщики телекоммуникационного оборудования активно ищут новые возможности сотрудничества с операторами и сторонними поставщиками. Чтобы быстро развивать концепцию МЕС, все звенья цепи должны сотрудничать друг с другом, создавая полную экосистему и разрабатывая гибкие бизнес-модели.

Для того, чтобы собрать вместе операторов, научно-исследовательские институты и участников отраслевой цепи, разработать планы дальнейшего сотрудничества в области МЕС, ежегодно проводится форум МЕС, посвященный целям и прогрессу в области развития данной концепции. Через несколько лет развития концепции участники пришли к единодушному мнению, что МЕС будет общим режимом построения периферийных облаков сети 5G. Организации, формирующие отраслевую цепочку, приложили немало усилий для продвижения МЕС и применения этой технологии в многочисленных проектах операторов, что в результате значительно улучшило качество обслуживания пользователей онлайн-сервисов.

По мере приближения мобильных сетей к стандарту 5G будет возрастать роль МЕС в расширении возможностей поддержки сервисов с обработкой больших объемов данных, в снижении нагрузки на базовые сети и магистральные транспортные сети, а также в улучшении функциональности сетей доступа. Кроме того, новая концепция значительно улучшит пользовательский опыт и создаст условия для развития сервисных приложений.

## 4.2 Влияние стратегии «Big Connection» оператора China Mobile на МЕС

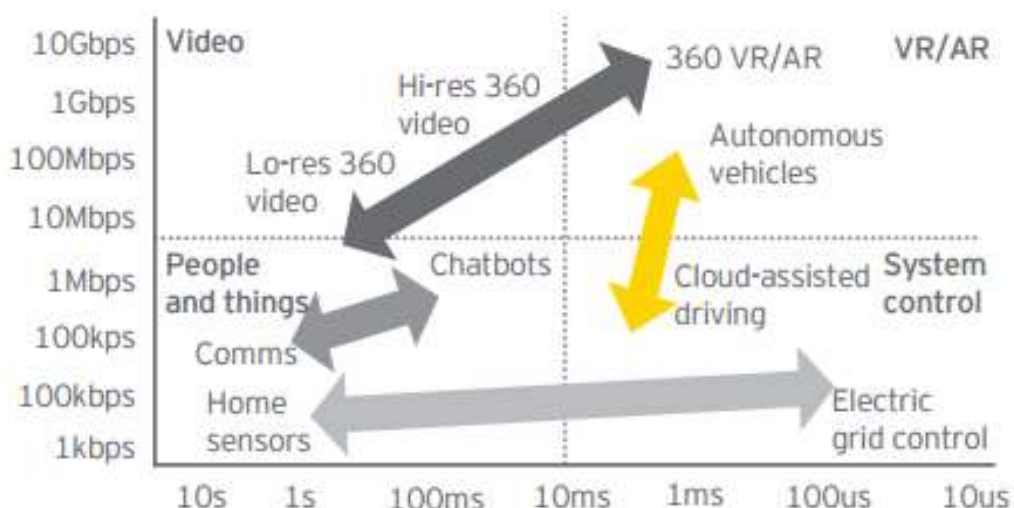
С 19 по 21 декабря 2016 года в Гуанчжоу проходила конференция China Mobile Global Partners Conference 2016, организованная оператором China Mobile. Предложенная оператором стратегия «Big Connection» направлена на наращивание подключений, используя следующие подходы.

- Больше подключений: NB-IoT, проводной и домашний широкополосный доступ.
- Усиление служб обеспечения подключений: ИТ и сети нового поколения.
- Оптимизация приложений для работы с подключениями: цифровой контент, интеллектуальное оборудование и отраслевые решения.

Для достижения вышеперечисленного необходимо продолжать работу над увеличением пропускной способности сети и снижением задержки в сети.

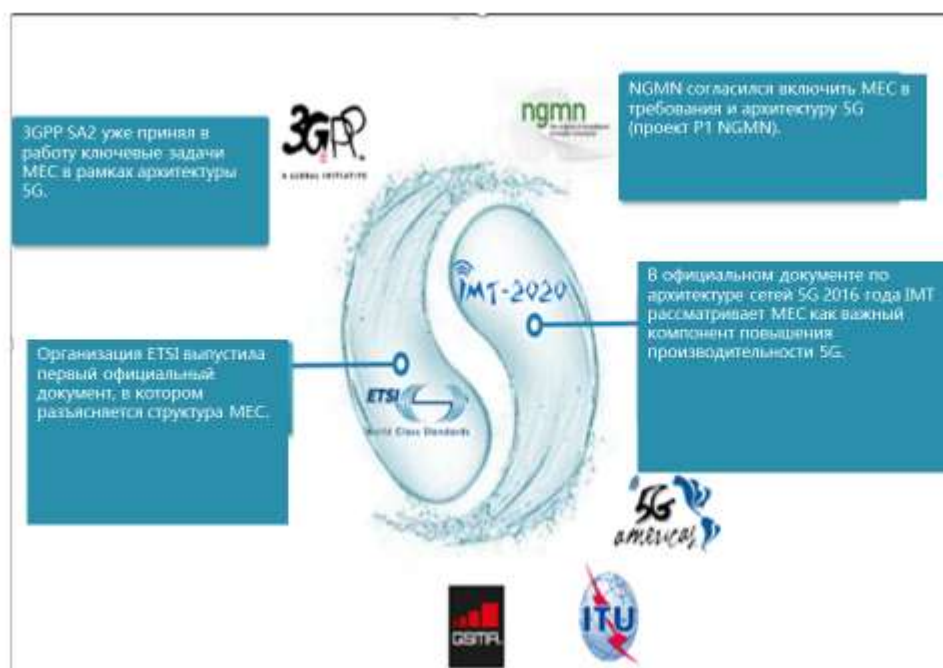


Согласно аналитическому отчету Ernst & Young, выпущенному в 2017 году под названием «Digital Transformation for 2020 and Beyond», преимущества МЕС можно увидеть в приложениях, которые требуют как высокой пропускной способности, так и низкой задержки, например, дополненная и виртуальная реальность в 360-градусном пространстве, беспилотное вождение, облачное вождение и система контроля промышленных объектов IoT (см. рисунок ниже). В эру огромного числа подключений растут требования к пропускной способности трафика и задержкам в сети. И здесь становится незаменимой МЕС, как одна из ключевых технологий 4.5G/5G, способная помочь операторам снизить затраты, достичь высокой пропускной способности и держать сетевую задержку на низком уровне с помощью разгрузки трафика и быстрого отклика.



### 4.3 Сотрудничество и взаимодействие между партнерами по отраслевой цепочке

Среди организаций, занимающихся разработкой стандартов, ETSI играет главную роль в разработке и принятии общих технических стандартов MEC. Кроме того, все участники отраслевой цепочки согласны с точкой зрения, что периферийные вычисления станут важной частью сети 5G. В настоящее время участники изучают возможность применения периферийных вычислений в других сценариях, анализируя требования к услугам.



Работа представленных на рисунке организаций по стандартизации направлена в основном на сферу телекоммуникаций. В состав организаций входят, главным образом, операторы связи. Поставщики ИТ-оборудования участвуют, как правило, в специализированных альянсах по продуктам и сообществах разработчиков с открытым исходным кодом. В настоящее время функционируют отраслевые альянсы Edge Computing Consortium, Open EDGE Computing и OpenFog.

- **Консорциум Edge Computing Consortium.** 30 марта 2017 года Huawei, Шэньянский институт автоматизации Академии наук Китая (сокращенно от английского SIACAS), Китайская академия информационных и коммуникационных технологий (CAICT), компании Intel, ARM и iSoftStone совместно создали консорциум Edge Computing Consortium (ECC). ECC содействует сотрудничеству между всеми участниками (в том числе государственными органами, промышленными предприятиями, учебными учреждениями, научно-исследовательскими институтами и коммерческими компаниями), создавая процветающую среду для устойчивого развития отрасли периферийных вычислений.
- **Open EDGE Computing.** Летом 2015 года компании Intel, Huawei и Vodafone совместно запустили инициативу Open EDGE Computing в рамках отдельного проекта, входящего в состав проекта OpenNFV. Основой стала идея Cloudlets.
- **OpenFog.** 19 ноября 2015 года лидеры в области решений для интернета вещей, в том числе компании ARM, Cisco, Dell, Intel, Microsoft и лаборатория Edge Laboratory Принстонского университета, совместными усилиями создали консорциум OpenFog. Его целью стало ускоренное внедрение технологий туманных вычислений путем разработки открытой архитектуры, создания среды распределенных вычислений, проектирования сети и систем хранения данных. Консорциум надеется своей деятельностью добиться, чтобы отрасль использовала все преимущества идеи интернета вещей.





# 5 Бизнес

## 5.1 Анализ бизнес-модели МЕС

Рациональная бизнес-модель позволяет максимально повысить ценность МЕС в коммерции и в полной мере использовать ее уникальные преимущества.

Главным достоинством МЕС является близость к терминалам беспроводного доступа и возможность предоставления этим терминалам укороченных маршрутов, которым присущ более низкий уровень задержки и более высокая пропускная способность доступа к облачным вычислительным ресурсам. Интернет-компания привлекает идея объединения усилий с сетевыми операторами с целью создания узлов кэширования и ускорения, а также улучшения пользовательского опыта.

По сравнению с публичными облаками и центрами обработки данных, облачная среда периферийных вычислений МЕС находится ближе к географической локации клиентов, поэтому цикл работы вычислительных ресурсов небольшой. Таким образом, опасения клиентов по поводу безопасности миграции в облако остаются беспочвенными. С точки зрения строительства частных беспроводных сетей и развертывания приложений IoT, МЕС дает огромные преимущества предприятиям.

Для сетевых операторов сервисы МЕС, предоставляемые конечным пользователям, фрагментированы и обладают свойством, называемым «длинный хвост». За исключением ряда универсальных приложений, которые сетевые операторы разворачивают в стандартных конфигурациях, большинство приложений поступают от разработчиков и партнеров. Изобилие сервисов стимулирует рост трафика беспроводного доступа, но особо не меняет картину в каналах передачи. Это улучшает качество обслуживания пользователей беспроводной сети, повышает их лояльность и приносит сетевым операторам дополнительные доходы от новых услуг.

Обобщенная бизнес-модель МЕС представлена на следующем рисунке.

|  |  |   |  |   |
|--|--|---|--|---|
| <p><b>Ключевые партнеры</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Поставщики инфраструктуры MEC</li> <li>Поставщики оборудования беспроводного доступа</li> <li>Поставщики средств облачных вычислений</li> <li>Поставщики ПО для платформы MEC</li> <li>Поставщики ПО для базовой сети</li> <li>Платформа управления распределением услуг и эксплуатацией</li> <li>Унифицированная платформа OBM</li> <li>Партнеры по экосистеме 5W/S/US/PCP</li> <li>Промышленные агенты</li> </ul> | <p><b>Основная деятельность</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Создание системы эксплуатации</li> <li>Организация и людские ресурсы</li> <li>Операционные платформы</li> <li>Экосистема</li> <li>Строительство производственной платформы</li> <li>Строительство площадки MEC</li> <li>OBM площадки MEC</li> <li>Выдлинг и расчеты</li> <li>Маркетинговые мероприятия</li> </ul> <p><b>Основные ресурсы</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Устройства беспроводного доступа федерального уровня</li> <li>Операторские аппаратные залы</li> <li>Маркетинговые подразделения с мультимедийным контентом</li> <li>Большое количество индивидуальных и корпоративных клиентов</li> </ul> | <p><b>Ценность предложения</b></p> <p>Создание открытой обменной платформы MEC Бизнес к границе беспроводного доступа и открытой унифицированной маркетинговой системы. Предоставление совместно с партнерами по отрасли экосистемы локализованных услуг, привязанных к беспроводной сети с низкой задержкой и высокой пропускной способностью частным лицам, малым и предпринимателям.</p> <p>Потребители смогут пользоваться различными приложениями, работавшими без задержки.</p> <p>Система операторов сможет увеличить трафик данных беспроводных пользователей и уменьшить расход ресурсов в транспортной сети, но позволит стабильно удерживать базу клиентов и увеличивать доходы от дополнительных услуг.</p> | <p><b>Отношения с клиентами</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Корпоративная реклама</li> <li>Плоды презентаций</li> <li>Поддержание отношений с государственными и корпоративными клиентами</li> </ul> <p><b>Выход на рынок:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Прямые продажи через менеджеров по работе с корпоративными клиентами</li> <li>Интернет-маркетинг</li> </ul> | <p><b>Сегментация клиентов</b></p> <p><b>Индивидуальные клиенты</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Клиенты пользователи видео и игр</li> <li>Пользователи в торговых комплексах и школах</li> </ul> <p><b>Семейные клиенты</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>IPTV</li> <li>Домашний IoT</li> </ul> <p><b>Корпоративные клиенты</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Крупные заводы</li> <li>Высокие требования к видеонаблюдению</li> <li>Ряд требований к низкой задержке сервисов контроля промышленного объектов</li> <li>ИТ-системы, которые отличаются от частных облаков.</li> </ul> |
| <p><b>Структура затрат</b></p> <p>Затраты на строительство площадки MEC</p> <p>Затраты на создание программной платформы</p> <p>Ежедневные операционные расходы на персонал, разработку, маркетинг, услуги и сотрудничество</p>  |  | <p><b>Источники доходов</b></p> <p>Доход от трафика</p> <p>Аренда ИТ-ресурсов периферийного облака</p> <p>Доходы от дополнительных услуг (ежемесячная арендная плата или распределение доходов)</p>   |  |   |

1. Конфиденциальная информация Huawei. Распространение запрещено.



## 5.2 Система эксплуатации MEC

Независимая система эксплуатации помогает развивать услуги MEC и обеспечивает централизованное управление подсетями через операционную базу.



2. Конфиденциальная информация Huawei. Распространение запрещено.



Хорошо оснащенная система эксплуатации позволяет сетевым операторам централизованно управлять различными услугами, эффективнее распределять ресурсы и организовывать работу сотрудников. При этом партнеры могут пользоваться всеми сетевыми ресурсами, доступными с одного узла, в результате все больше партнеров стремятся к диверсификации сервисов MEC.



3 Конфиденциальная информация Huawei. Распространение запрещено.



Базовые операторы позиционируют себя как «операторы сервисов MEC», которые владеют двумя видами ресурсов: партнерами и площадками MEC. Операторы должны объединять партнеров и централизованно управлять ресурсами площадок MEC на стороне беспроводного доступа. В зоне их ответственности также находится ввод сервисов MEC, которые предлагаются партнерам на наиболее подходящих площадках MEC, и управление O&M на протяжении всего жизненного цикла сервисов MEC.



4 Конфиденциальная информация Huawei. Распространение запрещено.



## 5.3 Пример использования

### 5.3.1 Анализ бизнес-модели видеотрансляции матчей НБА в виртуальной реальности

Прямая трансляция спортивных событий. В целях увеличения прибыли Национальная баскетбольная ассоциация (НБА) протестировала режим прямой трансляции гонок, проходящих на трассе Формулы-1 в Сильверстоуне, в виртуальной реальности.

В Соединенных Штатах владельцы новой арены Sacramento Kings предлагают относительно далеко находящимся зрителям режим мгновенного просмотра «почти в прямом эфире» и просмотр повторов. В долгосрочной перспективе ожидается, что все больше болельщиков будут платить за просмотр трансляции спортивного события в виртуальной реальности в кинотеатре, чем сидеть на галерке традиционного стадиона. «Стадион не может вместить всех желающих. Если мы сможем предложить тем, кто сидит дома, впечатления на уровне 80% от впечатлений, получаемых зрителями, которые находятся в эпицентре событий, эта неиспользованная рыночная ниша безусловно станет очень перспективной», — сообщил директор Национального центра спортивных новостей Гален Клавио (Galen Clavio).

В этом случае абоненты покупают билет, чтобы посмотреть прямую трансляцию в виртуальной реальности. NEXTVR зарабатывает на сервисе прямой VR-трансляции, а компания AT&T получает от NEXTVR свою долю, предоставляя беспроводной доступ к сети.



6 Конфиденциальная информация Huawei. Распространение запрещено.



### 5.3.2 Анализ бизнес-модели видеотрансляций Формулы-1 на трассе Сильверстоун

Автодром Сильверстоун в Великобритании наиболее востребован в мире. Чтобы удовлетворить спрос со стороны тех фанатов, которые не могут попасть на трассу, организаторы гонок начали предлагать зрителям сервисы просмотра спортивного события в прямой трансляции и в повторе. Задержка прямой трансляции через МЕС составляет всего 0,5 секунды, что существенно лучше

47,95 секунд — показатель задержки, характерный для технологии оптической передачи (ОТТ).

Итак, абоненты готовы купить билет, чтобы посмотреть прямую трансляцию в виртуальной реальности. Владелец автодрома Сильверстоун зарабатывает на сервисе прямой видеотрансляции. ЕЕ получает от автодрома Сильверстоун свою долю, предоставляя услуги сети локального распространения видео.



7 Конфиденциальная информация Huawei. Распространение запрещено.



### 5.3.3 Корпоративный кампус: видеонаблюдение в портах

Средняя пропускная способность главных мировых судоходных маршрутов достигла 8 400 TEU (единица измерения в двадцатифутовых контейнерах), что примерно в два раза больше, чем десять лет назад. В результате порты испытывают большие нагрузки, стараясь обеспечить безопасность и надежность, которые имеют первостепенную важность в работе любого порта. Возрастает роль, которые играют ИКТ в развитии портов. Вот неполный перечень сфер, в которых участвуют ИКТ: транкинговая голосовая связь, диспетчерские службы, работающие с крупными перевозочными пунктами, мониторинг операций безопасности, сотрудничество в области логистики и цифровизация офиса.



8 Конфиденциальная информация Huawei. Распространение запрещено.



Wi-Fi широко используется во многих портах, но в работе имеется ряд недостатков.

1. Эффективность. Сигналы Wi-Fi едва покрывают участки, в которых плотно размещены контейнеры, что приводит к задержке передачи команд. Многие точки доступа устанавливаются на открытом воздухе, поэтому есть риск попадания молнии, что может привести к перерывам в работе.
2. Безопасность. Проводные видеосервисы невозможно развернуть на причале, в результате остаются слепые зоны, недоступные для камер видеонаблюдения. Контроль работы порта осуществляется вручную без интеллектуального предупреждения о рисках и возможности немедленно среагировать.
3. Надежность. Сеть изолирована логически, поэтому неспособна обеспечить надежность производственных сервисов. Беспроводные сети управляются отдельно, процесс техобслуживания сложен, присутствуют уязвимости.

Чтобы улучшить качество связи по Wi-Fi, владельцы портов могут прибегнуть к передовым технологиям и развернуть специализированные корпоративные беспроводные сети eLTE. Однако многие из них не могут позволить организацию отдельной независимой сети в силу ее дороговизны. С решением МЕС владельцы портов смогут предлагать услуги связи операторского класса, не тратясь на строительство сети.



# 6 Экосистема

## 6.1 Строительство экосистемы

МЕС дополняет облачные вычисления с точки зрения ключевых ролей (пользователь услуг, поставщик услуг и оператор услуг) и соответствующей инфраструктуры, которая лежит в основе бизнес-процессов. Высокоскоростной широкополосный доступ, мобильность и быстрое развертывание — все те достоинства, которые становятся доступны с цифровой трансформацией, требуют надежной экосистемы, способствующей развитию всей отрасли.

Сегодня требуется решить две задачи МЕС: (1) оптимизация развертывания сети в сценариях IoT высоконадежными подключениями и низкой задержкой; (2) развертывание и предоставление сервисов без прерывания работы платформы.

В этой связи оператор China Mobile, объединившись с Huawei, работает над созданием отраслевого альянса экосистемы МЕС для поставщиков услуг из различных отраслей промышленности. Деятельность альянса направлена на составление рекомендаций по инфраструктуре и развертыванию сети МЕС, регулярном выпуске бизнес-кейсов и создании открытой лаборатории IoT, которая будет содействовать коммерческой разработке решений.

Как организация, совмещающая деятельность по продвижению отрасли и коммерческому внедрению в Китае, альянс взял на себя миссию по интеграции информационных, коммуникационных и сетей данных, созданию инфраструктуры для цифровой трансформации сетей 5G с постепенным переходом к единой инфраструктуре.

## 6.2 Перспективы развития отрасли

Новая технология расширяет спектр сценариев применения. Беспилотное вождение, умные порты, приложения с эффектом полного погружения, телемедицина и умные дома — все это станет частью нашей жизни. Но все эти сценарии приводят к быстрому росту мобильного трафика и повышению требований к сети. На сегодняшний день операторские сети предназначены для подключений, их структура приспособлена под голосовые услуги и сервисы передачи данных, однако они не способны обеспечить доступ на «последней миле», даже если новые поставщики услуг ОТТ расширят контент-сети в CDN. Таким образом, необходимо объединить контент и сети подключений для



удобства пользователей. С распространением цифровой трансформации и ростом популярности облачных вычислений локальным сервисам с низкой задержкой требуются новые решения.

Интеграция сетей ИТ и КТ открывает возможности для решения этих проблем. Ключевое достоинство интегрированной сети ИКТ заключается в том, что серверы можно развернуть в сетях на основе архитектуры ИТ. Таким образом, платформа MEC, напоминающая облачный сервер, работая на границе мобильной сети, выполняет ряд специфических задач, но реализовать эту концепцию в сетях с традиционной архитектурой невозможно. Европейский институт телекоммуникационных стандартов (ETSI) дает такое определение MEC: это функционал облачных вычислений на базе ИТ-архитектуры, который доступен в сетях RAN и находится близко к мобильным пользователям. MEC функционирует как сервисный контейнер, который можно гибко развертывать в различных локациях на отдельной базовой станции, C-RAN или городской сети. Также его можно интегрировать в сторонние сервисные серверы.

MEC предоставляет интегрированную платформу будущим поставщикам услуг, отраслевым приложениям и инфраструктуры. Эта концепция позволит расширить спектр предоставляемых услуг, увеличить бизнес-ценность и улучшить пользовательский опыт.

## 6.3 Инициатива отраслевого развития

На сегодняшний день эксперты отрасли солидарно разделяют две точки зрения на MEC. Во-первых, MEC станет важной составляющей будущих сетей 5G и главной опорой в реализации идеи интернета всего. Во-вторых, бизнес диктует свои приоритеты, стимулируя быстрое развитие и эволюцию сетей.

Являясь страной, которая может похвастаться самым мощным в мире ростом информационных и интернет-технологий, Китай предлагает хорошую основу и преимущества для коммерческой разработки новых продуктов и технических платформ. Крупнейший в мире оператор мобильной связи China Mobile сотрудничает с партнерами в области продвижения зрелой концепции MEC и создания ведущей в мире коммуникационной инфраструктуры.

Три открытых отраслевых альянса (ECC, OFC и OEC) пока еще слабо вкладываются в развитие отрасли и бизнес-инновации. Оператор China Mobile совместно с Huawei запустил инициативу, в рамках которой были привлечены многие научно-исследовательские институты, университеты, учебные учреждения, поставщики устройств и системные интеграторы из различных отраслей (контроль промышленных объектов, транспорт и здравоохранение). Все они были призваны объединиться для совместного продвижения инноваций и коммерческого развития бизнеса MEC.