ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 71851.5— 2025

ГРАНИЧНЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ С МНОЖЕСТВЕННЫМ ДОСТУПОМ

Часть 5

Формирование сценариев предоставления услуг

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2025

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Автономной некоммерческой организацией «Научно-технический центр информатики» (АНО «НТЦИ»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 480 «Связь»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 9 июля 2025 г. № 723-ст

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

*Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (*gost.e-ecolog.ru

© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 2025

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины, определения и сокращения 2
4 Формирование сценариев предоставления услуг 3

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГРАНИЧНЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ С МНОЖЕСТВЕННЫМ ДОСТУПОМ

Часть 5

Формирование сценариев предоставления услуг

Multi-access edge computing.
Part 5. Formation of service provision scenarios

Дата введения — 2026—01—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает требования к формированию сценариев предоставления услуг по ГОСТ Р 71851.6 в системе граничных вычислений с множественным доступом (МЕС) по ГОСТ Р 71851.2.

Настоящий стандарт следует применять при разработке, проектировании, изготовлении и эксплуатации устройств, программного обеспечения и документации, относящихся к сфере МЕС.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 33707 (ISO/IEC 2382:2015) Информационные технологии. Словарь

ГОСТ IEC 60050-732 Международный электротехнический словарь. Часть 732. Технологии компьютерных сетей

ГОСТ Р 57700.27 Высокопроизводительные вычислительные системы. Термины и определения

ГОСТ Р 71777 (ИСО/МЭК 20924:2024) Информационные технологии. Интернет вещей. Термины и определения

ГОСТ Р 71851.1 Граничные вычисления с множественным доступом. Часть 1. Термины и определения

ГОСТ Р 71851.2 Граничные вычисления с множественным доступом. Часть 2. Общие технические требования

ГОСТ Р 71851.6 Граничные вычисления с множественным доступом. Часть 6. Сценарии предоставления услуг

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение

Издание официальное

рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины, определения и сокращения

3.1 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ 33707, ГОСТ IEC 60050-732, ГОСТ Р 57700.27, ГОСТ Р 71777 и ГОСТ Р 71851.1

3.2 Сокращения

В настоящем стандарте применены следующие сокращения:

ATC — автоматическая телефонная станция;
BM — виртуальная машина;
API — интерфейс прикладного программирования (application programming interface);
AR — дополненная реальность (augmented reality);
CCM — диспетчер клиентских подключений (client connection manager);
CDN — распределенная сеть серверов, предназначенная для ускоренной доставки мультимедийного контента (content delivery network);
CI/CD — непрерывная интеграция/непрерывная доставка (continuous integration/continuous delivery);
CFS — сжатая файловая система (compressed file system);
C-MADP — прокси-сервер данных множественного доступа пользователя (client multiple access data proxy);
CP — уровень управления (control plane);
CPE — телекоммуникационное оборудование, расположенное в помещении абонента/пользователя (customer premises equipment);
DANE — сетевой элемент с поддержкой DASH (DASH aware network element);
DASH — динамическая адаптивная потоковая передача средствами HTTP (dynamic adaptive streaming over HTTP);
DNS — система доменных имен (domain name system);
EPC — базовая сеть (evolved packet core);
EPG — электронный программный гид (electronic program guide);
E-UTRAN — развитая универсальная наземная сеть радиодоступа (evolved universal terrestrial radio access network);
GPRS — пакетная радиосвязь общего пользования (general packet radio service);
GPS — глобальная навигационная спутниковая система Соединенных Штатов Америки (Global Positioning System);
GPSI — уникальный идентификатор, который используют для идентификации абонента в публичных сетях связи (generic public subscription identifier);
GTP — протокол туннелирования GPRS (GPRS tunneling protocol);
GW — шлюз (gateway);
HTTP — протокол передачи гипертекста (hypertext transfer protocol);
IGMP — протокол управления группами (пользователей) в сети Интернет (Internet group management protocol);
IP — интернет-протокол (Internet protocol);
IPTV — передача телевизионного сигнала через Интернет (Internet protocol television);
LOS — зона прямой видимости (line of sight);
LTE — эволюция в течение длительного времени (long term evolution);
MAMS — служба управления множественным доступом (Multiple Access Management Services);
MEC — граничные вычисления с множественным доступом (multi-access edge computing);

MNO — оператор мобильной сети (mobile network operator);
NCM — диспетчер сетевых подключений (network connection manage);
NEF — функция сетевого воздействия в архитектуре сети 5G (network exposure function);
N6 в сети 5G — интерфейс для соединения функции UPF с внешними сетями данных;
PCC — политика и контроль тарификации (policy and charging control);
PCF — централизованный режим доступа (point coordination function);
PIM — тип многоадресных протоколов маршрутизации для IP-сетей, созданных для решения проблем групповой маршрутизации (protocol independent multicast);
PSS — потоковая передача данных с коммутацией пакетов (packet-switched-streaming);
QCI — идентификатор класса качества обслуживания (Quality Class Identifier);
QoE — качество услуги на основе оценки (восприятия) пользователем (quality of experience);
RAN — сеть радиодоступа (radio access network);
RAT — технологии радиодоступа (radio access technology);
RNC — контроллер подсистемы радиодоступа (radio network controllers);
RNI — информация о радиосети (radio network information);
SAND — DASH с поддержкой сервера и сети (server and network assisted DASH);
SLA — соглашение об обслуживании (Service Level Agreement);
SMF — функция управления сеансами (session management function);
SMS — служба коротких сообщений (short message service);
STB — цифровая телевизионная приставка (set top box);
TCP — протокол управления передачей данных (transmission control protocol);
TPR — среда выполнения транспортного протокола (Transport Protocol Requirement);
UE — пользовательское (абонентское) оборудование (user equipment);
UP — уровень пользователя (User Plane);
UPF — передача данных пользователей (user plane function);
VoD — видеоконтент, предоставляемый по запросу (video on demand);
VoLTE — технология передачи голосового сообщения по сетям стандарта LTE («4G») (voice over LTE);
VR — виртуальная реальность (virtual reality);
V2X — технология взаимодействия транспортного средства с другими транспортными средствами и объектами инфраструктуры (vehicle-to-everytning);
Wi-Fi — технология беспроводных локальных сетей, позволяющая электронным устройствам подключаться к сети, в основном используя диапазоны 2,4 ГГц и 5 ГГц (wireless fidelity);
WTTx — беспроводная связь до точки *x* (wireless to the *x*);
3GPP — партнерский проект по системам третьего поколения (3-rd Generation Partnership Project);
4G — четвертое поколение беспроводных систем связи;
5G — пятое поколение беспроводных систем связи.

4 Формирование сценариев предоставления услуг

4.1 Общие положения

Способы формирования сценариев предоставления услуг с применением технологии MEC основаны на поддержке создания экземпляра пользовательского приложения в нескольких системах MEC в разных сетях и с предоставлением услуг, ориентированных на пользователя/абонента и оператора.

Использование серверов MEC в различных сценариях предоставления услуг обеспечивает большую гибкость анализа потоков данных по сравнению с их обработкой, выполняемой в источнике формирования данных, что избавляет от необходимости транспортировать многочисленные потоки больших данных через базовую сеть в облачные сервисы.

К услугам, ориентированным на пользователя, относят услуги, востребованные конечным пользователем, которые включают в себя:

- игровые услуги;
- приложения удаленного рабочего стола;
- AR и VR;
- когнитивную помощь.

К услугам, ориентированным на оператора, относят услуги, использующие преимущества вычислительных хранилищ данных, расположенных вблизи границ сети оператора. Такие услуги могут быть предоставлены сторонними сервисными компаниями и обеспечивать:

- активное отслеживание местоположения UE;
- обработку больших данных;
- охрану, безопасность;
- другие услуги, необходимые конкретной организации.

Применение сценариев предоставления услуг с использованием технологии MEC обеспечивает требуемую производительность сетей и QoE посредством применения конкретных приложений MEC.

4.2 Формирование сценария предоставления услуги оптимизации доставки мультимедиа

Формирование сценария предоставления услуги оптимизации доставки мультимедиа, как правило, осуществляется через потоковую передачу HTTP, который основан на TCP. При этом TCP с трудом адаптируется к быстро меняющимся условиям сети. В сотовых сетях пропускная способность, доступная для TCP-потока, может изменяться на порядок в течение нескольких секунд из-за изменений характеристик основного радиоканала, вызванных перемещением устройств, а также изменений нагрузки на систему при вхождении в сеть и выходе из сети других устройств.

Радиоанализ приложения MEC использует оборудованный внутренний видеосервер для определения ожидаемой пропускной способности, доступной на интерфейсе нисходящего радиоканала. Видеосервер использует эту информацию для выработки рекомендаций по управлению перегрузкой TCP и пропускной способности радиоканала, которая будет доступна приложению MEC при его использовании в течение предстоящего интервала времени. В результате этого TCP не перегружает сеть.

Приложение радиоанализа Throughput Guidance вычисляет пропускную способность на основе информации о радиосети, которую оно получает от службы MEC, работающей на хосте MEC, и использует функциональные возможности платформы MEC для передачи этой информации на видеосервер.

Приложение радиоанализа Throughput Guidance использует функцию реестра для поиска служб MEC, предоставляющих информацию о радиосети. На основе соответствующей информации о радиосети приложение Throughput Guidance вычисляет ориентировочные значения пропускной способности, используя соответствующий алгоритм приложения.

Полученные значения пропускной способности передаются (используются) видеосервером для формирования пакетов данных восходящей линии связи, которые отправляются на видеосервер устройства пользователя.

Система MEC должна быть спроектирована таким образом, чтобы программное обеспечение, работающее на хосте MEC, могло использовать данные о радиоканале, пользователе и службах MEC (служба определения местоположения, служба управления полосой пропускания и RNI). Таким образом, служба поддержки времени выполнения TCP приложения MEC, созданного на хосте MEC, может получить доступ к этой информации. Такую информацию используют для регулирования трафика TCP, осуществляя контроль перегрузки сети более точным способом. Это обеспечивает удобство работы пользователя, позволяет избежать перегрузки и достичь более высокой пропускной способности сети.

Использование информации об источнике службы MEC при управлении перегрузкой TCP обеспечит:

- отделение потерь, вызванных событиями перегрузки, от потерь, вызванных переходными условиями (например, временный выход из LOS, события глубокого замирания);
- прогнозирование ухудшения условий радиосвязи для пользователя или передачи обслуживания посредством услуг MEC, которые раскрывают информацию о радиосети вместе с информацией о местоположении пользователя, полосе пропускания и так далее, ранее предоставленной другими пользователями в зоне радиопокрытия;
- уменьшение перегрузки радиоканала.

Сценарий использования MEC для улучшения TCP позволяет TPR на стороне сервера MEC (т. е. на хостах MEC) периодически запрашивать службы MEC путем подписки на уведомления об RNI или по конкретным событиям для оценки доступности их соединения, и соответствующим образом адаптировать параметры TPR.

Примечание — Термин TPR является общим термином, обозначающим конкретный TCP, а также другие транспортные протоколы.

4.3 Формирование сценария предоставления услуги кэширования локального контента на хостах граничных вычислений с множественным доступом

Развитие технологий разработки и изготовления смартфонов, планшетов, других портативных устройств и глобальных веб-сервисов привели к увеличению спроса на услуги широкополосной подвижной радиосвязи. Обеспечение достаточной пропускной способности широкополосной подвижной радиосвязи может быть решено за счет локального кэширования контента, что обеспечивает экономию пропускной способности при транспортном соединении, и передаче данных, а также улучшает QoE потребителя.

Приложение MEC может локально хранить любой контент, потребляемый в данном географическом регионе, и по запросу представлять контент из локального кэша. В этом случае отсутствует необходимость передавать контент по базовой сети и следовательно достигается экономия пропускной способности сети и сокращается время загрузки контента.

Кэширование локального контента на хосте MEC можно реализовать с помощью авторизованного приложения MEC. Приложение кэширования контента хранит контент, который идентифицируется как часто используемый и полезный с точки зрения обслуживания.

Примечание — Допускается использовать другие критерии для определения содержимого, подлежащего кэшированию.

Когда приложение кэширования контента MEC получает запрос на контент, который хранится в его памяти, приложение MEC направляет запрошенный контент на UE, которое запросило этот контент, что приводит к экономии пропускной способности сети, а также к улучшению QoE, поскольку контент MEC передается без дополнительных задержек, вызванных базовой сетью и публичным Интернетом.

4.4 Формирование сценария предоставления услуги использования приложений граничных вычислений с множественным доступом

С целью обеспечения условий эффективного функционирования сценария предоставления услуги использования приложений MEC система MEC должна иметь возможность:

- группировать услуги MEC для оператора или сторонних поставщиков, основанных на сборе данных (видео, информации датчиков и т. д.) с устройств, которые анализируются посредством определенного объема обрабатываемых данных для извлечения значимой информации перед ее отправкой на центральные серверы;
- работать на одном хосте MEC или распределяться по заданной области (например, по территории кампуса) или по всей сети.

Примечание — Чтобы обеспечить оператора или третью сторону запрашиваемой услугой, приложения MEC должны иметь возможность запускаться во всех запрашиваемых хостах MEC.

Приложение MEC, работающее на хосте MEC, расположенном рядом с радиосетью, которое получает большой объем информации от устройств и датчиков, подключенных к радиоузлу(ам), связанному с хостом MEC, должно быть обеспечено возможностью обрабатывать и отправлять информацию и необходимые метаданные на центральный сервер. Подмножество данных должно храниться локально в течение определенного периода для последующей перекрестной проверки.

С помощью приложений MEC можно формировать ряд сценариев предоставления услуг, например:

- охрана, безопасность через мониторинг зоны на предмет определенных событий, таких как оставленный багаж, санкционированный доступ (например, с распознаванием лиц), мониторинг автомобилей на автостоянке и т. д.;
- массовая предварительная обработка данных датчиков, умный город и т. д.

Примечание — Информация может быть дополнена, например, отслеживанием местоположения UE.

Приложение MEC должно иметь возможность работать на хосте MEC постоянно или по требованию оператора, или в ответ на запрос третьей стороны. Приложение MEC может быть создано на нескольких разных хостах MEC.

После запуска приложение MEC должно иметь возможность подключаться через радиоузел(ы) к конкретным UE (устройствам, датчикам), связанным с определенным хостом MEC, а хост MEC взаимодействовать с UE для сбора информации.

С этой целью приложение MEC должно иметь возможность:

- хранить большой объем данных;
- сохранять, при необходимости, данные после завершения работы экземпляра пользовательского приложения MEC;
- выполнять необходимый (специфичный для приложения MEC) анализ и предоставлять результаты анализа внешнему объекту;
- подключаться к внешним приложениям;
- получать информацию о местоположении UE.

4.5 Формирование сценария предоставления услуг дополненной, вспомогательной, виртуальной реальности и когнитивной помощи

Услуга AR позволяет пользователям получать дополнительную информацию на основе анализа своего окружения, извлекая семантику сцены, дополняя пользователей необходимыми знаниями, предоставленными базами данных, и возвращая их пользователю в течение короткого времени. Устройством формирования AR может быть смартфон или любое носимое устройство с камерой и другими датчиками.

Услуга вспомогательной реальности аналогична дополненной реальности, но ее цель — активно информировать пользователя о его интересах (предупреждение об опасности, текущие разговоры и т. д.). Вспомогательную реальность используют для поддержки людей с ограниченными возможностями (слепых, глухих, пожилых людей и т. д.) для улучшения их взаимодействия с окружающей средой.

Услуга VR аналогична дополненной реальности, но ее цель — отобразить все поле зрения с помощью виртуальной среды, созданной или основанной на искусственно созданной среде. Виртуальную реальность используют для поддержки игровых приложений или удаленного просмотра.

Услуга когнитивной помощи развивает концепцию дополненной реальности, предоставляя пользователю персонализированную обратную связь о действиях, которые пользователь может выполнить (например, приготовление пищи, развлекательные мероприятия, сборка мебели и т. д.). Анализ сцены и рекомендации пользователю предоставляются в течение короткого времени.

Указанные выше услуги могут быть реализованы приложениями MEC с незначительной задержкой, которые перекладывают часть вычислительной нагрузки устройства на приложение MEC, работающее на хосте MEC. К этим нагрузкам относят физическое моделирование, искусственный интеллект и другие компоненты.

При перемещении пользователя взаимодействие между UE и приложением MEC поддерживается непрерывно.

При запросе UE для запуска приложений MEC дополненной реальности, вспомогательной реальности или когнитивной помощи необходимо подключиться к экземпляру конкретного приложения MEC, работающего на соответствующем хосте MEC, и запустить его.

Приложение должно обеспечивать необходимый набор требований (незначительную задержку, требуемые вычислительные ресурсы, ресурсы хранения и т. д.), которые должен выполнять хост MEC. Системе MEC необходимо выбрать хост MEC, отвечающий всем изложенным выше требованиям.

Когда UE перемещается в область, которая не связана с хостом, на котором работает приложение MEC, для выполнения требований приложения и в зависимости от приложения может потребоваться:

- переместить экземпляр пользовательского приложения MEC на другой подходящий хост MEC;
- передать экземпляру пользовательского приложения MEC информацию о состоянии UE другому экземпляру того же приложения, работающему на соответствующем хосте MEC, при этом система MEC должна обеспечивать связь между этими экземплярами.

Если все UE, подключенные к определенному экземпляру пользовательского приложения MEC, отключились, то экземпляр пользовательского приложения MEC может быть завершен.

Если UE запрашивает приложение MEC, то система MEC создает экземпляр пользовательского приложения MEC, которое еще не встроено в систему MEC, и внедряет его.

Система MEC должна иметь возможность перемещать приложения из внешней облачной среды на хост MEC, отвечающий требованиям приложений, и с хоста во внешнюю облачную среду на основе запроса от UE.

Для реализации распределенных вычислений для UE, основанных на приложении MEC, приложение должно идентифицировать хосты, способные обеспечить вычислительную помощь, и возможность их подключения. Основываясь на местонахождении хостов MEC и информации о подключении, приложение MEC определяет их способность поддерживать запросы распределенных вычислений. При изменении потребности в вычислении приложение MEC должно иметь возможность адаптироваться к изменению.

4.6 Формирование сценария предоставления услуги использования приложений с незначительной задержкой

Приложения MEC с возможностью незначительной задержки могут реализовать функции игровых услуг, конвейера рендеринг, применяя сценарий предоставления услуги использования приложения MEC, работающем на хосте MEC или непосредственно на UE.

Расположение приложений MEC в непосредственной близости к радиоузлу позволяют UE запускать игры, для которых требуется незначительная задержка.

В период времени работы приложения MEC один или несколько пользователей должны иметь возможность перемещаться и подключаться к другому радиоузлу (хендовер).

При удалении пользователя от исходного местоположения задержка передачи данных между UE и приложением MEC увеличивается. Для уменьшения задержки передачи данных приложение MEC необходимо переместить на другой сервер MEC.

Пользователи не всегда могут использовать среду мобильной сети для запуска своих игр или облачных приложений с незначительной задержкой. В таких случаях (например, дома или на работе) они могут получать доступ к своим приложениям MEC, расположенным в облачной среде, через другие радиосети, такие как локальный Wi-Fi. Однако при выходе из среды фиксированной сети или возвращении в нее целесообразно продолжить использование приложения MEC в среде мобильной сети. Для этого приложение MEC необходимо динамически перемещать между внешней облачной средой и системой MEC.

При запросе от UE должен быть запущен новый экземпляр пользовательского приложения MEC на соответствующем хосте MEC, обеспечивающий требования для предоставления услуги по задержке и ресурсам.

При запросах других пользователей необходимо установить соединение между их UE и экземпляром уже запущенного пользовательского приложения MEC.

Пользовательское приложение MEC может иметь набор требований (например, задержка, вычислительные ресурсы, ресурсы хранения и т. д.), которые должен выполнять хост MEC, поэтому системе MEC необходимо выбрать хост MEC, соответствующий всем требованиям.

Если UE перемещается на другой радиоузел, связанный с тем же хостом MEC, то должна поддерживаться связь между UE и пользовательским приложением MEC.

Если UE подключено к радиоузлу, не связанному с тем же хостом MEC, на котором работает пользовательское приложение MEC (например, после того как UE переместилось между радиоузлами), то должна поддерживаться связь между UE и пользовательским приложением MEC. Чтобы поддерживать требования к задержке, системе MEC может потребоваться переместить пользовательское приложение MEC на другой хост, сохраняя при этом соединение между пользовательским приложением MEC и UE.

Если все UE, подключенные к определенному экземпляру пользовательского приложения MEC, отключаются, то экземпляр пользовательского приложения MEC может быть завершен.

Если UE запрашивает систему MEC для запуска экземпляра пользовательского приложения MEC, которое еще не встроено в систему MEC, то система MEC должна создать экземпляр пользовательского приложения MEC.

Система MEC должна иметь возможность перемещать приложения MEC из внешней облачной среды на хост MEC, соответствующий требованиям приложений MEC, и с хоста во внешнюю облачную среду на основе запроса от UE.

Для поддержки вычислений на UE, использующего приложение MEC, приложение MEC идентифицирует устройства, обеспечивающие вычислительные услуги, и возможности подключения к системе MEC. Основываясь на местонахождении этих устройств и дополнительной информации о подключе-

нии, приложение MEC должно определить их способность поддерживать запросы распределенных вычислений. При изменении условий вычислений приложение MEC должно иметь возможность сохранять соединение.

4.7 Формирование сценария предоставления услуги активного отслеживания местоположения пользовательского оборудования

Для активного отслеживания местоположения UE (независимого от GPS и определяемого сетью) требуется в режиме реального времени использовать «лучшие в своем классе» алгоритмы геолокации.

Эффективное и масштабируемое решение с локальной обработкой измерений может потребоваться в сценариях использования MEC с предоставлением потребителям услуг на основе отслеживания местоположения UE.

Приложение MEC на хосте MEC должно работать постоянно, реагируя на запрос оператора, или в ответ на запрос третьей стороны.

После запуска приложение MEC анализирует информацию о местоположении UE, подключенных к радиоузлу(ам), с которым(и) связан хост MEC. В зависимости от назначения приложения MEC необходимо отслеживать конкретные или все UE на основе авторизации.

Приложение MEC выполняет необходимый анализ и предоставляет результаты анализа внешнему объекту, что дает возможность приложению MEC подключаться к внешним приложениям.

4.8 Формирование сценария предоставления услуги переносимости приложений

Переносимость приложений MEC означает, что разработанное поставщиком приложение MEC для конкретной платформы может быть установлено на любой платформе.

Приложения MEC, разработанные различными поставщиками приложений, должны переноситься на хосты MEC разных поставщиков без каких-либо изменений.

Система MEC должна проверять подлинность и целостность приложения MEC и иметь возможность контролировать доступ приложений MEC к услугам MEC.

4.9 Формирование сценария предоставления услуги управления соглашением об обслуживании

Приложения MEC должны соответствовать установленным требованиям к производительности в отношении среды виртуализации хоста MEC и выделенных виртуальных ресурсов. Согласованные требования должны быть указаны в SLA.

Для проверки соблюдения SLA должны быть собраны и проанализированы данные о производительности среды виртуализации хоста MEC.

Разработчик и поставщик приложений MEC должны иметь возможность онлайн-мониторинга производительности конкретного приложения MEC в системе MEC. В SLA должны содержаться конкретные параметры для мониторинга, которые разработчик и поставщик приложения MEC согласуют с владельцем системы MEC.

4.10 Формирование сценария предоставления услуги оркестровки граничного видео

Сценарий предоставления услуги оркестровки граничного видео основан на предположении о том, что визуальный контент может создаваться и потребляться в одном и том же месте, рядом с потребителями, на густонаселенной и четко ограниченной территории.

Благодаря специфическим характеристикам сценария предоставления услуги оркестровки система MEC идеально подходит для оркестровки видео.

Приложение оркестровки граничного видео работает через хост MEC и использует службы MEC.

Платформа MEC должна предоставить механизмы подключения UE к локальным устройствам (например, видеокамерам и датчикам), к приложению MEC для оркестровки видео, а также к UE потребителей, которые используют службу оркестровки видео.

Платформа MEC должна предоставлять условия маршрутизации трафика данных от локальных видеокамер и датчиков к приложению оркестровки видео MEC. Если UE, подключаемое к локальным источникам данных (например, видеокамерам и датчикам), отправляет свои данные, то платформа MEC предоставляет свои услуги для маршрутизации данных в приложение оркестровки граничного видео. Потребитель выбирает видеопоток и приложение оркестровки граничного видео. Запросы от UE на получение видео направляются в приложение оркестровки граничного видео. Выбранный контент

отправляется пользователю. Платформа МЕС отвечает за маршрутизацию данных в UE пользователя в соответствии с настраиваемыми правилами МЕС.

Сценарий использования граничного видео через приложения МЕС должен обеспечивать эффективную производительность, качество и экономию пропускной способности за счет возможности предоставлять видео контент в непосредственной близости от конечного пользователя. Приложение МЕС обеспечивает требуемые производительность и качество при использовании в сценариях с высокой плотностью потребителей при их расположении на небольшой географической территории.

Видео контентом пользователя может быть спортивное мероприятие или концерт, где значительное число потребителей используют свои портативные устройства для доступа к контенту. Общий состав видео формируется из нескольких источников, включая видео, дополнительную информацию из местных источников, а также мастер-видео с центрального сервера. В системе МЕС пользователю предоставляется возможность выбирать индивидуальные виды из набора локальных видеоисточников.

Система МЕС идеально подходит для оркестровки граничного видео благодаря формированию необходимого сценария предоставления услуги.

Приложения оркестровки граничного видео работают через хост МЕС и используют службы МЕС, которые должны формировать сценарии предоставления услуг для подключения UE к устройствам (видеокамерам и датчикам), к приложению МЕС с целью формирования оркестровки видео, а также к UE потребителей, которые используют службу оркестровки видео.

Платформа МЕС должна предоставлять условия для маршрутизации трафика данных от локальных видеокамер и датчиков к приложению оркестровки видео МЕС.

4.11 Формирование сценария предоставления услуги оптимизации транспортной сети

Координация между радиосетью и транспортной сетью в реальной обстановке отсутствует. Если происходит снижение пропускной способности транспортной сети, то радиосеть не информируется об этом. Если радиосети требуется меньшая пропускная способность, то транспортная сеть также об этом не информируется.

Сценарий предоставления услуги оптимизации ресурсов сетей применяют с целью объединения информации из радиосети с информацией из транспортной сети.

Сформированное аналитическое приложение использует услуги МЕС (например, мониторинг трафика, мониторинг производительности) для анализа информации в режиме реального времени о требованиях к трафику радиосети (с учетом используемого радиодоступа к приложению и состояния транспортной сети).

Аналитическое приложение получает информацию от приложения мониторинга транспортной сети в режиме реального времени и отправляет требования по трафику в приложение оптимизации транспортной сети.

Приложение оптимизации подготавливает транспортную сеть несколькими способами:

- формирует трафик каждого приложения в удаленной точке агрегации;
- перенаправляет части трафика в свободную транспортную сеть;
- регулирует мощность радиорелейной линии связи в зависимости от ее фактической потребности.

Приложение анализа трафика вычисляет пропускную способность на основе имеющейся информации о радиосети, которую оно получает от службы МЕС через платформу МЕС, и информации о транспортной сети, которую оно получает от приложения мониторинга.

Приложение анализа трафика формирует обоснованные решения об идентификации приложений, которые применяет пользователь. Приложение анализа трафика передает эту информацию приложению оптимизации транспортной сети, обеспечивая оптимизацию использования ресурсов обеих сетей.

4.12 Формирование сценария предоставления услуги взаимодействия пользовательского (абонентского) оборудования с приложением граничных вычислений с множественным доступом

Если приложению МЕС потребуется, чтобы поток (сеанс) был фактически использован непосредственно UE и приложением, которое работает на хосте МЕС, то для такого взаимодействия необходима маршрутизация трафика между UE и приложением на хосте МЕС.

Для маршрутизации трафика требуется выполнение следующих функций:

- запуск приложения (настройка IP-соединения) МЕС вместо сервера приложений в облаке;
- завершение и декапсуляция GTP, обеспечивающая приложению МЕС стандартный IP-трафик;

- обнаружение IP-адреса сервера приложений MEC и перенаправление DNS при запуске приложения MEC;

- завершение GTP, так как GTP является протоколом, используемым 3GPP для инкапсуляции носителей.

Выполнение этих функций позволяет достичь взаимодействия DNS-кеша и сервера MEC, которые можно предварительно настроить с помощью разрешений DNS, включая получение IP-адреса приложений MEC, работающих на хосте MEC, что дает возможность:

- осуществлять мониторинг анализа пакетов, туннелируемых GTP, и определять IP-адреса назначения внутри IP-пакетов;

- отделять уровень GTP от IP-пакетов и направлять эти пакеты запрошенному приложению MEC;

- получать IP-пакеты от других приложений MEC, повторно инкапсулировать эти IP-пакеты в GTP и отправлять их к UE.

Примечание — У приложения UE отсутствует информация о том, что оно взаимодействует с приложением MEC. Поэтому приложение UE сначала отправляет DNS-запрос на полное доменное имя, чтобы получить IP-адрес приложения на хосте MEC.

При необходимости, после декапсуляции канала GTP с целью обработки трафика хост MEC извлекает IP-пакет из трафика профиля пользователя. Трафик DNS направляется на DNS-сервер (прокси-сервер), работающий на хосте MEC.

Если DNS-сервер (прокси-сервер) может настроить полное доменное имя, или полное доменное имя было предварительно настроено, или кэшировано из предыдущего запроса и все еще действительно, то хост MEC отвечает на запрос. В противном случае хост MEC получает ответ от базовой сети, в которую он перенаправляет запрос. Хост MEC отправляет обратно ответ DNS, полученный по собственному запросу или от DNS-сервера в сети.

После обработки трафика и инкапсуляции IP-пакета хост MEC отправляет ответ через канал-носитель GTP обратно в UE. UE взаимодействует с приложением MEC, работающим на хосте MEC, используя IP-адрес, предоставленный DNS-сервером (прокси-сервером).

После обработки трафика или декапсуляции каналов GTP хост MEC извлекает IP-пакеты с IP-адресом назначения и отправляет их в приложение MEC.

Трафик от приложения MEC после инкапсуляции его в канале GTP отправляется обратно в UE.

4.13 Формирование сценария предоставления услуги дедублирования трафика

Большая часть трафика в сети повторяется, поскольку многие пользователи потребляют один и тот же трафик, например, многие пользователи обновляют приложения на свой смартфон или просматривают один и тот же видеоклип.

Дедублирование трафика — метод, состоящий из двух частей, компрессора и декомпрессора. Компрессор и декомпрессор идентифицируют повторяющиеся шаблоны в трафике, которые сохраняются пользователем. Компрессор идентифицирует шаблон и вместо его отправки отправляет только те индексы, которые идентифицируют конкретный шаблон, хранящийся в декомпрессоре. Этот метод значительно снижает общий объем данных и трафик в сегменте между компрессором и декомпрессором. В данном случае приложение-декомпрессор использует службы MEC, такие как маршрутизация трафика, для обнаружения повторяющихся шаблонов в реальном времени, сохранение и восстановление исходного контента. Если в платформе MEC находятся другие приложения, использующие те же потоки трафика, то эти потоки обрабатываются первыми для того, чтобы другие приложения могли использовать исходный трафик.

Приложение-декомпрессор должно взаимодействовать с платформой MEC, обеспечивая маршрутизацию трафика.

Приложение-декомпрессор запускает канал связи с приложением-компрессором и координируется с ним для обнаружения и сохранения повторяющихся шаблонов.

Приложение-компрессор отвечает за обнаружение повторяющихся шаблонов и отправляет в распаковщик только индексы этих шаблонов. Полученные приложением-декомпрессором индексы используются для восстановления исходного трафика.

4.14 Формирование сценария предоставления услуги связи между транспортным средством и объектами транспортной инфраструктуры

Основной целью взаимодействия транспортных средств и объектов транспортной инфраструктуры является обеспечение безопасности, эффективности и удобства транспортной системы путем обмена данными по безопасности и эксплуатации.

Приложение MEC транспортной инфраструктуры использует данные, полученные от транспортных средств и объектов транспортной инфраструктуры, для заблаговременного распознавания ситуаций высокого риска и отправки оповещений с предупреждениями транспортным средствам, находящимся в этом районе. Водители транспортных средств могут отреагировать на оповещение, например, объехать опасную зону, снизить скорость или изменить маршрут.

Технологии 3GPP (например, 4G и 5G) значительно ускоряют развертывание связи между транспортным средством и объектами транспортной инфраструктуры. Радиотехнологии 3GPP (например стандарт LTE) могут обеспечить видимость «за горизонтом» на критическом расстоянии 2 км.

Время задержки связи между транспортным средством и объектами транспортной инфраструктуры должно составлять менее 10 мс. Сообщения должны распространяться в режиме реального времени по технологиям 3GPP, что исключает необходимость в построении региональной сети цифровой радиосвязи ближнего действия. На территориях, на которых развернута такая сеть, технологии 3GPP ее дополняют.

Приложения MEC транспортной инфраструктуры могут быть развернуты на хостах MEC. В этом случае приложения MEC транспортной инфраструктуры смогут получать локальные сообщения непосредственно от приложений в транспортных средствах и объектов транспортной инфраструктуры, анализировать их, а затем передавать сообщения другим транспортным средствам в этом районе с незначительной задержкой. Сценарии использования, основанные на связи транспортных средств и объектов транспортной инфраструктуры, позволяют находящимся поблизости транспортным средствам получать данные в течение нескольких миллисекунд, давая водителям возможность принимать необходимое решение.

Приложение MEC транспортной инфраструктуры может информировать приложения MEC, работающие на других хостах MEC, о событии(ях) и распространять сообщения другим транспортным средствам для дальнейшей обработки.

При запуске приложения MEC транспортной инфраструктуры используется платформа MEC для маршрутизации трафика. На основе данных, полученных от транспортных средств, приложение MEC транспортной инфраструктуры формирует специальные алгоритмы, генерирует предупреждающие сообщения и отправляет их ближайшим транспортным средствам с незначительной задержкой.

Приложение MEC транспортной инфраструктуры должно выполнять необходимый (специфичный для приложения) анализ и предоставлять результаты анализа внешнему объекту (на соседнем хосте MEC или в облаке подключенного транспортного средства). С этой целью приложение MEC транспортной инфраструктуры должно иметь возможность подключаться к внешним приложениям MEC.

4.15 Формирование сценариев предоставления услуг, связанных с местоположением пользователя

Сценарии предоставления услуг, связанных с местоположением пользователей, позволяет в заданное время предлагать пользователям различные услуги с учетом их конкретных местоположений.

Местоположение пользователя определяется в случае его подключения к радиосети. Информацию о пользовательских терминалах конкретного радиоузла используют для получения данных о местоположении пользователей.

Приложение MEC работает на соответствующем хосте MEC и использует необходимые сервисы MEC, предоставляемые через платформу MEC, которая соответствует требованиям приложения для ответа на запрос пользователя. К ним могут относиться требования к задержке, вычислительным ресурсам и времени отклика. Системе MEC необходимо выбрать хост, отвечающий всем требованиям.

Новый экземпляр приложения может быть создан по первому запросу пользователя или может быть сформирован заранее.

Запрос пользователя может быть перенаправлен в соответствующее приложение MEC, а приложение MEC может иметь возможность отправлять запрос конкретному пользователю через хост MEC. Приложение может быть подключено к внешним серверам через хост MEC.

4.16 Формирование сценария предоставления услуги распределения полос пропускания для приложений граничных вычислений с множественным доступом

Разным приложениям MEC, работающим одновременно на одном хосте MEC, могут потребоваться определенные статические или динамические ресурсы полосы пропускания. В некоторых случаях разные сеансы, работающие в одном приложении MEC, могут иметь различные требования к пропускной способности. Все приложения MEC и сеансы приложений MEC конкурируют за общие ресурсы полосы пропускания, поэтому требуется наличие центрального распределителя ресурсов полосы пропускания.

Сформированный сценарий предоставления полосы пропускания радиосети позволит:

- получать сведения о состоянии сети и доступной полосе пропускания;
- проводить расчеты оптимального распределения полосы пропускания для каждого сеанса в соответствии с доступной и необходимой полосой пропускания;
- управлять выделенной полосой пропускания каждому из сеансов согласно расчетам.

API обеспечивает всем приложениям MEC статически или динамически регистрироваться для выделения определенной полосы пропускания.

Хост MEC должен поддерживать приложения MEC, работающие одновременно. Приложения MEC должны работать на одних аппаратных и сетевых ресурсах, несмотря на то, что каждое из них имеет индивидуальные требования.

Для того, чтобы все приложения MEC получали необходимые им ресурсы, а полосы пропускания использовались наиболее оптимально, платформа MEC должна включать в себя функциональные возможности, которые будут собирать необходимые и доступные ресурсы полос пропускания и выделять полосу пропускания каждому сеансу в соответствии со статическими или динамическими требованиями.

4.17 Формирование сценариев предоставления услуги доступа через приложения граничных вычислений с множественным доступом

Формирование данного сценария в системе MEC позволяет приложению MEC ориентироваться на конкретного пользователя или группу пользователей и:

- предоставлять анонимной группе пользователей с фиксированной оплатой доступ к контенту локально с хоста MEC;
- таргетировать рекламу для определенной группы пользователей внутри сети;
- предоставлять контент определенной группе пользователей, которые могут состоять в том же клубе, ассоциации, группе общественных услуг и т. д.;
- предоставлять корпоративные услуги сотрудникам компании.

Возможность ориентироваться на конкретного пользователя или группу пользователей с платформы MEC повышает эффективность работы в сети. Для этого хост MEC должен маршрутизировать трафик к приложению MEC на основе IP-адреса UE, а не IP-адреса назначения.

Платформа MEC должна поддерживать получение информации от авторизованного приложения и использовать эту информацию для предоставления услуг другим приложениям MEC.

Примечание — Следует учитывать, что определение IP-адреса UE на платформе MEC пользователю недоступно. Эта информация должна быть предоставлена внешним источником (например, базовой сетью). В этом случае доверенное оператору приложение MEC получает эту информацию из внешнего источника и предоставляет ее платформе MEC.

4.18 Формирование сценариев каскадирования услуг кэширования, предоставления услуг сжатия и аналитики видео

При реализации сценария каскадирования услуг кэширования трафик из приложения кэширования контента в системе MEC отправляется в UE, сначала через приложение сжатия видео, а затем через приложение анализа видео (видеоанализ).

Запрос контента поступает на платформу MEC, а оттуда направляется в приложение кэширования контента.

Хост MEC должен поддерживать несколько приложений MEC.

После идентификации контента пользовательский трафик передается в приложение сжатия видео и видеоанализ и далее доставляется конечному пользователю.

4.19 Формирование сценария предоставления услуги мониторинга канала радиодоступа

Данный сценарий предоставления услуги позволяет проводить мониторинг канала радиодоступа. В дополнение к каналу по умолчанию UE может иметь несколько выделенных каналов. Выделенный канал используется для туннелирования одного трафика конкретного типа или более (например, VoLTE, видео и т. д.). Один из выделенных каналов может использоваться, например, для туннелирования трафика, требующего незначительной задержки, и ему присваивается значение QCI, равное 1. Другой канал может использоваться для трафика с высокой пропускной способностью, и ему присваивается значение QCI, равное 9. Значение QCI позволяет управлять качеством пересылки пакетов в сети радиодоступа.

Возможность маршрутизации трафика на основе информации о носителях позволяет отслеживать услуги на конкретном носителе.

Приложение, работающее на хосте MEC, может выполнять мониторинг трафика на заданных каналах или каналах с определенными значениями QCI.

Трафик профиля пользователя, который туннелируется через определенный канал и которому присваивается определенное значение QCI, направляется в приложение MEC для служб мониторинга.

4.20 Формирование сценария предоставления услуги развертывания хоста граничных вычислений с множественным доступом в плотной сетевой среде

Использование приложений MEC в плотной сетевой среде на хосте MEC осуществляется с целью обеспечения требований к задержке и взаимодействию с новыми пользователями при развертываниях на UE. Данный сценарий предназначен для уменьшения перегрузки беспроводной сети.

Из-за особенностей сети беспроводного доступа пропускная способность радиосвязи колеблется в зависимости от числа пользователей и типов приложений. Приложения MEC могут участвовать в определении решений проблем с пропускной способностью беспроводной сети. Связи между UE используются приложениями MEC, развернутыми на UE, чтобы устранить перегрузку беспроводной сети путем ограничения сетевого трафика и выполнить требования к задержке.

Альтернативой развертыванию является применение ретрансляционных узлов. В этом случае хосты MEC создаются на узлах ретрансляции. Система MEC управляет этими хостами на узлах ретрансляции аналогично другим хостам MEC, что позволяет системе MEC иметь дополнительные возможности для выполнения набора требований приложения MEC (обеспечение вычислительных ресурсов, ресурсов хранения, пропускной способности и т. д.).

Чтобы выявить перегрузку беспроводной сети служба MEC, доступная через платформу MEC, предоставляет информацию о радиосети специальному приложению. При обнаружении перегрузки сети приложение MEC может взаимодействовать с аналогичными приложениями, работающими на UE, и запрашивать у них активацию возможностей сети прямой связи между UE с помощью средств, специфичных для приложения MEC.

Если радиоузлы, аналогичные ретрансляционным, развернуты, то приложение MEC может собирать информацию о радиосети, включая информацию о местоположении радиоузла, и выполнять задачи для оптимального распределения обработки приложений MEC в разных местах.

Если приложение MEC получает информацию о радиосети, указывающую, что перегрузка сети устранена, то приложение MEC может деактивировать поддержку конкретного приложения посредством прямой связи между UE. Взаимодействие возобновляется между приложениями UE и соответствующими приложениями MEC, работающими на хостах MEC, связанных с их соответствующими радиоузлами.

Информация о радиосети позволяет выбирать подходящие хосты MEC для выполнения требований к приложениям MEC (по задержкам, вычислительным ресурсам, ресурсам хранения, пропускной способности и т. д.).

4.21 Формирование сценария предоставления услуги использования информации о радиосети

В данном сценарии информация о радиосети предоставляется через RNC.

Для оптимальной работы различным приложениям MEC требуется информация о радиосети, поэтому должна быть организована ее информационная служба. В данном сценарии, в котором хост MEC расположен на сайте радиоузла, информация может быть получена службой MEC от радиоузла. При размещении хоста MEC в RNC или в шлюзе базовой сети, в котором информация о радиосети недо-

ступна, возможна генерация необходимой информации на хостах MEC, расположенных в других развертываниях RNC или шлюзах.

Для получения наиболее точных данных о радиосети платформа MEC или специальное приложение MEC, предоставляющее эту услугу, должна(должно) учитывать несколько параметров, извлеченных из трафика, проходящего через радиосеть. При этом служба MEC включает в себя метод самообучения для адаптации конечных результатов к изменяющимся условиям в каждом радиоузле.

Приложениям, работающим на хосте MEC, может потребоваться информация о радиосети для оптимизации их производительности. Служба MEC может предоставлять такую информацию авторизованным приложениям даже в тех случаях, когда информация о радиосети недоступна службе MEC путем автономного создания этой информации.

4.22 Формирование сценария предоставления услуги унификации корпоративных коммуникаций

Услугу унификации корпоративных коммуникаций используют в организациях, применяя мобильные устройства и приложения.

Для достижения надежного покрытия и обеспечения требуемой пропускной способности организации могут использовать «мобильный офис», в котором бизнес-инструменты перенесены на мобильные устройства сотрудников, которые имеют повсеместный доступ к облачным бизнес-инструментам. Сформированные сценарии использования технологии MEC на территории организации осуществляют поддержку корпоративных приложений MEC на UE сотрудников.

Для объединения приложений MEC с АТС требуется следующий набор функций:

- перемаршрутизация внутренних вызовов;
- поддержка маршрутизации и обработки трафика IP-АТС (внутренние вызовы) для сотрудников организации;
- ассоциация корпоративной идентичности пользователя с трафиком мобильной сети для поддержки правил трафика, основанных на корпоративной идентичности пользователей;
- ассоциация корпоративной идентичности пользователя и идентичности мобильной сети (например, GPSI) для поддержки аутентификации на основе идентичности корпоративного пользователя;
- маршрутизация трафика по времени суток с целью установления правил обработки трафика UE различными способами в зависимости от времени суток;
- поддержка выборочного перенаправления трафика мобильных приложений обмена сообщениями на основе GPSI корпоративного пользователя в целях интеграции корпоративных систем обмена мгновенными сообщениями и SMS.

Платформа MEC предоставляет функциональные возможности, которые улучшают ассоциацию потоков IP-трафика с конкретным UE, с которым связан идентификатор внешней сети. Эта ассоциация выполняется с использованием стандартных методов, которые сохраняют конфиденциальность пользователя и секретность идентификационной информации как в мобильной сети, так и в организации.

Платформа MEC обеспечивает возможность маршрутизации трафика корпоративных профилей пользователей на UP между сетью оператора и сетью организации без прохождения через специальное приложение. Приложение MEC отвечает за контроль доступа и целостность пользовательского контента.

4.23 Формирование сценария предоставления услуги использования службы управления множественным доступом

Эффективность сети и восприятие QoE конечным пользователем возможны на основе правильно выбранных приложений MEC и информации из доступных сетей.

В системе MEC можно размещать приложения рядом с конечными пользователями в сети связи с несколькими различными технологиями доступа.

С помощью структуры MAMS оптимальные сетевые пути могут быть выбраны на UP без какого-либо влияния на сигнализацию профиля управления базовых сетей доступа.

MAMS используют для управления интеллектуальным и гибким выбором пути на UP в сетях с множественным доступом.

Как правило, MAMS обеспечивает следующие функции:

- CCM, который согласовывает использование сетевого пути с NCM на основе потребностей и возможностей пользователей;

- NCM, который использует информацию, полученную из сети доступа, обмениваясь которой с пользователем, настраивает пути на UP для устройства с множественным подключением;

- прокси-сервер данных множественного доступа клиента (C-MADP) обрабатывает процедуры выбора профиля пользователя;

- N-MADP, который управляет процедурами выбора профиля пользователя в сети.

Функции NCM и N-MADP, расположенные на стороне сети, могут быть размещены централизованно или в облаке MEC, а также могут быть развернуты как приложение MEC или размещены вместе с другими функциями (например, платформой MEC).

Для функции NCM, отвечающей за выбор интеллектуального сетевого пути, требуется актуальная RNI. Платформа MEC предоставляет эту информацию через API.

4.24 Формирование сценариев предоставления услуг производства и доставки видеоконтента

С помощью приложения MEC возможно формирование сценариев предоставления услуг, в котором видеоконтент составляется, обрабатывается и используется локально. Пользователи могут выбирать индивидуальный видеоконтент с помощью своего UE. Выбор может включать в себя определенный угол обзора, несколько углов обзора, замедленное воспроизведение, аналитику и статистику, параллельное сравнение между пользователями и т. д. Пользователи могут запросить угол обзора или снимок из места, которое недоступно на сайте.

Система MEC, развернутая внутри помещения, оптимально обеспечивает формирование сценария предоставления услуги производства видеоконтента. Приложения граничного видео, отвечающие за редактирование и композицию видео, работают в системе MEC. Запуск видеоприложений на периферии позволяет легко контролировать качество обслуживания и обеспечивать производительность доставки и использования видеоконтента.

Услуга по производству видеоконтента может предоставляться сторонними поставщиками услуг или операторами традиционных сетей. В этом случае предполагается, что оператор сети владеет облачными ресурсами. Сторонние поставщики услуг предоставляют приложения MEC и соответствующие требования сетевым операторам. Если операторы сети предоставляют услуги по производству видеоконтента, то приложения MEC принадлежат оператору сети.

Видеоконтент может быть предоставлен из нескольких источников. Различные устройства видеозахвата (камеры, дроны, пользователи) могут загружать захваченный видеоконтент через проводное или беспроводное соединение (сотовое или Wi-Fi). Устройства видеозахвата могут сначала подключиться к приложению MEC предварительной фильтрации, работающему в системе MEC, которое фильтрует видеоконтент на основе заранее установленного порога качества. После предварительной фильтрации видеоконтента происходит его обработка второго уровня.

Следующий уровень обработки захваченного видеоконтента выполняется одним или несколькими видеоприложениями, работающими на разных хостах системы MEC. Эти приложения позволяют редактировать и компоновать видеоконтент из нескольких источников. Они также могут получать статистические и аналитические данные об источнике услуги с облачного сервера через Интернет. Видеоконтент с разных ракурсов и из разных мест в сочетании со статистическими данными затем публикуется для просмотра конечными пользователями. Система MEC может конвертировать составленный видеоконтент в несколько видеоформатов для поддержки широкого спектра медиаплееров, которыми оснащено UE.

Предварительная обработка захваченного видеоконтента, например предварительная фильтрация, может выполняться непосредственно на месте расположения камеры. Это среда с ограниченными ресурсами, в которой использованы такие технологии, как «Контейнер». Приложения с интенсивными вычислениями (редактирование и форматирование) выполняются на том объекте, на котором доступно больше вычислительных ресурсов. В этой среде целесообразно использовать такие технологии, как ВМ.

Приложения граничного видео можно масштабировать или уменьшать динамически в зависимости от спроса. По мере увеличения числа пользователей можно создать несколько экземпляров приложения MEC и направить пользователей к наиболее подходящему экземпляру (в зависимости от местоположения, балансировки нагрузки на сервер и так далее).

Конечным пользователем может быть интерфейс или портал для подключения к локальным видеосерверам, работающим на периферии. Конечные пользователи могут быть подключены через сети радиодоступа (Wi-Fi или сотовая связь) от разных поставщиков услуг. Запрос на местный видеоконтент направляется в систему MEC, с которой работают видеоприложения.

Для производства видеоконтента с использованием приложений MEC система MEC предоставляет следующие услуги:

- видеосервис на границе, который состоит из нескольких экземпляров приложений MEC и использует сервисы других граничных систем или удаленного облака;
- развернутые компоненты видеоприложений, которые используют различные технологии виртуализации, такие как ВМ, контейнеры, микросервисы и т. д;
- развертывание компонентов приложения MEC с учетом требований пользовательского приложения, доступности ресурсов, сетевых возможностей, нагрузки и производительности сервера MEC;
- обеспечение связи между этими компонентами экземпляра приложения MEC или микросервисами;
- реплицирование или выведение из эксплуатации экземпляров приложений MEC по мере увеличения или уменьшения числа пользователей;
- изменение или перенаправление соединений приложений MEC по мере реплицирования их экземпляров.

Устройства-производители и пользователи-потребители видеоконтента должны быть направлены на правильный экземпляр приложения MEC по мере увеличения или уменьшения масштаба системы MEC.

Для целей производства и доставки видеоконтента система MEC должна обеспечивать:

- развертывание набора приложений MEC (или компонентов приложения MEC) на одном или нескольких хостах MEC, которые являются частью системы MEC;
- развертывание приложений MEC (или компонентов приложений MEC), которые могут использовать разные технологии, например ВМ, контейнер и т. д.;
- увеличение или уменьшение масштаба приложений MEC (или компонентов приложения MEC), которые являются частью набора приложений MEC;
- настройку маршрутов между граничными приложениями MEC, облачными службами и пользовательскими приложениями MEC в UE;
- быстрое перенаправление маршрутов между приложениями MEC, облачными службами и пользовательскими приложениями MEC в UE при масштабировании системы MEC вверх или вниз;
- использование услуг, предоставляемых авторизованными приложениями MEC, работающими в другой сети или в удаленном облаке.

4.25 Формирование сценария предоставления услуги оптимизации доставки мультимедийного контента

Доставка мультимедийного контента является основной услугой транспортировки данных, предоставляемых мобильными и фиксированными сетями. В связи с постоянным ростом спроса на трафик некоторые мультимедийные сервисы пытаются улучшить QoE путем оптимизации доставки трафика. SAND обеспечивает стандартизованные интерфейсы для поставщиков услуг, CDN и операторов для повышения качества потоковой передачи данных. Приложение SAND может являться конкретным приложением MEC для оптимизации доставки мультимедийного контента на периферии.

Как правило, SAND улучшает следующие функции:

- потоковую передачу данных посредством интеллектуального кэширования, оптимизации обработки и доставки на стороне сервера и (или) сети на основе отзывов пользователей об ожидаемых медиасегментах, принятом альтернативном медиаконтенте, уровне клиентского буфера и запрошенной полосе пропускания;
- адаптацию на UP на основе информации со стороны сети (сервера).

Таким образом, граничный сервер с SAND может использовать информацию, связанную с состоянием сети (канала), получаемую от сервера MEC, для определения вспомогательных сообщений, которые должны быть отправлены пользователю потоковой передачи данных.

Конкретным приложением MEC для варианта использования, описанного выше, является приложение SAND, являющееся частью службы PSS. SAND помогает реализовать сценарии использования технологии MEC, принятые в 3GPP, для кэширования прокси-сервера и для обеспечения качества обслуживания и поддержки сети для улучшения потоковых приложений.

Применение SAND повышает доступность API MEC для дальнейшей оптимизации потоковой передачи данных, т. е. посредством представления сетевой информации уровня RAN на прокси/граничном сервере на основе SAND (DANE) через API MEC.

Система MEC должна предоставлять информацию в виде сопоставления с ранее упомянутыми сообщениями информации о QoS и пропускной способности в SAND.

4.26 Формирование сценария предоставления услуги проектирования с помощью контейнеров

Сценарии предоставления услуги проектирования с помощью контейнеров позволяют получить:

- доступ к телекоммуникационным технологиям MEC в инфраструктуре системы MEC;
- возможность разработки приложений MEC для облака и развертывания этих приложений в инфраструктуре поставщика услуг MEC;
- возможность развертывания сложного приложения, при котором первый компонент работает локально в частном центре обработки данных, второй компонент работает как приложение MEC в контейнере, а третий компонент работает на UE;
- поддержку сети, позволяющую объединить различные компоненты приложения MEC в сеть;
- возможность обновления приложений MEC, включая приложения мобильного оборудования, работающие в контейнере(ах), гибким способом, аналогичным CI/CD (непрерывная интеграция, непрерывная доставка);
- возможность управления контейнерами и предоставление пользователю информации о состоянии приложений MEC, работающих в контейнерах.

Система MEC поддерживает несколько технологий виртуализации, включая ВМ и контейнеры. В зависимости от конкретного случая разработчики приложений MEC решают, какая технология виртуализации требуется, а затем соответствующим образом проектируют приложение MEC.

Если третья сторона предоставляет свое новое приложение в виде контейнера или набора контейнеров, то доставка может осуществляться так же, как и раньше для ВМ. При этом используют CFS, предлагаемую оператором связи, а пакет приложения делают доступным в системе MEC.

Контейнеры являются конструктивным решением для распределенного развертывания приложений MEC, для которого незначительная занимаемая площадь является отличительным фактором. Система MEC поддерживает процедуры управления системой MEC и жизненным циклом распределенных приложений MEC.

4.27 Формирование сценария предоставления услуги сторонним облачным провайдером

Сценарий предоставления услуг сторонним облачным провайдером осуществляется для бизнес-модели, в которой вычислительные ресурсы облачных услуг MEC используют альтернативные поставщики услуг, не являющиеся традиционными сетевыми операторами. Эти поставщики могут предоставлять услуги более чем одному сетевому оператору в определенном месте, выступая таким образом в качестве нейтрального хоста. Поставщик услуг, который владеет облачными ресурсами и предоставляет услуги приложений MEC, является сторонним облачным провайдером услуг MEC.

В этой схеме задействованы поставщик сетевых услуг, владелец оборудования, поставщик облачных ресурсов (вычислительных ресурсов и ресурсов хранения), поставщик приложений (услуг) MEC. С точки зрения сетевых операторов это может быть облачный провайдер или провайдер облачных услуг в зависимости от ролей, выполняемых внешним субъектом.

Облачные провайдеры предоставляют облачные ресурсы (вычислительные ресурсы и хранилище) операторам сети. Сетевые операторы арендуют эти ресурсы и самостоятельно управляют хостом MEC. Оператор сети настраивает правила трафика приложений MEC, чтобы трафик мог обрабатываться этим хостом.

Поставщики облачных услуг могут предлагать ресурсы сетевым операторам или поставщикам услуг и предоставлять услуги управления и хостинга. Они могут размещать приложения MEC от имени поставщиков услуг приложений MEC и настраивать трафик профиля пользователя для направления к приложению MEC.

Таким образом, сформированный сценарий предоставления услуг MEC сторонним облачным провайдером позволяет ускорить развертывание услуг MEC за счет объединения ресурсов с владельцами объектов. Поставщики сетевых услуг, например операторы мобильной связи, могут расширить свои предложения услуг MEC за счет временной аренды ресурсов без долгосрочных инвестиций в собственные мощности.

Поставщики сетевых услуг (операторы мобильной связи или интернет-провайдеры) могут заключить соглашение со сторонним облачным провайдером услуг MEC, которое позволит им направлять

трафик в сторону приложений вычислений MEC, работающих на граничных вычислительных мощностях, принадлежащих сторонним облачным провайдерам услуг MEC.

Система MEC позволяет распределять функции между сторонним облачным провайдерам и поставщиком сетевых услуг. Сторонний облачный провайдера может выполнять функцию хостинга MEC, а сетевой оператор предоставлять сетевые информационные услуги (информационная служба радиосети, служба определения местоположения и т. д.) для стороннего облачного провайдера.

Система MEC позволяет распределять функциональные возможности между несколькими заинтересованными сторонами. Системой MEC могут владеть несколько владельцев (сторонний облачный провайдер, поставщик сетевых услуг и поставщик услуг). Сторонний облачный провайдер может предоставлять возможность аренды ресурсов поставщику сетевых услуг, а сетевой оператор может управлять хостом MEC и приложениями MEC.

Система MEC должна позволять стороннему облачному провайдеру управлять облачными ресурсами, запускать собственный хост MEC и приложения MEC. Сторонний облачный провайдер должен настраивать путь трафика таким образом, чтобы пользовательский трафик мог обрабатываться размещенными на нем приложениями MEC. Система MEC должна позволять стороннему облачному провайдеру устанавливать правила и политику трафика при управлении сетью оператора и ресурсами граничного облака.

Система MEC предоставляет возможности, с помощью которых сторонний облачный провайдер может получать информацию, связанную с сетью, такую как информация о радиосети, информация о базовой сети и так далее, чтобы эффективно управлять ресурсами системы MEC.

Система MEC должна иметь возможность обеспечивать соблюдение требований конфиденциальности и безопасности в отношении стороннего облачного провайдера. Система MEC должна иметь возможность генерировать данные для выставления счетов на основе измерений трафика, например, когда трафик перенаправляется во внешнее граничное облако.

Платформа MEC, работающая в стороннем облаке, должна быть способна получать сетевую информацию, разрешенную для использования поставщиком сетевых услуг.

Объект системы MEC, работающий в стороннем облаке, должен иметь возможность информировать поставщика сетевых услуг (например MNO) о предпочтительной конфигурации и маршрутизации профиля пользователя.

Платформа MEC, принадлежащая третьей стороне, должна быть способна направлять трафик профиля пользователя из сети и в сеть поставщика сетевых услуг в соответствии с политикой поставщика сетевых услуг.

4.28 Формирование сценариев предоставления услуг многопользовательских и мультисетевых приложений

Сценарии предоставления услуг мультипользовательских и мультисетевых приложений формируют в том случае, когда в системе MEC участвуют несколько пользователей в нескольких сетях, на нескольких UE и требуется работа многофункциональных приложений с незначительной задержкой. Чтобы обеспечить приложениям незначительную задержку, поставщики услуг используют приложения MEC. Услуги приложений MEC предоставляются сетевыми операторами или сторонними поставщиками услуг.

Сетевые операторы владеют и управляют несколькими сетями, например сетями 3GPP и Wi-Fi. Они могут развертывать облачные ресурсы в своих сетях. Каждый из операторов может самостоятельно развертывать облачные ресурсы в своей сети и управлять ими. Например, сеть 3GPP и сеть Wi-Fi могут принадлежать разным операторам, и каждый из них может также владеть разными системами MEC. В этих случаях становится необходимым развертывание сценариев предоставления услуг многоуровневых приложений. При этом, многоуровневое приложение может состоять из внешних приложений (например, предоставление мультимедийных ресурсов, управление взаимодействием с пользователем и т. д.), работающих на границе сети (3GPP, Wi-Fi, фиксированная сеть) и удаленного облачного приложения для запуска приложений с интенсивными вычислениями. Системы MEC в сетях управляют и контролируют развертывание приложений MEC на внешнем интерфейсе в разных сетях. Эти приложения могут взаимодействовать друг с другом и с приложениями, работающими в удаленном облаке. Одно и то же внешнее приложение MEC может быть развернуто на разных границах сети.

В многопользовательских приложениях MEC пользователи могут запрашивать одновременно подключение к одному приложению MEC и подключаться к нему через разные сети доступа (например,

3GPP, Wi-Fi, фиксированную сеть). Система MEC позволяет экземплярам приложений MEC обрабатывать запросы пользователей и сотрудничать с приложениями UE в удаленном облаке.

Пользователи могут подключаться к приложениям MEC через разные сети радиодоступа и обслуживаться приложением MEC, работающим на границе сети интернет-провайдера через сеть 3GPP. Система MEC позволяет пользователю обслуживаться приложением MEC на границе сети 3GPP без каких-либо сбоев.

Системы MEC, принадлежащие разным владельцам, могут развертывать одно приложение MEC в разных сетях. Поставщик услуг может использовать возможности, предоставляемые системой MEC, для развертывания приложений MEC и управления ими в системах MEC. Приложения MEC, работающие в различных системах MEC, могут синхронно взаимодействовать между собой. Система MEC позволяет одному приложению MEC использовать услуги другого приложения MEC, работающего в других сетях или удаленном облаке. По мере перемещения пользователей или изменения состояния сети система MEC может перенастраивать связь.

Сценарии предоставления услуг мультипользовательских и мультисетевых приложений MEC должны обеспечивать:

- непрерывность сеанса при перемещении пользователя между различными системами MEC;
- создание экземпляра приложения MEC в нескольких системах MEC в разных сетях;
- развертывание приложений MEC с использованием различных технологий, таких как ВМ и контейнеры, в разных сетях;
- использование приложения MEC для UE, когда обслуживающее приложение MEC этого UE используется в другой системе MEC.

Система MEC должна предоставлять подробную информацию о своей среде виртуализации, чтобы авторизованный сторонний поставщик услуг мог развертывать приложения MEC в различных сетях.

4.29 Формирование сценария предоставления услуги с агрегацией нескольких технологий радиодоступа

Сценарии предоставления услуги с агрегацией нескольких RAT обеспечивают гибкое и быстрое развертывание новых приложений и услуг MEC для пользователей. Система MEC позволяет приложению MEC выбрать наиболее энергоэффективную RAT для UE и улучшить работу пользователя в сети с покрытием нескольких RAT.

4.30 Формирование сценария предоставления услуги передачи телевизионного сигнала до точки *x* через беспроводную связь

Передача телевизионного сигнала до точки *x* через беспроводную сеть широкополосного радиодоступа стандарта LTE/E-UTRAN (IPTV через WTTx) превосходит производительность фиксированных сетей. Технология на основе радиодоступа WTTx позволяет операторам и поставщикам контента сократить циклы развертывания инфраструктуры и экономить на инвестициях в сеть. IPTV через WTTx обеспечивает операторам быстрый доступ к рынкам домашних развлечений через сети стандарта LTE.

Сценарий предоставления данной услуги предусматривает применение приложений MEC для передачи телевизионного сигнала с использованием двухуровневой топологии IPTV. Первый уровень — центральный узел IPTV предоставляет услуги прямого телевещания и является источником VoD. Второй уровень — граничный узел IPTV предоставляет пользователям услуги EPG и VoD.

Центральный узел IPTV размещают в густонаселенных районах. Граничные узлы IPTV распределяют как можно ближе к пользователям, чтобы обеспечить желаемое качество обслуживания.

Маршрутизация трафика IPTV через EPC к граничным узлам IPTV существенно влияет на шлюзы базовой сети и сети передачи.

Поставщики услуг IPTV используют механизм многоадресной IP-адресации для поддержания услуг прямого телевещания, чтобы сэкономить на инвестициях в полосу пропускания. При этом транспортная EPC, как правило, не поддерживает многоадресную IP-адресацию.

При предоставлении в системе MEC услуги IPTV через WTTx происходит оптимизация трафика IPTV и разгрузка инфраструктуры беспроводной сети широкополосного радиодоступа.

Для трафика VoD в IPTV через WTTx используют приложение MEC, которое обеспечивает разгрузку трафика на граничные узлы IPTV. Таким образом, трафик VoD не проходит через EPC, что экономит как сетевые, так и передающие ресурсы, и в то же время повышает качество обслуживания пользователей.

При прямом телевещании с применением приложения MEC используется функция шлюза IPTV для управления группой многоадресной рассылки и пересылки многоадресного трафика. CPE получает сообщения IGMP от STB и передает их функции IPTV GW, размещенной в приложении MEC. Функция IPTV GW подключается к маршрутизатору многоадресной рассылки для присоединения к намеченной группе многоадресной рассылки с помощью протокола PIM. Центральный узел IPTV отправляет пакеты многоадресной рассылки на маршрутизатор многоадресной рассылки, который направляет эти пакеты целевым функциям шлюза IPTV. Функция IPTV GW пересылает пакеты многоадресной рассылки на основе правил пересылки, которые она создает для своих CPE и их групп многоадресной рассылки. CPE осуществляет многоадресную рассылку пакетов на STB для декодирования, рендеринга и воспроизведения на телевизионном оборудовании.

4.31 Формирование сценария предоставления услуги развертывания системы граничных вычислений с множественным доступом в сети 5G

Для формирования сценария предоставления услуги развертывания системы MEC в сети 5G используют архитектуру системы 5G для приложений, работающих в системе MEC.

Архитектура системы 3GPP 5G определяет функции профиля на UP, отделенные от функций на CP, что обеспечивает независимую масштабируемость, развитие и гибкое развертывание на UP. В этом случае необходимо развернуть функции UPF на границе сети 5G. Для поддержания приложения MEC базовая сеть 5G выбирает функцию UPF рядом с UE и дает указание направить трафик в локальную сеть передачи данных через интерфейс N6 в сети 5G, который обеспечивает доступ к внешним сетям пакетной передачи данных для пользовательского трафика. В сети 5G используют NEF в профиле на UP, чтобы предоставлять возможности сетевых функций внешним объектам. Внешние объекты могут отправлять запросы от имени приложений MEC в базовую сеть 5G, чтобы влиять на маршрутизацию трафика и функционирование сети. Например, внешний объект может запросить NEF предоставить информацию для управления маршрутизацией трафика пользовательских данных. NEF передает запрос информации о политике маршрутизации в PCF, который затем пересылает информацию о политике маршрутизации в SMF как часть правил PCC. Правила PCC используют для управления UPF при маршрутизации определенных потоков трафика в целевую граничную сеть передачи данных по запросу внешних объектов.

Система MEC обеспечивает оркестровку ресурсов инфраструктуры, необходимых приложению MEC, создание экземпляра приложения MEC, настройку правил приложения MEC на основе его назначения. Если систему MEC развертывают в сетях 5G, то приложения MEC должны предоставлять сети 5G информацию об управлении трафиком. Приложения управляются и координируются системой MEC, поэтому необходимо, чтобы система MEC обеспечивала поддержку взаимодействия с сетью 5G от имени приложений MEC. Эталонная архитектура системы MEC разделена на уровни системы MEC и хоста MEC. Компоненты управления системного уровня могут быть централизованы и развернуты для обеспечения взаимодействия с внешними объектами. Прокси-сервер управления жизненным циклом пользовательского приложения MEC получает запросы от приложения UE. При развертывании в сети 5G приложение MEC должно предоставлять сети 5G информацию об управлении трафиком и политике управления приложениями. Поэтому для связи с сетью 5G NEF могут потребоваться изменения в управлении на уровне системы MEC. Предоставляя информацию об управлении трафиком, приложение MEC может влиять на поток конкретного пользовательского трафика, направляемый из сети 5G к приложениям, работающим на конкретном хосте MEC.

4.32 Формирование сценария предоставления услуги хостов граничных вычислений с множественным доступом, поддерживающих транспортные рабочие задачи

Современные транспортные средства включают в себя разнообразную встроенную вычислительную среду, отвечающую за выполнение различных функций. Такая среда состоит из блоков обработки и процессов, в которых обмен данными осуществляется посредством конкретных сообщений. Среда практически не поддается реконфигурации и предназначена для выполнения разных функций. Чтобы устранить проблемы в работе вычислительной среды, применяют сценарий предоставления услуг системы MEC, который учитывает наличие транспортных хостов MEC, поддерживающих рабочие задачи, возникающие в транспортных средствах. Такие рабочие задачи могут быть адаптированы к нескольким схожим или различным функциям (например, связанным с безопасностью, телематикой, картами высокого разрешения для навигации, а также видео и другими информационно-развлекательными прило-

жениями), влияющими на различные бортовые устройства, например на блок управления двигателем транспортного средства.

Поскольку последней тенденцией в автомобильной промышленности является разработка архитектуры программного обеспечения с минимальным числом процессоров и открытыми операционными системами, то система MEC может конструктивно дополнить эту тенденцию, поскольку она предлагает открытую стандартизированную среду для эффективной интеграции приложений, работающих в транспортных средствах. Система MEC, реализованная с помощью хостов MEC, развернутых на борту пассажирских транспортных средств, может предоставлять услуги хранения пользовательского контента, улучшать пространственную контекстуальную осведомленность посредством использования радиосети, в том числе определять местоположения и (или) предоставлять другую информацию об изменении окружающей среды во время движения. При этом изменяющиеся условия подключения хоста MEC, его возможности обработки и хранения данных влияют на эффективность управления транспортным средством.

В составе транспортных хостов MEC имеются приложения MEC, выполняющие различные рабочие нагрузки, например машинное обучение, анализ данных, объединение функций измерительных датчиков, находящихся внутри и снаружи транспортных средств, обеспечение конфиденциальности потоков данных, направляемых в облако (например, размытие лиц в видеопотоках с бортовых камер и т. д.). Различные приложения MEC могут обмениваться данными напрямую или через приложение MEC V2X API.

Приложения MEC выполняют задачи, требующие обработки и передачи больших данных с транспортных средств в сеть, например, таких как AR, VR, искусственный интеллект и т. д.

Предоставление общей платформы приложений MEC для независимого развертывания среди поставщиков услуг за счет внедрения совместимых API-интерфейсов обеспечивает экономичный и эффективный жизненный цикл приложений MEC и предоставления услуг V2X.

4.33 Формирование сценария предоставления услуги «умный дом»

При формировании сценария предоставления услуги «умный дом» с использованием системы MEC применяют различные виды связи и технологии доступа. Операторы мобильных и кабельных сетей развертывают сети с использованием системы MEC внутри зданий. Канал «последняя миля» может быть предоставлен операторами кабельных или мобильных сетей посредством беспроводной транзитной связи. CPE может включать в себя функции MEC и поддерживать технологию MEC, а также подключаться к каналу «последняя миля». CPE с функциями MEC могут принадлежать одному или нескольким организациям. Оверлейная сеть может быть создана для предоставления услуг связи различным вычислительным узлам и узлам хранения.

Услугу «умный дом» могут предоставлять операторы мобильной связи, кабельного телевидения или другие сторонние поставщики. С целью обеспечения необходимых функций MEC в домашнем CPE могут быть размещены некоторые отдельные сервисные элементы, при этом CPE может взаимодействовать с другими сервисами в удаленном облаке.

Приложения MEC должны реализовывать доступные вычислительные возможности с учетом требуемых ресурсов для различных услуг. Приложение MEC должно обеспечивать управление выходными сигналами и их обработку с нескольких датчиков, а также генерирование немедленного ответа. Система MEC может предоставлять возможность, через структуру API MEC, обнаруживать и использовать вычислительные ресурсы, не относящиеся к MEC. Система MEC также может управлять и распределять сетевые ресурсы для устройств и датчиков с целью обеспечения незначительной задержки и высокой пропускной способности связи.

Для 3D-моделирования и 3D-картографии в домашних условиях требуются статическая и динамическая модели. Видеокамеры и датчики, применяемые для создания 3D VR-модели, могут быть мобильными или статичными. Эти камеры могут захватывать изображения окружающей среды и объектов для создания VR-среды. Динамическая модель обнаруживает, фиксирует и отслеживает движущиеся объекты. Затем динамическая модель накладывается на статическую модель. Точное позиционирование статических и движущихся объектов в помещении является ключевым элементом. Несколько датчиков могут отслеживать движущиеся объекты и передавать данные об их местоположении приложению MEC, работающему внутри здания. Система MEC обеспечивает точное позиционирование и моделирование внутри помещения путем сбора данных из окружающей среды с помощью различных датчиков.

УДК 621.397.132.129:006.354 ОКС 33.020

Ключевые слова: граничные вычисления с множественным доступом, формирование сценариев предоставления услуг

Редактор *Н.А. Аргунова*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *С.И. Фирсова*
Компьютерная верстка *М.В. Малеевой*

Сдано в набор 11.07.2025. Подписано в печать 28.07.2025. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 3,26. Уч.-изд. л. 2,83.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении в ФГБУ «Институт стандартизации»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов,
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru