

# Стратегические задачи развития инфокоммуникаций

С.Л. Мищенко

**Аннотация**— В статье представлены наиболее вероятные, предполагаемые пути стратегического развития основных направлений инфокоммуникаций. Проведен анализ развития систем связи, влияние Интернета Вещей на инфраструктуру инфокоммуникаций, переход от сетей NGN к всепроникающим сенсорным сетям (Ubiquitous Sensor Networks), использование радио-спектра, эволюция систем связи, взаимоотношение потребителей и операторов связи, их взаиморасчетов. В работе также рассматриваются облачные вычисления, взаимодействие фиксированных и мобильных сетей, требования к звуковому и телевизионному вещанию. Обсуждаются вопросы безопасности, защиты обрабатываемой и передаваемой информации.

**Ключевые слова**— информация; эволюция систем связи; услуги связи; межмашинные коммуникации; аналоговые системы; безопасность.

## I. ВВЕДЕНИЕ

Развитию инфокоммуникаций придается огромное значение - во всех странах, во всех регионах мира. В каждой стране свои задачи, определяемые направлением и степенью развития общества. Задачи эти различны: от элементарного обеспечения связью до оказания разнообразных услуг связи с небывалыми, ещё вчера недостижимыми качественными показателями. Мы уже слышим о начале внедрения систем 5G в Южной Корее и давно о планах предоставления доступного Интернета в малонаселенных районах США и России.

К сожалению, все эти планы роднят экстенсивные пути развития: наращивание объемов обслуживания, системы при сокращении цифрового неравенства, увеличение скоростей передачи данных, всё направлено на увеличение дохода операторов и производителей оборудования.

Пока существуют различные природные условия, будет различна плотность народонаселения и, соответственно, различна доходность от оказания услуг связи. Доходность, вычисляется по принятым в настоящее время методикам, не учитывающим нематериальные факторы.

Обязательно сохранится разрыв в обслуживании различных категорий пользователей услуг связи. Безусловно, этот разрыв должен уменьшаться, поэтому попытаемся сформулировать основные стратегические

задачи развития инфокоммуникаций.

## II. ИНФОРМАЦИЯ, ЕЕ ОБЪЕМЫ, ВИДЫ, ТРЕБУЕМЫЕ СКОРОСТИ ОБРАБОТКИ: НЕ ЧРЕЗМЕРНЫ ЛИ ТРЕБОВАНИЯ?

Первая четверть 21 века характеризуется дальнейшим ростом перерабатываемых объемов информации как юридическими, так и частными лицами, и огромным ростом межмашинного обмена информацией. Бытует мнение, что лавинообразный рост объема информации будет продолжаться бесконечно. Это неправильно, так как конечны количества частиц во вселенной, информацию о которых необходимо знать и которые, в свою очередь, могут хранить и перерабатывать информацию.

Если ввести понятие «полезности» информации, верхний предел её необходимого объема значительно снижается и можно прогнозировать, что он будет достигнут уже в 21 веке. Существующий сейчас рост объема передаваемой информации требует роста производительности систем и сетей связи, как по объему передаваемой информации, так и по скорости её передачи.

Меняются и сами виды передачи информации, их соотношения: звук (телефония и звуковое вещание), видео (телевидение и видеоконференция или неподвижное изображение), передача данных.

Интегральный голосовой трафик, практически, стабилизировался, его прирост происходит только за счет людей, ранее не имевших телефона, а таковых единицы. Значительный прирост голосового трафика дало широкое распространение мобильной, в частности, сотовой связи, расширив время доступности связи вообще. В пределе голосовой трафик должен несколько спасть, так как общее время на разговоры уменьшается, если человек участвует в общественной жизни, используя другие услуги связи. Конечно, голосовой трафик каждого, также как и любой другой, зависит от времени, места, возраста и социального положения абонента, безусловно, лишь одно: его доля в общем трафике каждого абонента уменьшается, и это общая тенденция для всех стран мира.

Телефонная плотность (количество телефонов на 100 жителей) в каждой стране пропорциональна валовому национальному продукту и отражается на диаграмме Джипа, независимо от социального строя в данной стране.

Для расчета телефонного трафика во всем мире продолжают использование закона Эрланга, опубликованного в 1909 г., причем считается, что

Статья получена 5 сентября 2016.

С.Л. Мищенко – д.т.н., профессор, МТУСИ (e-mail: m3aa@yandex.ru).

среднее время занятия абонентом канала для одного разговора не превышает 3 минут, 3 вызова в час наибольшей нагрузки, полоса 3кГц (0,3-3,4 кГц).

По-другому обстоит дело с вычислением времени занятия канала вещанием (звуковым и телевизионным) - каналы заняты всё время, независимо от того слушает или смотрит передачи пользователь. В этом основное отличие вещательных каналов и необходимость, рациональность построения отдельной вещательной сети доступа. Положение резко усложняется с появлением услуги «вещание по заказу» - индивидуальный канал в сети доступа занят непрерывно. Этот факт привел к необходимости пересмотра архитектуры построения сети доступа - деление «последней мили». Применение мультисервисного канала для доступа решает проблему технически, но совсем не рационально экономически, так как требует значительного, ничем не обоснованного увеличения производительности канала до абонента.

**Рост требований.** Понятие ШПД (широкополосный доступ), по международным нормам принято для каналов со скоростью передачи от 2048 кбит/с и выше. В настоящее время широко рекламируются работы по увеличению скорости передачи в сети доступа до 100 Мбит/с и даже выше. Короткие (до 100 м) медные линии по дому и радиоканалы позволяют это выполнить. Но необходимо помнить, что скорость передачи канала от центра коммутации до дома должна быть увеличена в  $N$  раз ( $N$  – число абонентов в доме) – 10 -100 Гбит/с, а между центрами коммутации – 100 Тбит/с и выше.

Такая аппаратура появляется, но попытаемся понять, зачем большинству абонентов нужны такие скорости (исключая специальных пользователей, требующих сверхскоростных инфокоммуникационных услуг для научных исследований, например, коллаидер в реальном времени, или для целей обороны — системы ПРО, ПКО). Телевидение и видеоигры составляют наиболее тяжелую часть трафика. Скорость 2,048 Мбит/с полностью обеспечивает просмотр телевизионных передач повышенной четкости, а 10 Мбит/с – одновременный просмотр различных передач в 5 комнатах одной квартиры. Время скачивания целого видеофильма, при 10 Мбит канале – менее 1 минуты. Обязательно ли уменьшать его до 5с?

Особенно затратным является увеличение скорости передачи радиоканала ШПД: приходится резко увеличивать количество сот, иначе невозможно обслуживать территорию нахождения абонентов при ограниченном частотном ресурсе (число одновременно обслуживаемых одной сотой абонентов, при заданной полосе частот, падает пропорционально увеличению скорости передачи). Необходимость предоставления хэндовера и обеспечение работы абонента, движущегося с большой скоростью, так же снижает пропускную способность канала.

Можно усомниться в необходимости обеспечения больших скоростей обмена каналов общего пользования, для быстродвижущихся объектов. Внедрение радиосетей ШПД четвертого поколения

происходит не так быстро, как это планировалось, по-видимому, из-за ограниченной их применимости абонентами. Именно в радиосетях наметился курс на сосуществование сетей, работающих на больших и малых скоростях (разные частотные полосы, но один абонентский приемник).

Можно предположить, что распространение компьютеров, работающих в единой сети, а также сбор данных со всех датчиков, обеспечивающих среду жизнедеятельности людей, также подчиняется кривой Джини, только с другими коэффициентами зависимости (вероятно, эта зависимость еще более жесткая, чем для телефонизации).

Необходимо провести исследования способности людей по обработке того или иного вида информации для выяснения максимальных значений объема перерабатываемой информации, передачу, которой должны обеспечить сети связи для каждого физического пользователя.

**Аутсорсинг.** Можно предположить и нечто подобное в фиксированных сетях. Возможно, для общества в целом более выгодно, если вместо одной мультисервисной сети абоненту будут предоставлены услуги нескольких более простых и дешевых сетей, объединенных одним оператором доступа. Это решение назревает в мировой практике давно и активизируется тенденцией сдавать на аутсорсинг всё больше и больше функций оператора.

Первоначально на аутсорсинг выделяли непрофильные функции, а теперь и эксплуатацию основных сетей оператора. Формируется новая модель связи, в которой рождаются новые предприятия связи, специализирующиеся на определенных функциях различных сетевых операторов, одна из них – обслуживание абонентов (эксплуатация, ремонт, биллинг) различных операторов. Это удобно абоненту, выше качество обслуживания и дешевле оператору. Упрощается связь работников оператора с владельцами жилья, доступ на крыши, в подвалы, в подъезды и просто на территорию дома. Работа оператора по аутсорсингу становится более специализированной и поэтому упрощается.

Особенно рационален аутсорсинг функций оператора доступа при расширении услуг для построения «умного дома», «умного города». Количество необходимых датчиков состояния систем жизнеобеспечения растет и будет расти (как будет показано ниже), а обслуживание их становится всё более специфичным и обязательно привязанным к месту установки, т.е. домохозяйству.

### III. ЭВОЛЮЦИЯ СИСТЕМ СВЯЗИ

**Развитие сети оконечных компьютерных устройств.** Оконечные компьютерные устройства ОКПУ - это класс оконечных устройств инфокоммуникационной сети, включающий в себя персональные компьютеры и различные

технологические компьютеры, предназначенные для сбора информации и/или управления технологическими процессами - от эксплуатации систем жизнеобеспечения «умного дома» до контроля параметров и управления движения транспортных средств. Именно ОКПУ образуют бурно нарастающую сеть M2M, превышающую количественно классические инфокоммуникационные сети в 1000 раз, сети, пользователем которых не обязательно будет человек.

Требования к ОКПУ определяются назначением конкретных сетей для работы, весьма различны по мощности, быстродействию, по интерфейсам, иногда весьма упрощенным для различных датчиков. В данных сетях обязательна глубокая конвергенция ОКПУ с сетью связи (отсутствуют границы перехода).

Новые сети, в виду их масштабности, должны потреблять минимум электроэнергии и вносить минимум радиопомех, что потребует разработки новых специфических процессоров и новых принципов программирования с широким использованием «спящих» режимов.

Необходима разработка специальных принципов взаимодействия человека с компьютерами, вплоть до бесконтактных, управляемых мыслью, например, по системе «да», «нет» на первых порах, особенно при управлении быстропротекающими технологическими процессами.

Потребуется обучение целых поколений людей, формирование нового менталитета человека.

**О господстве протокола IP.** Действующая концепция развития связи в мире опирается на сети NGN, применяющей протокол IP. Долгое время интернет протокол представлялся единственно возможным вариантом развития связи. Действительно, с технической точки зрения применение IP позволяет унифицировать передачу сигналов всех известных услуг связи, что очень удобно.

Широкое внедрение IP выявило некоторые недостатки, которые принципиально неизбежны и были известны с начала применения IP. Основной недостаток IP сетей в принципиальной невозможности использовать всю пропускную способность сети. Нормальным является использование сети всего на 10 — 15%, более полное использование может приводить к значительным задержкам времени передачи информации, что для некоторых видов услуг (звуковое или телевизионное вещание и даже телефония) приводит к недопустимым искажениям (значительное, переменное время задержки). Особо отметим, что стоимость системы с коммутацией сообщений для передачи потока информации примерно на 40% дороже, чем передача такого же потока через системы с коммутацией каналов. Кроме того, сети с коммутацией сообщений гораздо сложнее защищать от перегрузок, преднамеренного блокирования, сложнее защищать передаваемую по ним информацию.

Будущее за комбинированными сетями, применяющими тот и иной вид передачи, в зависимости от требований к допустимым искажениям,

предъявляемым передаваемыми видами информации.

Ограничение скорости передачи, в первую очередь, представляется радиосредствами, так как полоса частот радио-спектра, пригодная для использования средствами связи, физически ограничена и представляет собой национальное достояние. Увеличение полосы пропускания потребует перехода к более экономичным видам модуляции, в первую очередь к передаче аналоговой информации.

Скорость обработки информации твердотельными устройствами так же ограничена конечными расстояниями между активными элементами схемы (в пределе атомами или электронами). Уже сейчас сверхбыстродействующие вычислительные устройства — аналоговые, их быстродействие принципиально в 3-5 раз больше цифровых.

**Развитие услуг связи. Интернет вещей.** Согласно закону «О связи» пользователям оказываются услуги связи 20 видов, включая почтовые. Тарифный справочник по оказанию услуг связи в СССР содержал около 400 услуг. Перечень услуг связи Японии включает в себя 4000 услуг. Такой большой разброс в числе оказываемых услуг вызван большим дроблением базовой услуги и комбинациями нескольких различных услуг, рождающих новую услугу.

По прогнозам Международного Союза Электросвязи МСЭ, к 2020 г. произойдет резкое увеличение числа каналов до пользователя (до 1000 датчиков, объединенных в различные сети, будут обеспечивать жизнедеятельность каждого члена общества). На 7-9 миллиардов населения Земли будет образовано до 7-9 триллионов каналов: несущих информацию к человеку, осуществляющих с ним обмен и сбор информации, возникшей в результате его труда, а также объединяющих и управляющих работой систем обеспечения жизнедеятельности людей. Принципиально новым аспектом этой концепции является необходимость включения человека в круг обмена информацией, отсюда тысячекратный рост оказываемых «услуг».

Окружающее человека информационное поле разнородно и требует каналов обмена с различной скоростью и разной производительности. Ясно, что их объединение нерационально. Требуемые параметры телефонных каналов, каналов звукового и телевизионного вещания, комфортного интернета установились исторически. Но непрерывно появляются все новые заявления об их повышении, о пересмотре параметров остальных каналов.

**Нумерация.** Известно априори, что предполагаемая их производительность относительно невелика, но задержки в передаче для некоторых видов услуг должны быть сведены к минимуму и должны быть стабильны. Увеличение числа каналов на три порядка должно привести к революционному пересмотру системы нумерации и системы связи, в целом.

Временные прогнозы МСЭ по развитию сетей связи, на наш взгляд, чрезмерно оптимистичны, более

реальны (во всяком случае, в России) сроки на 5-10 лет позже. Но сомневаться в наступлении такого периода не приходится и надо заранее готовить инфраструктуру инфотелекоммуникаций. В данном вопросе связь должна не только успевать за требованиями времени, но должна опережать, увлекая за собой возможностью создания проектируемых систем.

#### IV. МЕЖМАШИННЫЕ КОММУНИКАЦИИ

ITU, ETSI прогнозируют развитие систем и сетей связи, неразрывно связанное с появлением новых услуг. Сеть NGN остается небольшой составной частью USN (Ubiquitous Sensor Networks) – всепроникающих сенсорных сетей. USN включает в себя: различные АСУ, логистику, транспортные авто, авиа, морские и железнодорожные сети, контроль данных окружающей среды, данных о состоянии и местонахождении каждого человека, контроль за популяциями животных, контроль за растениями в природе и в сельском хозяйстве, контроль и управление различными механизмами, отдельно военными системами. Полный перечень еще не сложился, никогда не закончится его формирование. Именно эти сети создадут тысячекратный перевес над современными сетями.

Начиная с 2011 г. МСЭ начала рассматривать возможность замены концепции NGN концепцией умных всепроникающих сетей SUN (Smart Ubiquitous Networks), включающей в себя концепцию NGN, как одну из составляющих частей, модернизируемой до уровня поддержки межмашинных коммуникаций МОС (Machine Oriented Communications).

Концептуальная модель SUN охватывает концепции МОС, Интернет вещей IoT (Internet of Things), сети транспортных средств VANET (Vehicular Ad Hoc Networks), сети машина – машина M2M (Machine-to-Machine) и наносети (осуществляющие связь с помощью механического переноса наночастиц, а не с помощью электромагнитных колебаний).

Можно критиковать такое объединение концепций построения сетей, выдвигать более корректные решения, но самое главное в том, что надвигается новый период развития связи – связь между машинами и для машин. Главное отличие этого периода в тысячекратном увеличении числа конечных устройств. Увеличение объема информации точно неизвестно, но можно предполагать, что оно лишь удесятится.

Теория таких сетей только разрабатывается, но если мы вспомним развитие электросвязи, то при появлении АТС, уже в 20е годы появились служебные каналы, обеспечивающие передачу технологических сигналов сигнализации, мониторинг, телеметрию, контроль узлов ракет, самолетов и т.д.

Современная ракета содержит до 4096 телеметрических датчиков, причем задержки передачи сигналов не должны превышать нескольких мс, что исключает применение IP (телеметрия работает в процессе пуска и полета в реальном масштабе времени и

ее задержка делает бессмысленным управление процессами). Не менее важны каналы телеметрии внутри самолёта и на землю (уже применяют датчики, показывающие деформацию основных силовых элементов и действующие на них механические нагрузки, превышение которых может привести к разрушению конструкции в полете).

Наиболее массово начинается применение таких сетей в автомобильном транспорте, где сочетаются передачи данных об основных элементах движения автомобиля, состояние его основных элементов, самочувствие водителя и каждого пассажира.

#### V. О ПОСТРОЕНИИ СЕТЕЙ

Мы привыкли к построению сетей связи по географическому принципу: междугородные, зонавые и местные. В городах высокая концентрация населения, между городами – менее населенные территории. Отсюда возникает специфика в назначении сетей, оборудования, взаимоотношения операторов, их взаиморасчеты.

Современные мегаполисы тянутся на сотни километров, переходя друг в друга через условные границы, окружены пригородными зонами, неразрывно связанными с мегаполисами и друг с другом. Поэтому принципиально изменяется сетевое образование. Пробразом могут служить mash-сети, интеллектуально корректирующиеся при изменении трафика.

Скачок в развитии ВОЛС позволяет значительно упростить линейное оборудование и применять практически одинаковое оборудование для всех участков сетей, кроме «последнего дюйма».

Коренные перемены ожидаются в развитии спутниковых сетей связи. Основным недостатком наиболее развитых сетей, использующих спутники на геостационарных орбитах – большое время распространения сигнала (300 мс для одного скачка) и отсутствие оптимальной обработки сигнала на борту из-за невозможности модернизации бортового оборудования в течении длительной (15 лет) эксплуатации спутника – за это время на земле поменяются два поколения оборудования и долгая жизнь спутника приводит к финансовым потерям.

Уже прорабатываются варианты перехода на системы низколетящих спутников с обработкой сигнала на борту с возможностью их замены каждые 5 лет. Такие же возможности предоставляют системы виртуальных спутников, образованных группами небольших легко заменяемых аппаратов.

Перспективно применение высотных платформ (аппараты легче воздуха или что, более реально, БПЛА), так как с их помощью легче и дешевле строить инфокоммуникационные сети внутри регионов с радиусом 500 – 1500 км.

Специфика сетей требует своей топологии, а относительно небольшие объемы информации, передаваемые в пределах микрорайона, делают

нерациональным охват всех объектов универсальной сверхскоростной сетью связи. Новый виток спирали развития сетей опять приводит нас к необходимости построения многих специализированных сетей, согласованных со средствами обработки сигналов – с инфокоммуникационными сетями. Невозможно разделить сети общего пользования и технологические сети, должен последовать пересмотр НПА.

## VI. ОБЛАЧНЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ

Повсеместное развитие «облачных вычислений» требует резкого увеличения числа ЦОДов и быстродействующих транспортных сетей. Идея построения распределенных вычислительных систем рациональна и применяется с 1940х годов, с зарождения конвергенции связи и информатики. Желание упростить пользовательские устройства привело к концентрации вычислительных мощностей. Необходимо понимать, что такое перераспределение вычислительных мощностей временно — при следующем скачке вычислительных мощностей у пользователей (при сохранении компактности и стоимости домашних устройств) развитие «облачности» затормозится.

Производительность современных ЦОДов близка к оптимальной. Дальнейший рост производительности потребует непропорционального роста вспомогательных вычислений и значительной потери емкости систем связи для передачи вспомогательной, внутрисистемной информации, необходимой для работы системы. Энергетический коэффициент полезного действия «облачной» системы принципиально ниже полностью распределенной по пользователям, что также в будущем ограничит её применение.

Развитие инфокоммуникационных сетей России отличается лишь многообразием условий развития различных регионов и, соответственно, временем внедрения, но уже сегодня действует охватывающая всю страну банковская система – система межмашинной связи. Особую роль эти системы получают при развитии электронного правительства. Действуют (пока недостаточно разработанные МСЭ) системы взаимодействия человек–машина и машина–человек. Концепции работ вышеупомянутых систем отличаются от Интернета и требуют своих исследований и разработки.

## VII. О ВЗАИМОДЕЙСТВИИ ФИКСИРОВАННЫХ И МОБИЛЬНЫХ СЕТЕЙ

Исходя из названий сетей и их предназначения, можно утверждать, что последняя ступень доступа («последний дюйм»), должна быть беспроводной, так как невозможно опутать сотнями проводов небольшое помещение или автомобиль, самолет, катер. Правда, еще сложнее представить миллионы проводов для подключения датчиков между помещениями. Концепции построения сетей связи, построения разветвлённой

архитектуры между объектами нуждаются в разработке, в первую очередь концепции нумерации.

Нерационально объединение в одних сетях фиксированных и мобильных потребителей из-за значительного увеличения требуемого частотного ресурса при построении даже сотовых мобильных сетей. (Не путать с FMC – Fixed Mobile Convergence, обеспечивающей классические связи по наиболее дешевому составному варианту – проводному/беспроводному).

Предстоит освоение более высокочастотной части радиодиапазона до 1000 ГГц и более, широкое внедрение когнитивных принципов радиосвязи. Увеличение частот используемого радиодиапазона удобно с точки зрения локализации сетей внутри помещений, что обязательно для многократного повторного использования радио-спектра. Исходя из этого, назревает переход к инфракрасному диапазону частот.

Резюмируя вышесказанное, можно утверждать, что назревает революция в использовании радио-спектра: одновременно с сетями большой производительности, потребуется много сетей с меньшей производительностью с большой локализацией (до нескольких метров). МСЭ прорабатывает вопросы частотного обеспечения SRD (Short Range Devices).

Специфика локальных сетей потребует отхода от IP – часто более рациональны прямые закреплённые каналы. Для некоторых радиосетей возможен переход к аналоговым методам передачи.

## VIII. ЗВУКОВОЕ, ТЕЛЕВИЗИОННОЕ ВЕЩАНИЕ И ИНТЕРНЕТ: НОВЫЕ ТРЕБОВАНИЯ

Звуковое и телевизионное вещание составляет весомую часть информатизации общества. Активно расширяющуюся роль Интернета нельзя рассматривать как замену радио и проводного вещания. Это принципиально иной вид массовой информации, как по основам восприятия, так и по содержанию, которое формируется на других принципах. Принципиально различны способы распределения информации до пользователей: каждому доступна индивидуально сформированная программа или пакет программ, из которых можно выбирать желательную в данный момент.

Индивидуальное формирование личной программы самим пользователем не может заменить профессионально сформированные программы, несущие массовую информацию - основные новости, а также художественно – идеологическую составляющую, необходимую всем.

Замена вещательного принципа передачи «точка – много точек» связным принципом «точка – точка» нерационально увеличивает требуемую общую пропускную способность систем связи, что особенно нежелательно в системах радиосвязи.

Всемирная система радиосвязи представляет единую многоканальную нелинейную систему с

ограниченным частотным и мощностным ресурсом. Включение каждого нового объекта приводит к общему увеличению шума в любой точке планеты во всех полосах радио-спектра.

Совершенствующаяся техника подготовки и воспроизведения (переход от 4К к 16К) позволяет резко повысить четкость изображений. Уже реализованы принципы формирования голографических изображений, передающие истинные объемы объектов и позволяющие рассмотреть объект со всех сторон. Резкое повышение информативности сигнала приводит к расширению спектра и динамического диапазона сигнала передачи. Мировое сообщество подходит к формулированию параметров сигналов изображений повышенной четкости, исходя из требований восприятия.

Телевидение должно обеспечивать комплексное восприятие изображения и звука (нет главенствующей роли одного над другим, обязательна гармония). Естественно повышение требований к звуковоспроизведению в телевидении. Рекомендации МСЭ об увеличении числа каналов звукопередачи до 9 является спорным, так как в 1950 годы в СССР было показано, что исключение каналов через один в девяти-канальной круговой системе (остается 5) не замечается слушателями. Уже показано, что для исключения заметности оцифровки звукового сигнала необходимо увеличить число разрядов квантования до 24, а частоту квантования до 192 – 256 кГц.

Применяемые методы устранения избыточности достигли предела и уже приводят к заметным искажениям воспринимаемого изображения и звука. Принципиально новыми методами могут быть: опознание каждого объекта передачи (звукового и видео), значительного уменьшения базы сигналов ожидать не приходится, поэтому в телевидении грядет (уже принятое с 1950х в звуковом вещании) деление на художественное и информационное.

Передача изображений повышенной четкости по радиоканалам до 1 ГГц затруднена, во всяком случае, ограничена максимум несколькими каналами. В основном, в этих каналах останутся информационные каналы. Более перспективными для передачи сигналов телевидения повышенной четкости являются кабельные системы (в основном, оптические) и спутниковые каналы. Именно каналы повышенной четкости первыми для сужения требуемой полосы пропускания потребуют перехода на аналоговые методы модуляции.

Для установления научно обоснованных параметров каналов передачи и разработки новых средств устранения избыточности требуется проведение исследований по чувствительности органов восприятия человека к искажениям сигналов различного рода.

Например, практически не нормируются частотно-фазовые искажения в звуковых каналах. Хотя их контроль в сквозном канале, и особенно в каналах звукоусиления необходимы, а в звукорежиссерских каналах первичной обработки желательно и управление ими. Кратковременные динамические искажения (искажения формы сигнала) присущи всем выходным

каскадам мощных устройств, но их заметность также не исследована. Даже значения заметности допустимых амплитудно-частотных искажений в телефонии подвергаются коррекции при появлении телефонии повышенной комфортности.

Совершенствование возможностей техники каналов изображения приводит к необходимости коррекции не только требований к четкости, но и к значениям требуемого динамического диапазона канала яркостей и линейностей и временных параметров каналов цветности.

## IX. О БЕЗОПАСНОСТИ

**Массовое оповещение.** Для массового оповещения населения о различных стихийных, техногенных или террористических угрозах необходимо предусматривать возможность использования всех существующих каналов связи. Распределительная сеть оповещения должна включать все возможные звуковые и видео средства, включая Интернет. Обязательны громкоговорящие уличные, подъездные системы, работа которых не зависит от общей энергосети города.

Зонирование сети массового оповещения должно позволять локализацию территории, на которой реальна угроза, в зависимости от конкретных метеорологических условий (направление и сила ветра, температура, осадки...) в момент оповещения, не затрагивая всей территории города, области, страны. Требование жесткой локализации массового оповещения диктует обязательность дополнения звукового и телевизионного радиовещания проводным.

В будущем обязательно объединение сети оповещения и сети сбора «тревожной информации» службы 112 от каждого домовладения, каждого жителя, сопряженной по функциям с сетью USN.

Особого внимания, с точки зрения массового оповещения, заслуживают вопросы мощного радиовещания в НЧ, СЧ и ВЧ диапазонах. Именно информационное звуковое радиовещание, с простейшей амплитудной модуляцией в этих диапазонах позволяет образовывать сети простейших приемных устройств, полностью охватывающие всю территорию России и мира.

**Защита обрабатываемой и передаваемой информации.** Вопросы защиты передаваемой информации возникают в момент разработки каждой новой системы инфокоммуникаций. Образно говоря, в борьбе «снаряда и брони» всегда побеждает снаряд. Непрерывно совершенствующиеся методы взлома защиты информации приводят к совершенствованию методов защиты, которые заключаются во всё более изощренных методах кодирования передаваемой информации и/или применению видов модуляции всё более затрудняющих обнаружение самого факта передачи.

Эффективность методов защиты определяется

временем, необходимым для расшифровки сигнала противником и его превышением над временем сохранения актуальности обрабатываемой информации. Например, закрытие параметров траектории ракеты, которые не должны быть расшифрованы в течение полетного времени и не должно повторяться при каждом сеансе.

Все методы защиты уменьшают пропускную способность системы и позволяют просто вычислить стоимость защиты, таким образом, её можно оптимизировать по заранее заданному критерию.

Защита передаваемой информации начинается с защиты самой инфокоммуникационной сети, каждого её элемента. Необходимо применение механических методов защиты оборудования и главное - программных. Именно программными методами удобнее всего организовывать альтернативные каналы утечки и подмены информации, а если необходимо нарушения связи, вплоть до самоликвидации оборудования по истечении определенного периода эксплуатации или по сигналу извне.

Меры по защите информации должны приниматься во всех периодах жизненного цикла оборудования и программного обеспечения от проектирования до эксплуатации. Наиболее полно это требование можно выполнить лишь, применяя отечественное оборудование.

Особое внимание необходимо уделить защите мест генерирования, передачи и приема информации и иметь в виду, что информацию можно восстановить по исходным данным.

## X. БИЛЛИНГ И ВЗАИМОРАСЧЕТЫ

Резкое увеличение количества датчиков, встроенных непосредственно в различные агрегаты и работающих в локально ограниченных сетях, потребует пересмотра понятия оператора связи, его границ. Этот пересмотр повлечет за собой пересмотр системы взаиморасчетов, между операторами и расчетов с пользователями.

Можно утверждать, что потребность во многих мало загруженных каналах приведет к отходу от общепринятой сейчас системы взаиморасчетов по объёму передаваемой информации (затраты на эксплуатацию систем связи не зависят от объёмов передаваемой информации). Пользователь должен платить за возможность использования в любой момент данной системы связи.

Ожидается изменение экономической модели функционирования связи и вещания (намечается отход от «рекламной» модели). Распространение систем подобных Skype приведет к уничтожению оплаты классических телефонных услуг.

В далёком будущем принципиально новой оценкой любой системы связи станет мера вносимой ею энтропии в общую энтропию, вносимую всей деятельностью человечества. В основу оценки каждой системы инфокоммуникаций должна быть положена мера превышения потребляемой ею энергии для

обработки и переноса информации и частотного спектра, минимально достаточных теоретически для данных операций.

Каждый пользователь, оператор и производитель аппаратуры должны будут платить обществу за наносимый экологический (в широком смысле) ущерб от обработки и передачи информации и получать от общества за результаты обработки информации.

## XI. ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНОЕ ЗАМЕЧАНИЕ

Не все связисты разделяют приведенные в данной статье мысли, но каждый понимает, что достаточно скоро должен начаться период революционных переверотов в развитии инфокоммуникаций. Как и любая революция, перестройка инфокоммуникаций потребует значительных материальных затрат и достаточно длительного времени «проб и ошибок». Для сокращения всех издержек инфокоммуникационная наука при поддержке операторов связи уже сейчас должна начать необходимые исследования.

Настоящая статья является продолжением обсуждения стратегических задач развития телекоммуникаций, проводимого журналом INJOIT (см. например статьи [1-4]).

## БЛАГОДАРНОСТИ

Автор благодарен профессору Шнепс-Шнеппе М.А. за ценные замечания и редактирование.

## БИБЛИОГРАФИЯ

- [1] Соколов Н. А. Системные аспекты построения и развития сетей электросвязи специального назначения //International Journal of Open Information Technologies. – 2014. – Т. 2. – №. 9. – С. 4-8.
- [2] Шнепс-Шнеппе М. А., Селезнев С. П., Куприяновский В. П. Сеть DISN как прототип сети связи гражданской обороны NG112 //International Journal of Open Information Technologies. – 2016. – Т. 4. – №. 5. – С. 39-47.
- [3] Шнепс-Шнеппе М. А. и др. О телекоммуникационной инфраструктуре комплекса «Безопасный город» //International Journal of Open Information Technologies. – 2016. – Т. 4. – №. 6. – С.17-31.
- [4] Шнепс-Шнеппе М. А. и др. О кибербезопасности критической инфраструктуры государства //International Journal of Open Information Technologies. – 2016. – Т. 4. – №. 7. – С. 22-31.

# The strategic objectives of infocommunications development

S.L. Mishenkov

**Abstract—** The article presents the most likely and expected paths of strategic development of the main directions of information communications. We provide the analysis of the development of communication systems, discuss the impact of the Internet of Things in the info-communications infrastructure, the transition from NGN networks for pervasive sensor networks (Ubiquitous Sensor Networks), the use of radio spectrum, the evolution of communication systems, the relationship of consumers and operators, their settlements. The paper also discusses cloud computing, the interaction of fixed and mobile networks, the requirements for sound and television broadcasting. We describe security issues, the protection of processed and transmitted information.

**Keywords—** information; the evolution of communication systems; communication services; machine to machine communication; analog system; security.