

Электронный научный журнал «Век качества» ISSN 2500-1841 <http://www.agequal.ru>

2017, № 4 http://www.agequal.ru/pdf/2017/AGE_QUALITY_4_2017.pdf

Ссылка для цитирования этой статьи:

Воинов Д.А. Организация закрытых групп в Интернете как канал корпоративного управления // Электронный научный журнал «Век качества». 2017. №4. С. 66-92. Режим доступа: <http://www.agequal.ru/pdf/2017/417005.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

УДК 004 + 654

Распределенный поиск абонентов в сетях связи 5-го поколения.

Козинец Артур Валерьевич

старший преподаватель кафедры информационных систем

Московский технический университет связи и информатики

125993, Москва, ул. Народного Ополчения, 32

kozinets@mtuci2.ru



Груничев Юрий Алексеевич

кандидат экономических наук,

ассистент кафедры информационных систем,

Московский технический университет связи и информатики

125993, Москва, ул. Народного Ополчения, 32

ygrunichev@mail.ru

Аннотация. В статье рассматриваются тенденции, наблюдаемые в современных сетях связи, сочетающих как элементы фиксированного доступа, так и элементы связи с подвижными абонентами. Анализируются текущие трудности управления сетями, а также потенциальные проблемы в среднесрочной и долгосрочной перспективе. Отмечается существенный рост числа абонентов в среднесрочной перспективе в ходе реализации концепции интернета вещей (internet of things, IoT) и промышленного интернета вещей

(industrial internet of things, IIoT). Предлагается концепция иерархического распределенного поиска подвижных абонентов при вызове. Описываются алгоритм распределенного хранения информации о местоположении подвижных абонентов и алгоритм поиска информации о местоположении при вызове.

Ключевые слова: распределенные информационные системы; поиск подвижных абонентов; база данных о местоположении; быстрый поиск; интернет вещей; промышленный интернет вещей.

На данный момент человек использует множество различных мобильных устройств: традиционные телефоны, смартфоны, планшеты и т.д. Однако появление новых оконечных устройств, подключенных к сети, трансформирует традиционное представление о сетях связи в целом [1]. Подобные устройства будут осуществлять передачу и прием данных без участия человека в автоматическом режиме. Таким образом, генерация трафика, порожденного межмашинным взаимодействием, в сетях беспроводной связи следующего поколения потребует эффективного обслуживания. Для этого необходимо разработать новые методы управления сетью, в том числе поиск абонентов при вызове [2]. Для обозначения нового типа соединений в телекоммуникационном сообществе используются два равнозначных понятия. В стандартах консорциума 3GPP (3rd Generation Partnership Project) [3] используется термин МТС (Machine Type Communication), а в рамках Европейского института по стандартизации ETSI (European Telecommunications Standards Institute) [4] используется термин М2М (Machine-to-Machine). Далее будет использоваться терминология ETSI, как наиболее часто встречающаяся в профильной литературе.

Общая схема сети связи следующего поколения совместно с внешним окружением представлена на рисунке 1. Важной задачей в беспроводных сетях следующего поколения является поиск информации о местоположении

подвижного абонента при вызове [2]. Решением задачи поиск информации о местоположении, назначения приоритетов в зависимости от типа соединения с заданными требованиями к качеству обслуживания (QoS, Quality of Service) занимаются узлы управления услугами SCP (Service Control Point) [5].

Общая тенденция по снижению уровня доходов от предоставления традиционных услуг связи способствует активному росту интереса со стороны операторов беспроводных сетей последующих поколений к активно развивающемуся сегменту Интернета вещей (англ. Internet of Things) [6].

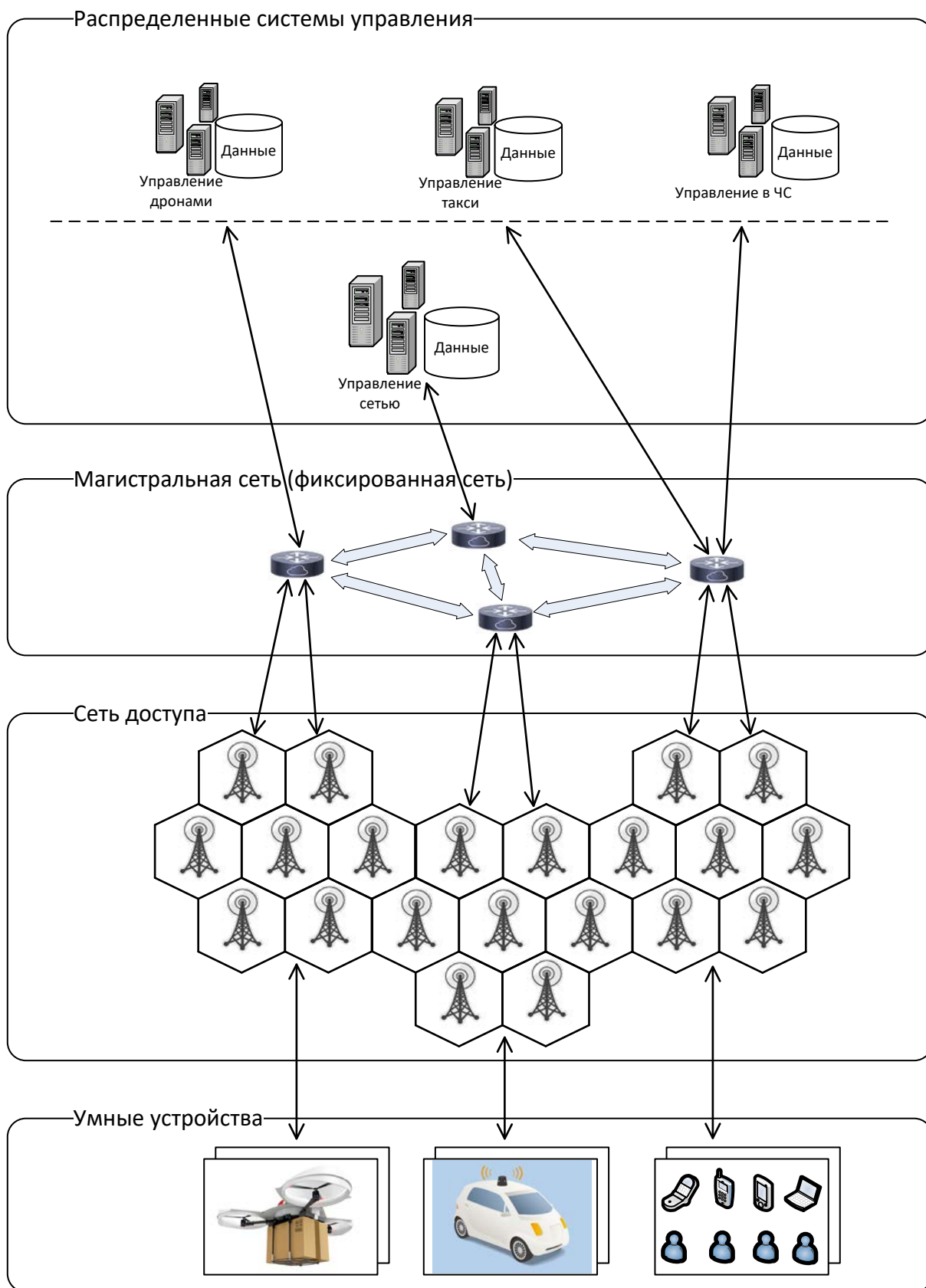


Рис. 1. Обзорная схема сети связи. Разработано авторами.

Интернет-вещей активно развивается. Умные вещи (беспилотные такси, дроны и т.д.) подразумевают управление ими с помощью распределенных информационных систем [7]. Архитектура интернета вещей состоит из четырех уровней: умные устройств, сеть доступа, фиксированной сети и управленческая надстройка.

Сеть доступа - это интерфейс между абонентом и системой. Каждый вертикальный столбик сети доступа представляет собой базовую станцию зоны обслуживания (поиска), независимой зоны вызова или просто соты.

Фиксированная сеть - это комплекс линий связи (радиорелейные, выделенные либо коммутируемые линии связи) используемые для передачи как полезного информационного, так и внутреннего служебного трафика между базовыми станциями системы.

Интеллектуальная сеть - это подсистема управления сетью. Именно с ее помощью отслеживаются перемещения абонентов, происходит поиск вызываемого абонента и установление соединения.

Какие же сценарии использования сетей связи следующего поколения можно уже сейчас предугадать? Во-первых, это **управление дронами** – небольшими беспилотными управляемыми летательными аппаратами.

Крупные розничные интернет-магазины, в скором времени планирует заняться тестированием оригинальной системы доставки товаров с помощью современных дронов. Об этом уже заявили руководители сразу нескольких интернет-компаний. Главным преимуществом работы с дронами станет высокая скорость доставки заказа. От склада до получателя должно быть не больше 16 километров, при этом вес товара не может превышать 2,3 килограмма. Такое расстояние охватывает значительную часть города, а под критерии веса подходит 86% всех товаров, которые представлены в интернет-магазинах. Это очень интересная идея. Ведь при таком подходе уже через 30 минут с момента оформления заказа человек сможет получить свой товар.

Интернет-компания Amazon объявила о старте тестирования сервиса доставки дронами Prime Air в Великобритании. Для начала тестирование проводится в одном логистическом центре в Кембридже и в нём участвует всего два живущих недалеко покупателя. Клиенты могут заказывать доставку дроном семь дней в неделю, причём только в дневное время и при определённых погодных условиях. Максимальный вес груза равен 2,3 кг.

В дальнейшем количество участников проекта будет расширено до нескольких десятков, а затем и нескольких сотен человек, живущих вблизи склада Amazon в Кембридже. Первая тестовая доставка дронами была выполнена в декабре 2016 г. Для выполнения заказа — ТВ-брелока Amazon Fire TV Stick и пакета с попкорном — компании потребовалось всего 13 минут с момента его размещения.

ФГУП «Почта России» планирует приступить к тестированию беспилотных летательных аппаратов в 2018 году. Идея заключается в том, чтобы доставлять посылки в труднодоступные районы при помощи дронов. Поначалу, по всей видимости, беспилотники будут использоваться для экстренной отправки медикаментов или других предметов первой необходимости.

Учёные Университета Джона Хопкинса провели исследование с целью проверки, насколько влияет доставка больших объёмов крови для переливания с помощью дронов на её качество. Не вызывает сомнений, что транспортировка грузов с помощью дронов имеет большие преимущества по сравнению с доставкой автомобильным транспортом, особенно когда речь идёт о труднодоступных или удалённых районах. К тому же доставка дроном осуществляется более оперативно.

Исследователи Университета Джона Хопкинса определили, насколько безопасно транспортировать большие ёмкости с продуктами крови (например, для переливания) с использованием беспилотных летательных аппаратов. В предыдущем исследовании учёные изучали влияние транспортировки

беспилотниками на химический, гематологический и микробный состав образцов крови, не обнаружив никаких отрицательных последствий.

Для проведения исследования команда учёных приобрела у Американского Красного Креста по шесть ёмкостей с эритроцитной массой, тромбоцитами и кровяной плазмой. Их размещали в пятилитровую холодильную камеру по 2–3 ёмкости с учётом ограничений по весу для дрона. Холодильную камеру прикрепили к дрону DJI S900, убрав фотоаппарат.

В ходе тестов дрон доставлял груз с постоянным мониторингом температуры хранения на расстояние от 13 до 20 км на высоте 100 м. Продолжительность полёта составляла до 26,5 мин. Тесты подтвердили возможность использования дронов для доставки больших ёмкостей с продуктами крови без негативных последствий для их качества. Доставленную кровь можно сразу использовать для переливания.

Второй из возможных сценариев использования сетей связи следующего поколения состоит в **управлении беспилотными автомобилями**. В августе 2016 года Сингапурская компания nuTonomy запустила первое в мире беспилотное такси. Компания nuTonomy опередила Uber на несколько недель. Первое время сервис доступен лишь на территории сингапурского делового центра. В 2018 году перевозчик планирует полностью заменить весь автопарк на беспилотники. По мнению главного операционного директора компании nuTonomy, внедрение в городской трафик беспилотного такси позволит снизить число автомобилей в городе в три раза – с 900 тыс. до 300 тыс. машин.

В Москве также может появиться беспилотное такси с технологией интеллектуального распределения заказов. "Яндекс.Такси" начал переговоры с автопроизводителями. Ранее Uber запустил первые беспилотные такси в США, решение об их внедрении в Москве может быть принято по итогам эксперимента в Штатах. Власти Москвы выразили готовность сотрудничать с сервисами такси по данному вопросу. Однако, появление беспилотных такси потребует изменений в ПДД и организацию специальных выделенных полос.

В настоящее время Минтранс подготавливает нормативную базу с целью внедрения в России беспилотного транспорта. По оценочным прогнозам Минтранса, к 2020 году на дорогах России могут появиться первые беспилотные грузовые автомобили. На первый взгляд идея выглядит фантастичной, тем не менее Минтранс уже начал разработку новой государственной информационной системой навигации на автомобильных дорогах (ГИС НАД), необходимой в том числе и для контроля потоками беспилотного транспорта. ГИС НАД должна стать альтернативой существующим аналогам Google и "Яндекса" и будет более точной, чем существующие навигаторы, погрешность которых составляет 10–15 м. Замминистра считает, что работа над новой навигационной системой продлится еще 1,5–2 года. Она будет сопряжена с отечественным аналогом американской GPS – глобальной навигационной спутниковой системой (ГЛОНАСС), что даст возможность оборудовать транспортные средства автопилотами.

Спутниковый спасатель. На первоначальном этапе эволюции беспилотной техники с 2016 года весь коммерческий транспорт, перевозящий опасные грузы и пассажиров, оснащен системой автоматического оповещения служб экстренного реагирования при авариях и других чрезвычайных ситуациях на дорогах — "ЭРА ГЛОНАСС". Затем она стала базовой для развития беспилотного легкового транспорта. Данную систему начали с 2016 года устанавливать на новые легковые автомобили. Первой отечественной машиной с подобной системой спасения стала Lada Vesta, производимая АвтоВАЗом.

В этом месте мы плавно переходим к третьему сценарию использования сетей связи следующего поколения – использованию сети связи в **чрезвычайных ситуациях.**

Современные технологии позволяют выполнять мониторинг чрезвычайных ситуаций новыми, более эффективными способами. В первую очередь это относится к автоматизированному дистанционному мониторингу

чрезвычайных ситуаций, организации заблаговременного предупреждения и оповещения населения о надвигающихся чрезвычайных ситуациях, что значительно снижает возможный ущерб, наносимый населению стихией или техногенными источниками, обеспечивают всем необходимым для мониторинга и анализа различных параметров источников потенциальной опасности, прогнозирования масштабов и временных рамок наступления чрезвычайных ситуаций, разрабатывать сценарии предотвращения и снижения ущерба, и, в результате, сохранять человеческие жизни и имущество в целостности. Система включает: Мониторинг пожарной безопасности, Мониторинг погодных и сейсмических явлений, Оповещение населения, Устранение последствий чрезвычайной ситуации.

Мониторинг пожарной безопасности зданий и лесов включает сбор, обработку и анализ данных с различных источников (датчиков задымленности, возгорания, температурных датчиков, систем видеонаблюдения, спутникового наблюдения и т.д.). Объединение этих данных в единую информационную платформу позволяет осуществлять функции мониторинга и анализа системы в целом, что может являться одним из ключевых направлений развития в пожарной охране. Помимо мониторинга пожарного состояния, система позволяет выполнять мониторинг состояния и диагностику пожарной техники, поддерживая ее в постоянной готовности и обеспечивая проведение работ по превентивному сервисному обслуживанию. Один из вариантов реализации – организация мониторинга пожарной безопасности здания, сбор данных с датчиков задымления, при возникновении пожара, включая оповещение людей, находящихся в здании и поблизости от него, вызов пожарной бригады, отвечающей за здание, анализ масштабов возгорания, автоматическое информирование соседних пожарных станций в случае крупных возгораний.

В местах потенциального возникновения различных катаклизмов, связанных с силами стихии, существует необходимость мониторинга различных параметров окружающей среды с целью обеспечения

прогнозирования возможного наступления чрезвычайной ситуации, ее масштаба и последствий, а также оповещения населения. Например – в лавиноопасных районах устанавливаются датчики уровня снега, мониторинг его уровня и анализ полученной информации позволяет спрогнозировать возможное наступление лавины. Другой пример – мониторинг уровня воды в реке на протяжении всего русла позволяет спрогнозировать вероятные наводнения. Сбор информации с сейсмических датчиков по всему миру и анализ данных о движении литосферных плит позволяет определить время и место землетрясений или цунами и принять необходимые меры для минимизации урона.

Если говорить о количественных оценках, то различные эксперты называют различные цифры. К 2020 году Компания Gartner ожидает, что к интернету будут подключены 26 млрд. «умных» устройств. Компания Cisco Systems оценивает эту величину в 50 млрд., а компания Intel аж в 200 млрд. Безусловно, не все из этих умных устройств будут подвижными, но существенная часть будет подразумевать мобильность. Кроме выше описанных беспилотных автомобилей и дронов, необходимо упомянуть умные фитнес-браслеты и ошейники для животных. Таким образом даже по консервативным оценкам число мобильных «умных» устройств, входящих в экосистему Интернета-вещей может составить несколько миллиардов экземпляров.

Какова же технологическая логика работы, и соответствующая информационная поддержка, реализации вышеуказанных сценариев воплощения концепции интернета вещей? Однозначного и исчерпывающего ответа на этот вопрос нет и быть не может в силу непредсказуемости реальных форм конкуренции поставщиков соответствующих сервисов по транспортному обслуживанию как с помощью дронов, так и с помощью беспилотных такси. Однако предугадать возможные варианты реализации возможно.

Безусловно, антимонопольные органы не допустят создания монополии, владеющей существенной долей беспилотных такси на каждой из выделенных

территорий: город, страна, и т.д. Следовательно, будет значительное число территориально распределенных поставщиков таксомоторных услуг. Вероятно, у большинства из таксомоторных компаний будут собственные технологические процессы распределения заказов клиентов на обслуживающие автомобили, и соответствующие информационные системы, автоматизирующие эти технологические процессы. Собственно, таксомоторным компаниям останется конкурировать только в части оперативности подачи автомобиля и оперативности замены автомобиля в случае нештатных ситуаций: поломка, ДТП и т.п. Задачей информационных систем управления парком автомобилей будет планирование подачи по принятым заказам со стороны потенциальных пассажиров, обеспечение размещения свободных автомобилей на обслуживаемой территории исходя из прогнозируемых потребностей в потенциальных заказах. Как следствие, при наличии числа заказов в конкретный момент времени, превышающих возможности их исполнения, выбор таких заказов, которые после исполнения привели к более желаемому распределению автомобилей на территории при условии, что заказчик поездки на беспилотном такси изначально декларирует пункт назначения.

При этом интерфейс взаимодействия между заказчиками и собственно автомобилями, вероятно, будут организованы преимущественно через приложения на смартфонах заказчиков. Это еще один из компонентов информационной системы таксомоторных компаний.

Подводя итоги состава консолидированного набора информационных систем всех экономических субъектов, участвующих в реализации сценария «беспилотное такси» концепции интернета вещей, можно зафиксировать, что с точки зрения системы связи будут преобладать соединения между мобильными абонентами: заказчик – диспетчерская служба малых и средних таксомоторных компаний (размещение заказа, подтверждение заказа, выставление счета на оплату, отзыв о поездке), диспетчерская служба малых и средних таксомоторных компаний – автомобиль (назначение заказа, мониторинг

прибытия автомобиля к заказчику, информирование о нештатных ситуациях), заказчик – автомобиль (посадка, высадка). В гораздо меньшем объеме будут присутствовать соединения между мобильными абонентами и облачными сервисами: заказчик – автоматическая диспетчерская служба крупных таксомоторных компаний, автоматическая диспетчерская служба крупных таксомоторных компаний – автомобиль.

В сценарии использования дронов необходимо рассматривать два варианта: наличие оператора, осуществлявшего дистанционное управление в ходе полета, и полностью автоматические дроны, получающие от центра управления только координаты места получения груза и координаты места доставки груза, а входе перемещения между точками маршрута работающего автономно. В варианте автоматических дронов состав технологических процессов организации доставки грузов, и соответствующие информационные системы, автоматизирующие эти технологические процессы, практически идентичны ранее рассмотренному сценарию работы беспилотных такси.

При варианте наличия оператора, осуществлявшего дистанционное управление в ходе полета, состав компонентов информационных систем и видов соединений будет немного другим. Кроме перечисленных ранее компонент информационной системы появляется автоматизированное рабочее место оператора, между которым и управляемым дроном должен быть организован постоянный канала для сбора телеметрии и передачи команд управления. При этом АРМ оператора не обязательно должен быть стационарным. В качестве такового потенциально могут выступать и мобильные устройства: смартфоны, планшеты. В этом случае еще в большей степени возрастает роль сети связи, обеспечивающей надежное и непрерывное соединение между мобильными абонентами.

Для сценария дистанционного мониторинга чрезвычайных ситуаций основной технологический процесс подразумевает удаленный сбор показаний с датчиков, расположенных на контролируемой территории. При этом даже не

смотря на стационарное размещение большинства датчиков, они подключаются преимущественно по каналам подвижной связи. При этом компоненты информационных систем, отвечающие за сбор, первичную обработку и хранение показателей окружающей среды, могут быть реализованы как в облачном исполнении, так и локализованы на территории соответствующего регионального центра по управлению в чрезвычайных ситуациях.

Сценарий устранения последствий наступления чрезвычайной ситуации подразумевает технологические процессы выдвижения сил и средств в место возникновения чрезвычайной ситуации, организацию расширенного мониторинга как в месте возникновения ЧС, так и в прилегающих территориях, организацию мобильных центров управления в непосредственной близости от места чрезвычайной ситуации. При этом практически все компоненты информационных систем, решающих задачи управления при устранении последствий наступления чрезвычайных ситуаций, реализуются в мобильном исполнении и используют каналы мобильной связи.

Таким образом мы видим, что преимущественным вариантом соединений в рамках концепции интернета вещей будут соединения вида «подвижный абонент – подвижный абонент». Соединения вида «стационарный абонент – подвижный абонент» и «стационарный абонент – стационарный абонент» будут встречаться гораздо реже.

Существующие сети 2G/3G/4G станут стартовой площадкой для запуска связи пятого поколения. Поэтому мобильные операторы по всему миру начинают готовить свою инфраструктуру к появлению стандарта 5G в 2020 году. Этот стандарт изменит представление людей о мобильной связи. Он станет мощным стимулом для развития “умных” городов, “умных” авто, “умных” гаджетов, новых сервисов. 5G обеспечит 1 млн подключений на км², скорость передачи 10 Гбит/с на абонента и задержку отклика сети всего 1 мс.

Учитывая большой рыночный потенциал сегмента Интернета вещей [6], операторы совместно с международными стандартизирующими организациями

формулируют широкий класс задач управления сетью для эффективного обслуживания M2M-трафика. Множество спецификаций консорциума 3GPP и института по стандартизации ETSI посвящено определению основополагающих принципов обслуживания M2M-трафика, а также формулированию функциональных требований к планировщикам беспроводной сети, которые отвечают за управление сетью (англ. Network Management) [8].

Ввиду особенностей M2M-трафика, существующие методы поиска информации о местоположении подвижного абонента в сетях предыдущих поколений [5], которые исторически были оптимизированы для обслуживания пользователей традиционных услуг связи (англ. H2H, Human-to-Human), должны быть доработаны. Трансформация сети связи с учетом роста числа абонентов показана на рисунке 2. С ростом числа абонентов и объемов передаваемого трафика для обеспечения необходимой плотности трафика будут сокращаться размеры зон обслуживания, и как следствие, будет возрастать число базовых станций на единицу площади. Естественно, это требует больших вычислительных мощностей для управления сетью вообще и поиска подвижных абонентов при вызове в частности. Растет число записей в базе данных о местоположении подвижных абонентов пропорционально числу абонентов. Растет число вызовов подвижных абонентов. Как следствие растет число запросов на поиск информации о местоположении. А число запросов на изменение информации о местоположении растет кратно. Как из-за роста числа абонентов, так и из-за уменьшения размеров зон обслуживания, а следовательно, более частом сменен зоны абонентов даже при сохранении скорости перемещения абонентов по сравнению с большими зонами обслуживания.

Домашний регистр местоположения абонента HLR (англ. Home Location Register) в сочетании с гостевым регистром VLR (англ. Visitors Location Register) составляют основу поиска подвижных абонентов в сетях GSM/UMTS. У крупных операторов может быть установлено несколько HLR, на каждом из

которых хранятся данные лишь по части абонентов оператора, так как из-за аппаратных и программных ограничений ёмкость каждого HLR лимитирована. Как правило, при организации сети стандарта GSM один или два узла управления, содержащих HLR/VLR, используются на территории, где проживает до одного миллиона пользователей (включая потенциальных).

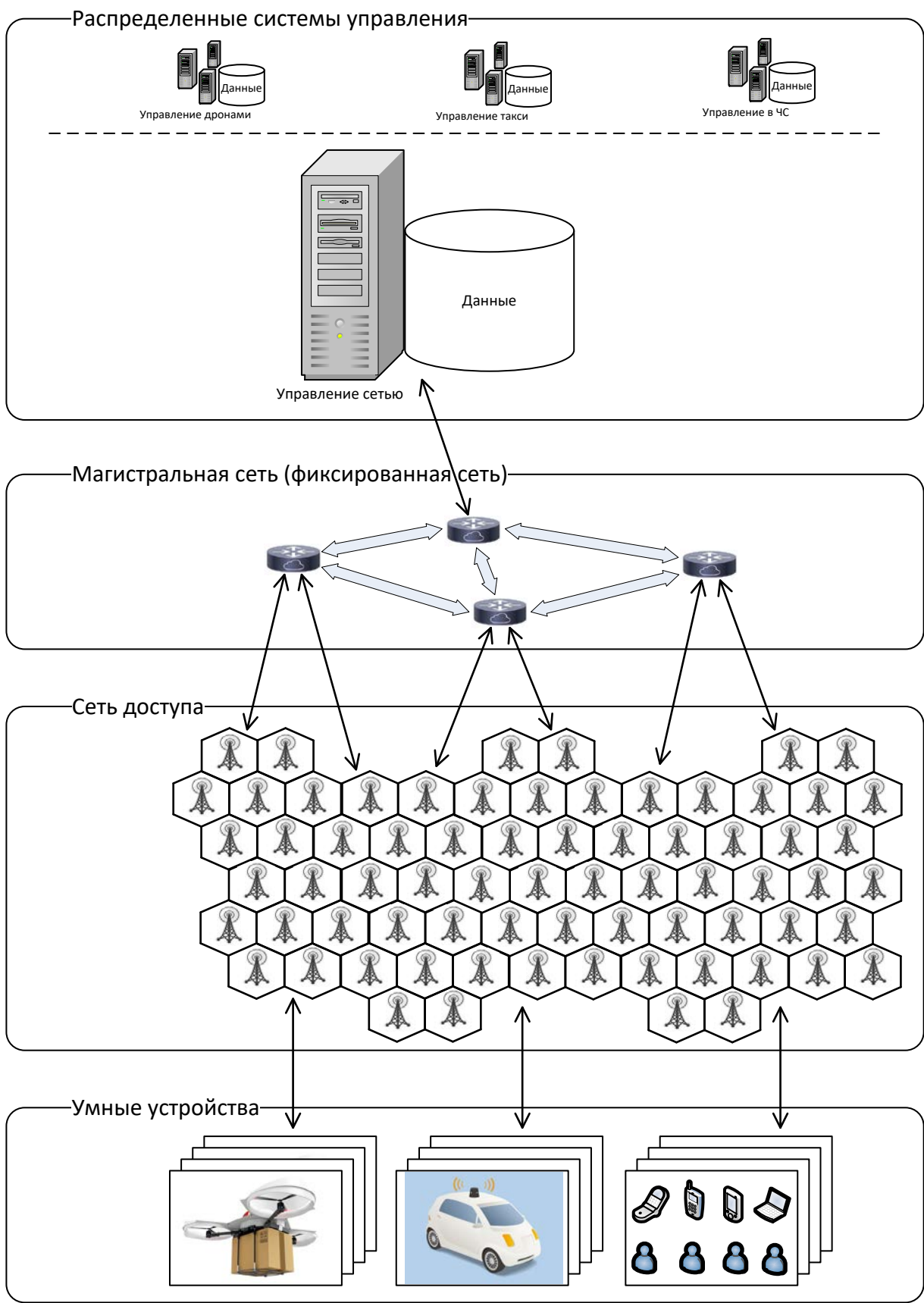


Рис. 2. Изменения в сети связи в связи с ростом числа абонентов и увеличением трафика. Разработано авторами.

К примеру, совсем недавно МТС Украина для обслуживания около 30 млн. абонентов эксплуатировала 27 HLR. Это в значительной степени осложняло эксплуатацию и техническое обслуживание сети, а также ограничивало емкость сети, что не позволяло удовлетворить потребности расширения абонентской базы. Ведь соединения между разными HLR одного оператора организуются как при меж-операторском роуминге, подразумевают настройку соединений каждый HLR с каждым HLR (см. рисунок 3.). Это стало причиной перевода системы управления сетью МТС Украина на технологию четвертого управления.

В сетях мобильной связи 4G с архитектурой IMS (IP-Multimedia Subsystem) домашний регистр местоположения абонента HLR заменяется так называемым сервером абонентов домашней сети HSS (Home Subscriber Server), который является в известном смысле расширением HLR, представляя собой сочетание регистра HLR, центра аутентификации AuC (Authentication Center) и новых абонентских баз данных, так называемых IMS Data. HLR/HSS включает в себя всю административную информацию по каждому абоненту, зарегистрированному в этой сети, информацию о разрешенных услугах и информацию о текущем местоположении мобильной станции в форме адреса сигнализации текущего гостевого регистра местоположения VLR.

Важно заметить, что идеология узла управления услугами SCP (Service Control Point) в классической интеллектуальной сети (ИС), разработанной первоначально для сетей фиксированной связи, перешла в регистры местоположения мобильного абонента HLR и VLR. Изначально регистр HLR использовался для представления базовой услуги телефонной связи и обеспечения роуминга телефонного соединения, а также для элементарных дополнительных услуг. Ситуация революционно изменилась с введением Customised Applications for Mobile networks Enhanced Logic (CAMEL),

благодаря чему HLR стал играть существенную роль в организации роуминга услуг, включая виртуальную частную сеть VPN, управление мобильностью (Mobility Management) и др.

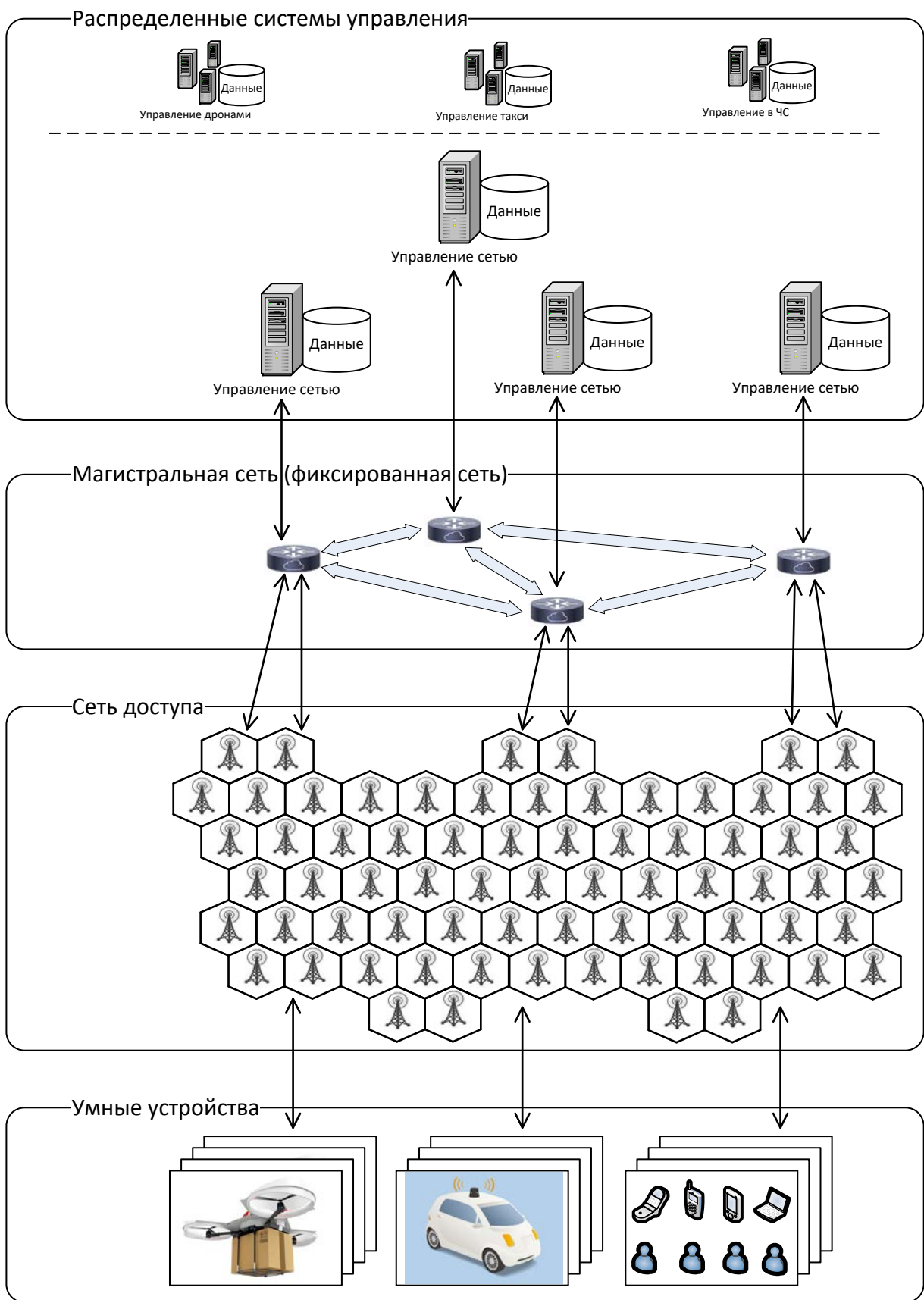


Рис. 3. Сеть связи с распределенным поиском абонентов. Разработано авторами.

IMS (IP Multimedia Subsystem), безусловно, ключевой термин в профессиональном лексиконе топ-менеджеров фирм – производителей телекоммуникационного оборудования и поставщиков услуг связи. IMS была локомотивом перехода к сетям 4G как естественной эволюции проектов в области сетей мобильной связи 3G и сетей фиксированной связи NGN [9]. Стал доступным широкий спектр действительно интегрированных мультимедийных услуг, которые прозрачно предоставляются как через мобильные, так и через фиксированные сети.

Идеи, которые легли в основу IMS, во многом перекликаются с базовыми постулатами интеллектуальных сетей связи (ИСС). Концепция ИСС была выдвинута лет 25—30 назад и предусматривала отделение блоков управления услугами от собственно средств коммутации трафика, а также упрощение разработки и внедрения новых услуг/приложений с целью привлечения к этим процессам максимально широкого круга сторонних разработчиков. Но вместо “множества новых услуг” технические решения ИСС дали толчок развитию лишь нескольких сервисов, один из которых — “бесплатный вызов” (услуга 800) — стал более или менее широко применяться в России только последние несколько лет.

Концепция IMS определяет основанную на общераспространенных протоколах семейства TCP/IP архитектуру предоставления сервисов (услуг), которая обеспечивает управление сеансами связи и доставку в рамках этих сеансов любых типов информации — речи, данных, видео, мультимедиа. Принципиально важно то, что в системах, отвечающих концепции IMS, услуги могут предоставляться разными сервис-провайдерами и доставляться до пользователей по различным (проводным и беспроводным) сетям доступа.

В сети IMS пользователь может подписаться на пакет услуг, зарегистрировав для их получения несколько терминалов с различными

характеристиками, адресами и типами подключений. Это могут быть: домашний ПК, подключенный к Интернету через DSL-линию или домовую сеть Ethernet; мобильный телефон с включенным сервисом GPRS; ноутбук или карманный ПК, “выходящий на связь” через хот-споты Wi-Fi. Каждый из этих терминалов регистрируется отдельно, но все они ассоциируются с одним пользователем, задающим правила, по которым входящие коммуникационные вызовы будут распределяться между разными терминалами.

Второй по важности блок IMS — “мозг” системы — это абонентская база данных (Home Subscriber Server — HSS). В первом приближении HSS можно сравнить с используемым в сотовых сетях регистром HLR, в котором хранится информация об активных абонентах и их местонахождении. Однако функции HSS значительно шире. Это база данных с информацией не только по абонентам мобильных сетей, но и по абонентам сетей фиксированной связи. Как уже говорилось выше, для IMS неважно, каким способом подключен абонент. В ней хранится информация о разнообразных предпочтениях абонента, например, по переадресации и фильтрации вызовов, оповещении и сообщениях голосовой почты, персональная адресная книга (buddy list) для рассылки сообщений и организации конференций. Также на сервере HSS есть все необходимые данные для учета доступности/статуса (presence) и местонахождения (location) абонента.

Основной организацией, в документах которой прописана архитектура IMS, является организация 3GPP (3rd Generation Partnership Project). Изначально целью 3GPP было создание спецификаций на систему мобильной связи третьего поколения (3G), которая бы стала дальнейшим развитием сетей GSM. Спецификации 3GPP публикуются в так называемых релизах, первый из которых появился в 1999 г. и известен как Release 99. Что интересно, в нем предусматривалось построение сетей 3G на основе технологий TDM и ATM и вообще не упоминались никакие IP-элементы. В спецификациях Release 4 (2001г.) логические функции по управлению вызовами отделены от транспорта

и предложена архитектура, в которой предусмотрено деление на логические уровни, но опять-таки нет понятия IMS. Оно появилось в документах Release 5 в начале 2003 г. Там определена концепция IMS, оговорено использование протоколов SIP и Diameter, функций CSCF и HSS, базовых принципов QoS [10]. Release 5 ориентирован на сети 3G UMTS.

HSS строится на другой элементной базе по сравнению с HLR, имеет существенно повышенную производительность, но даже уже в наше время в материалах компаний-производителей телекоммуникационного оборудования можно встретить фразу: «В случае если в сети IMS используется несколько серверов HSS, необходимо добавление SLF (Subscriber Locator Function) который занимается поиском HSS с данными конкретного пользователя». По сути, производители намекают о необходимости построения не просто распределенной системы [11, 12] поиска абонентов как было у МТС Украина: 27 HLR соединенных каждый с каждым. Эту фразу можно истолковать как указание на необходимость строить систему управления с двумя уровнями иерархии: несколько HSS на первом уровне и один SLF на втором уровне управления. При этом никаких научно обоснованных расчетов по числу уровней управления, числу элементов управления на каждом из уровней не представляется. Исключительно эмпирика – когда перестанет хватать одного HSS, добавляйте второй и соединяйте их через SLF.

Для частного случая предложение построить иерархическую систему управления и соответствующая архитектура сети связи описана в работе [13]. Авторы этой статьи предлагают системно подойти к решению проблемы поиска подвижных абонентов в перспективных сетях связи. Предлагается еще на этапе выработки стандартов пятого поколения предусмотреть иерархически распределенный поиск подвижных абонентов. Это в первую очередь относится к интеллектуальной сети. Именно с ее помощью отслеживаются перемещения абонентов, происходит поиск вызываемого абонента и установление соединения. Внедрение новых механизмов поиска информации о

местоположении подвижного абонента между большим количеством устройств, требует разработки новых математических моделей [14], описывающих работу интеллектуальной сети.

Список литературы

1. Недалекое будущее сетей 5G / Век качества. 2015. №2. с 22-25.
2. CCITT. (Blue Book) Recommendation Series Q.1000. «Mobile Subscriber Search Order». Geneva, 1988.
3. 3GPP TR 21.905 – Vocabulary for 3GPP Specifications (Release 12). 2013.
4. ETSI TR 102 725 – Machine-to-Machine communications (Definitions). 2013.
5. Степутин А. Н., Николаев А. Д. Мобильная связь на пути к 6G / Вологда: Инфра-Инженерия, 2017. – 796 с.
6. Куприяновский В.П. , Шнепс-Шнеппе М.А. , Намиот Д.Е., Селезнев С.П., Синягов С.А., Куприяновская Ю.В. Веб Вещей и Интернет Вещей в цифровой экономике // International Journal of Open Information Technologies. 2017. №5. С. 38-45.
7. Крейнделин В.Б., Усачев В.А. 5G - Фундамент для новых информационно коммуникационных технологий и услуг, использующих мобильную связь, Крейнделин В.Б., Усачев В.А. / Технологии информационного общества XI Международная отраслевая научно-техническая конференция: сборник трудов. 2017. С. 273-274.
8. Ignatova L., Khakimov A., Mahmood A., Muthanna A. Analysis of the Internet of Things devices integration in 5G networks / 2017 Systems of Signal Synchronization, Generating and Processing in Telecommunications (SINKHROINFO). 2017. Pp.

9. Гольдштейн А.Б. Эволюция моделей управления сетями NGN/IMS и пост-NGN, Гольдштейн А.Б. / Т-Comm: Телекоммуникации и транспорт. 2017. Т. 11. № 6. С. 46-50.
10. Dementev O., Galinina O., Gerasimenko M., Tirronen T., Torsner J., Andreev S., Koucheryavy Y. Analyzing the overload of 3GPP LTE system by diverse classes of connected-mode M2M devices / Proc. of the IEEE World Forum on Internet of Things 2014. pp. 309-312.
11. Воронцов Ю.А., Козинец А.В. Стандарты веб-сервисов для создания распределенных информационных систем / Ю.А.Воронцов, А.В.Козинец, // Век качества. 2015. №3. С. 55-72.
12. Воронцов Ю.А., Козинец А.В. Пример построения распределенной информационной системы на AJAX с использованием PHP и IIS (Internet Information Services) / Ю.А.Воронцов, А.В.Козинец, // Век качества. 2016. №2. С. 66-87.
13. Architecture of user applications for network with mobile nodes / Vorontsov Y.A., Farkhadov M.P., Blinova O.V., Abramnikov A.N. // 18-я международная конференция «Распределенные компьютерные и коммуникационные сети: управление, вычисление, связь» (DCCN-2015). С 460-465.
14. Ванина М.Ф., Ерохин А.Г., Фролова Е.А. Применение математических моделей для оценки эффективности web-сайтов / Т-Comm: Телекоммуникации и транспорт. 2016. Т. 10. № 8. С. 25-29.

Distributed search of subscribers in the 5G-networks

Kozinets Arthur Valerievich

Senior lecturer in information systems

Moscow Technical University of Communications and Informatics

#32, Narodnogo Opolcheniya street, Moscow, 123993, Russian Federation

[*kozinets@mtuci2.ru*](mailto:kozinets@mtuci2.ru)

Grunichev Yuri Alexeevich

candidate of Economics,

assistant in information systems,

Moscow Technical University of Communications and Informatics

#32, Narodnogo Opolcheniya street, Moscow, 123993, Russian Federation

ygrunichev@mail.ru

Abstract. The article discusses the trends in modern communication networks, combining both elements of fixed access and elements of communication with mobile subscribers. The article analyses the difficulties of network management, as well as potential problems in the medium- and long-term. There is a significant increase in the number of subscribers in the medium term, during the implementation of the concept of the Internet of Things (IoT) and Industrial Internet of Things (IIoT). The mobile customers hierarchical distributed search concept is offered. Describes the algorithm of the distributed storage of mobile subscribers location information and the search algorithm of location information when it is called.

Key words: distributed information systems; search of mobile subscribers; location database; quick search; Internet of Things; Industrial Internet of Things.

REFERENCES

1. Nedalekoe budushchee setey 5G / Vek kachestva. 2015. №2. S. 22-25.
2. CCITT. (Blue Book) Recommendation Series Q.1000. «Mobile Subscriber Search Order». Geneva, 1988.
3. 3GPP TR 21.905 – Vocabulary for 3GPP Specifications (Release 12). 2013.
4. ETSI TR 102 725 – Machine-to-Machine communications (Definitions). 2013.
5. Steputin A. N., Nikolaev A. D. Mobil'naya svyaz' na puti k 6G / Vologda: Infra-Inzheneriya, 2017. – 796 s.

6. Kupriyanovskiy V.P. , Shnepsh-Shneppe M.A. , Namiot D.E., Seleznev S.P., Sinyagov S.A., Kupriyanovskaya Yu.V. Veb Veshchey i Internet Veshchey v tsifrovoy ekonomike // International Journal of Open Information Technologies. 2017. №5. С. 38-45.
7. Kreyndelin V.B., Usachev V.A. 5G - Fundament dlya novykh informatsionno kommunikatsionnykh tekhnologiy i uslug, ispol'zuyushchikh mobil'nuyu svyaz', Kreyndelin V.B., Usachev V.A. / Tekhnologii informatsionnogo obshchestva XI Mezhdunarodnaya otraslevaya nauchno-tekhnicheskaya konferentsiya: sbornik trudov. 2017. S. 273-274.
8. Ignatova L., Khakimov A., Mahmood A., Muthanna A. Analysis of the Internet of Things devices integration in 5G networks / 2017 Systems of Signal Synchronization, Generating and Processing in Telecommunications (SINKHROINFO). 2017.
9. Gol'dshteyn A.B. Evolyutsiya modeley upravleniya setyami NGN/IMS i post-NGN, Gol'dshteyn A.B. / T-Comm: Telekommunikatsii i transport. 2017. T. 11. № 6. С. 46-50.
10. Dementev O., Galinina O., Gerasimenko M., Tirronen T., Torsner J., Andreev S., Koucheryavy Y. Analyzing the overload of 3GPP LTE system by diverse classes of connected-mode M2M devices / Proc. of the IEEE World Forum on Internet of Things 2014. pp. 309-312.
11. Vorontsov Yu.A., Kozinets A.V. Standarty veb-servisov dlya sozdaniya raspredelennykh informatsionnykh sistem / Yu.A.Vorontsov, A.V.Kozinets, // Vek kachestva. 2015. №3. S. 55-72.
12. Vorontsov Yu.A., Kozinets A.V. Primer postroeniya raspredelennoy informatsionnoy sistemy na AJAX s ispol'zovaniem PHP i IIS (Internet Information Services) / Yu.A.Vorontsov, A.V.Kozinets, // Vek kachestva. 2016. №2. S. 66-87.

13. Architecture of user applications for network with mobile nodes / Vorontsov Y.A., Farkhadov M.P., Blinova O.V., Abramnikov A.N. // 18-ya mezhdunarodnaya konferentsiya «Raspredelemnnye komp'yuternye i kommunikatsionnye seti: upravlenie, vychislenie, svyaz'» (DCCN-2015). S. 460-465.
14. Vanina M.F., Erokhin A.G., Frolova E.A. Primenenie matematicheskikh modeley dlya otsenki effektivnosti web-saytov / T-Comm: Telekommunikatsii i transport. 2016. T. 10. № 8. S. 25-29.