

**ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ МИРОВОГО РАЗВИТИЯ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ**

В прошлом веке мировая цивилизация приступила к созданию информационного общества. При этом современная телекоммуникация, которая обобщила понятие “Связь”, во многом теряет былое самостоятельное значение в обществе, являясь составной частью при решении более общих задач, происходящих процессов в обмене информации. По сути, телекоммуникационные системы в настоящее время становятся материальной основой информационных систем.

Характер научно-технического прогресса последних лет потребовал разработки и внедрения специфических информационных технологий для доставки, обработки и коммутации сообщений, разработки стандартных процедур обмена информацией и создания соответствующих технологий и аппаратно-программных решений, обобщенных в 7-й уровневой модели взаимодействия открытых систем, предложенной Международным союзом электросвязи (МСЭ). Этим же союзом предложен термин «инфокоммуникации», который как бы указывает на конвергенцию связи и информатики [1,2].

Характерно, что вследствие слияния связи и информатики потребовалось привлечение и системной проработки. Таким образом, возникла потребность создать на стыке теории связи, теории информатики и теории систем некую новую теорию систем связи, элементы которой создаются в настоящее время на наших глазах.

Примерный состав структуры будущей теории систем связи представлен на рис. 1.

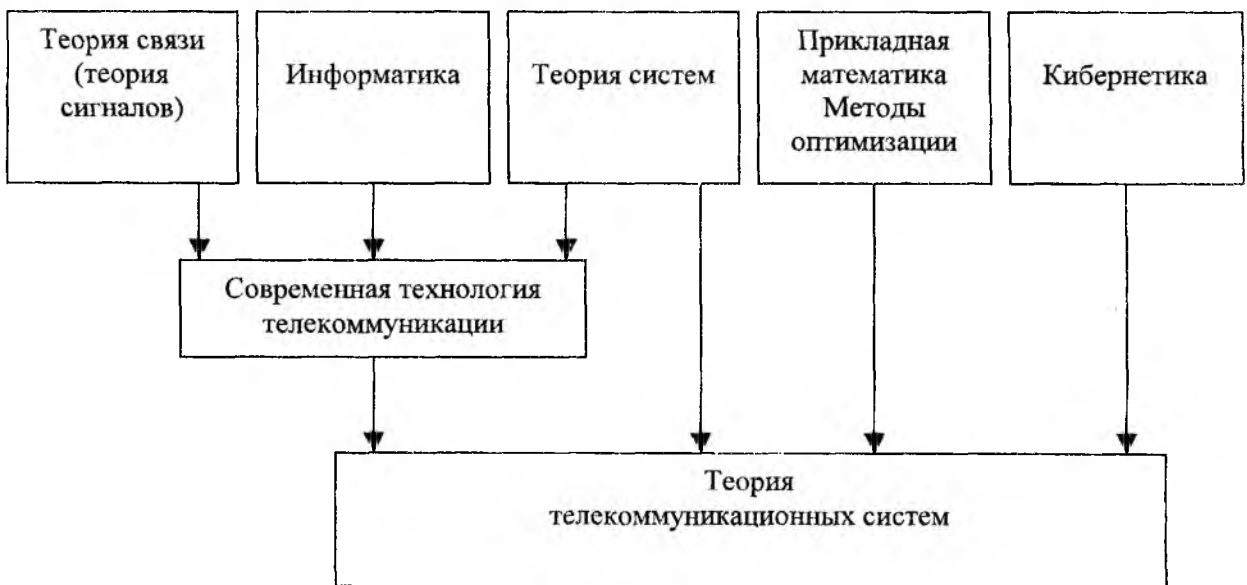


Рис. 1

Технологической основой новой теории является изучение законов, методов и способов передачи, обработки, принятия и представления информации. При этом указанная технология базируется на цифровых методах, широком использовании микропроцессорной техники и ЭВМ. Обновляется терминология, вводятся новые определения и понятия, во многих случаях в литературе можно встретить термины «компьютерные сети», «компьютерные технологии» и др., что только подчеркивает органическое слияние средств связи и методов информатики, где в качестве одних из исполнительных, управляющих или оконечных устройств используются компьютеры. Учитывая то, что терминологические споры, как правило, не имеют смысла, укажем все же, что те или иные комплексы, линии и системы связи часто называют по виду оконечной аппаратуры или характеру их использования: телефонные сети, радиорелейные, спутниковые, сотовые системы. В то же время все это относится к телекоммуникационным системам. В настоящее время все они в той или иной степени включают вычислительную или микропроцессорную технику, универсальные или специализированные контроллеры или компьютеры.

Очевидно, соответствующее смещение в сторону теории систем должна происходить и в учебных рабочих планах вузов при подготовке специалистов по направлению телекоммуникации.

Конвергенция связи и информатики происходит не только в направлении решения общих, единых системных задач, но и в направлении элементной, технической и технологической баз. Эта общность состоит не только в цифровизации информационных объектов и процессов, но и в решении задач по передаче, хранению и обработке информации.

Интересно отметить, что за последние годы наблюдается устойчивый рост производительности интегральных микросхем. Каждые 10 лет этот рост увеличивается на порядок. Общая же производительность вычислительной техники растет еще быстрее, в первую очередь за счет организации параллельных вычислений.

Уровень цифровизации магистральных сетей к концу 2000 года в США составил 96 %, в Италии и Великобритании – 100 %, в Японии 100 % уровень цифровизации будет достигнут к 2015 году, в Швеции – к 2003 году [20]. В России к концу 2005 года на первичной сети число цифровых систем передачи составит 35 %, на внутризоновой – 87 %, на городской – 98 % и на сельской – 85 %.

Новая информационная индустрия развивается на существующих современных сетях электро-связи, и это является важным стимулом для развития самих этих сетей. Расширяется использование персональных компьютеров, другой современной оргтехники.

На магистральных линиях все больше металлические кабели заменяются на волоконно-оптические линии связи (ВОЛС). В трех наиболее используемых окнах прозрачности, на длинах волн 1310, 1385, 1550 нм получены погонные затухания соответственно: 0,4; 2,1; 0,3 дБ/км. Перспективным является окно 1565 – 1625 нм. Получены также волокна с погонным затуханием 0,18 дБ/км на основе применения кварца с очень высокой степенью очистки, что значительно удорожает такие ВОЛС. За последние годы в технологии оптоволоконной связи произошли важные масштабные изменения. Была разработана технология спектрального мультиплексирования (Wave Division Multiplexing – WDM) и его развитие: плотное спектральное мультиплексирование (Dense WDM – DWDM), что позволяет уплотнять по частоте 16 и более независимых цифровых потоков, каждый из которых до 2,5 Гбит/с. Другая новая технология: появление оптических усилителей вместо электрических, использующих прямое и обратное преобразования. Таким образом, появились так называемые полностью оптические сети и линии, позволяющие без регенерации передавать оптические сигналы на расстояния до 4000 – 5000 км, где оптические мультиплексоры ввода-вывода (OADM, WADM) и кроссконнекторы обеспечивают все процедуры, характерные для узловых режимов, в том числе коммутацию каналов и пакетов.

Наряду с этим широко используются и радиотехнологии: радиорелейные линии и спутниковые системы, системы мобильной связи, абонентский доступ. При этом радиорелейные линии применяют не только на магистралях, где они обеспечивают скорости передач 10 и более Гбит/с, но и на линиях привязки, на ответвителях, для межстанционных соединений. Новые качественные свойства (технологичность изготовления, простота и компактность конструкции, высокие скорости передачи) приобрели радиорелейные станции миллиметрового диапазона. При этом проблема больших затуханий в дождях решается за счет сокращения протяженности интервалов до 5...10 км и, соответственно, большего запаса высокочастотного уровня сигнала до 40 – 50 дБ. Быстрота развертывания радиорелейной линии, особенно в зоне застройки или сложной физико-географической зоне оставляет по-прежнему привлекательным этот вид связи.

В частности, при развертывании мобильных систем сотовой или иной связи, организаторы часто предпочитают связь базовой станции с узлом осуществлять именно радиорелейными средствами даже в случае достаточно коротких расстояний, исчисляемых сотнями метров – километрами.

Спутниковые системы связи обеспечивают в настоящее время и на обозримую перспективу все традиционные виды связи: фиксированную, мобильную и мобильную с местоопределением. Для этого используют в качестве основной геостационарную орбиту (GEO) с высотой около  $H = 36000$  км, где ИСЗ устанавливают с плотностью 0,5 и где все точки стояния распределены между странами мира. Достоинством GEO является возможность организации длительных, практически непрерывных сеансов связи без перехода с одного ИСЗ на другой, ибо сам ИСЗ, вращаясь вокруг Земли с угловой скоростью Земли, как бы висит над одной точкой экватора. Наряду с этим используются полярные орбиты, особенно в целях навигации, а также высокоэллиптические ( $H > 40000$  км) для обеспечения связи в высокоширотных, приполярных регионах. Кроме указанных все большее применение находят и более “приземленные” орбиты: средние (MEO) с  $H = 2000...10000$  км и низкие (LEO) с  $H = 1000...2000$  км. Использование MEO и LEO позволяет значительно улучшить энергетику в линии

за счет сокращения расстояния  $R$  до ИСЗ, что резко уменьшает затухание в свободном пространстве  $W_{CB} = (\lambda / 4\pi R)^2$ . Все это позволяет вести устойчивую связь через абонентские станции с ненаправленной или слабонаправленной антенной, то есть для потребителя связь становится близкой по организации к сотовой. Использование мобильной спутниковой связи через ИСЗ на LEO значительно расширяет область применения этого вида связи. Создаваемые системы Global Star, Teledesic и др. реализуют идею глобальной мобильной связи.

Учитывая такую важную, все возрастающую роль спутниковой и радиорелейной связи, становится неясно, почему учебно-методическая комиссия Минобразования исключила из учебных рабочих планов дисциплину “Спутниковые и радиорелейные системы передачи”.

Важное место занимают радиотехнологии и на линиях абонентского доступа, в системах мобильной связи, при создании беспроводных локально-вычислительных сетей (ЛВС). Недавно были приняты стандарты 802.11, 802.11a, 802.11b и на создание беспроводных сетей. Первый регламентирует работу в инфракрасном диапазоне, второй в диапазоне 2,4 ГГц, третий – 2,5 ГГц, то есть в нелицензируемых диапазонах. Скорость передачи данных – до 54 Мбит/с. Имеется множество аппаратуры различных производителей, реализующей данные протоколы. В частности, выпускаются радиомосты, способные обеспечить дальность связи до 40 - 50 км и пропускную способность радиointерфейса до 100 Мбит/с.

Разработана также WLL-технология, обеспечивающая радиодоступ абонента в ТФОП. Однако наиболее интенсивно развивается мобильная, в частности сотовая связь. В некоторых странах число мобильных телефонов уже превысило число фиксированных. Нынешний этап развития мобильной связи носит индекс G2, что соответствует мировому стандарту GSM. В настоящее время идет интенсивная подготовка к внедрению этапа G3, что будет связано с внедрением глобального стандарта 3G-UMTS, а глобальность обеспечат спутниковые системы LEO. Более дальняя перспектива G4 будет связана с увеличением скорости в абонентской линии до 10 Мбит/с, с упрощением управления абонентским терминалом “простым как гвоздь”, расширением его возможностей.

Общей тенденцией развития телекоммуникационных технологий, продиктованной поиском дополнительных доходов от реализации интеллектуальных услуг, является создание гибридных сетей, азириующихся на объединении различных видов терминального оборудования и обеспечивающих конвергенцию (сближение) сетей связи различной природы. К их числу стоит отнести традиционные телефонные сети общего пользования (ТФОП), мобильные сети различных стандартов (NMT, GSM, GPRS, CDMA, в перспективе IMT) в рамках их объединения при построении широкополосной сети UMTS (Universal Mobile Telecommunication System), узко- и широкополосные цифровые сети с интеграцией мультимедиа (ISDN), а также IP – сети. Отсутствие единых стандартов в построении перечисленных сетей привело к необходимости дополнительных исследований в области межсетевое информационное, аппаратное и программное сопряжения.

Немаловажная роль в этом процессе отводится созданию качественных стандартов технологий управления сетями, отвечающих следующим основным требованиям: поддержка стандартов открытых систем и существующих типов оборудования различного производства; прозрачность архитектуры для пользователей и разработчиков приложений; гибкость, адаптируемость и низкая трудоемкость ведения новых услуг и т.д.

В этой связи в 1992-93 годах был создан Консорциум, объединяющий усилия целого ряда фирм компаний, заинтересованных в разработке основных принципов построения (стандартов) новой сетевой архитектуры TINA (Telecommunication Information Networking Architecture), основанной на объектно-ориентированном подходе к распределенной обработке информации в рамках интеграции технологий интеллектуальных сетей и управления сетями. Архитектура TINA должна обеспечить реализацию вышеперечисленных требований на основе интегрального использования хорошо себя зарекомендовавших системных методов и средств, таких как открытая распределенная обработка информации ODP (Open Distribution Processing), среда распределенной обработки DCE (Distributed Communication Environment), стандарт многоуровневого управления сетью TMN (Telecommunication Management Network), средства объектно-ориентированного анализа (COOA), методы управления объектами OMG (Object Management Group), многофункциональная сеть MSN (Multi-service network), интеллектуальная сеть IN (Intelligent Network), методы цифровых аудио и видеотехнологий DAVIC (Digital Audio-Video Council).



Рис. 1

Архитектура управления определяет принципы построения программных систем для управления услугами, ресурсами и приложениями. К числу основных особенностей построения архитектуры управления в концепции TINA стоит отнести следующие:

- многоуровневый характер структуры, во многом пересекающийся с иерархической структурой TMN;
- возможность осуществления управления не только транспортными сетями, но и программным обеспечением, когда в качестве элементов сети наряду с физическими также могут выступать и логические элементы в виде, например, единиц программного обеспечения;
- использование платформенного подхода при реализации модели “агент-менеджер”;
- отсутствие жесткой классификации объектов, когда конкретный объект может быть представлен на разных уровнях с различными целями, и др.

Реализация принципов, заложенных в концепцию TINA, позволит регламентировать интегральный подход к созданию систем управления сетями на принципах интеллектуальной сети, что приводит к смещению акцентов с применяемых ранее технологий проектирования и создания больших программно-аппаратных систем управления к интегрированным системам, объединяющим управление на всех или нескольких уровнях управления телекоммуникационной сетью. Объединить разрозненные системы управления отдельными элементами или подсистемами в единую интегрированную систему призвана многоуровневая структура, обусловленная преимуществами иерархической организации процессов управления сетью.

В процессе перехода к мировому информационному обществу трансформируется как само понятие «информация», так и ее роль в обществе. Еще 10 лет назад, когда слухи об информационной системе Интернет начали проникать в средства массовой информации, трудно было представить, что сегодня регулярное общение с этой системой станет потребностью или даже основным предметом профессиональной деятельности миллионов людей. На сегодняшний день в Украине доля предоставляемых услуг информационной системы «Интернет» составляет 10 % инфокоммуникационного режима сектора. Отмечается быстрый рост услуг этого сектора. При этом средние темпы роста числа пользователей Интернета составляет 30-33 % в год. Объем услуг стационарной телефонной сети составляет 60 %, мобильная связь – 20 %. Темпы роста стационарных абонентов составляют 5 - 7 %, мобильных - 11-12 %.

По данным МСЭ за последние годы суммарный доход инфокоммуникационного сектора составляет 5,3 % валового мирового продукта. Из них на долю электросвязи приходится 58 % (44 % - услуги, 14 % - производство), 42 % - на информатизацию (16 % -оборудование, 8 % - программное обеспечение, 18 % - услуги). Таким образом, услуги электросвязи составляют 2,3 % от валового мирового продукта.

Конкретные показатели, характеризующие состояние телекоммуникаций по данным фирмы Siemens в 2000 году представлены в таблице.

Таблица

Показатели	Мир	Промышленно-развитые страны
Число телефонов (млн)	903	554
Телефонная плотность ТА на 100 жит.	15,1	59,5
Число сотовых телефонов (млн)	357	273
Плотность сотовых ТФ на 100 жителей	6,0	29,3
Число пользователей Интернет (млн)	190	152
Плотность пользователей Интернет на 100 жителей	3,1	16,3
Число персональных ЭВМ (млн)	440	330
Плотность ПЭВМ на 100 жителей	7,3	35,4

В сфере технологий связи и информатики основными тенденциями являются:

- повышение скорости передачи информации, которые достигнуты в настоящее время по волоконно-оптическим линиям связи (ВОЛС): десятки-сотни Гбит/с при использовании технологий АТМ (PDH / SDH), в то же время возможны и большие скорости, составляющие единицы Тбит/с. Теоретически при использовании спектральной эффективности 0,4 бит/с/Гц эта скорость может достичь величины 20 Тбит/с, с увеличением спектральной эффективности на порядок (например, с использованием многопозиционных QAM-сигналов) пропускная способность одного оптоволокна может составить до 200 Тбит/с, хотя эта последняя цифра направлена на перспективу;

- мультимедийность, предоставляющая абоненту широкий круг услуг, включая речевой обмен, обмен данными, передачу и прием аудиовизуальной информации, TV и др.;

- универсализм терминального оборудования, включая ПЭВМ, связанное и другое оборудование.

Общими тенденциями развития систем связи и информатики являются:

- создание глобальных телекоммуникационных сетей и систем, обеспечивающих каждого абонента персональным номером и возможностью доступа к сети в любой точке мира;

- обеспечение мобильной связью в любом транспорте, в любой точке Земли, чему посвящены последние разработки по программе ИМТ-2000 с интеграцией спутниковых и сотовых систем;

- повышение уровня и качества обслуживания ( $G_0S$ ), расширение числа услуг и их быстрого, эффективного и экономичного представления массовому потребителю, созданию интеллектуальных сетей (IN);

- широкое использование электронного бизнеса.

**Список литературы:** 1. Проживальский О.П. Що заважає розвитку телекомунікаційного ринку послуг? // Зв'язок. 2001. №1. 2. Орленко И.П., Стародуб Н.М., Михайлов В.М. Новые тенденции в телекоммуникационном регулировании // Зв'язок. 2001. № 2. 3. Armitage G., Smlter P., York M. RFC 2492: IPv6 over ATM Networks / January. 1999. 4. Crawley E., Berger L., Berson S., Baker F., Borden M., Krawczyk J. RFC. 2382. A Framework for Integrated Services and RSVP over ATM. August 1988. 5. Алексеев И. Интегрированные услуги нового поколения Internet // Сети. 1999. №10. С.102-108.

Харьковский национальный университет радиотехники

Поступила в редколлегию 02.10.2001