

# О телекоммуникациях Пентагона

Н.А. Соколов

**Аннотация** – В монографии профессора М. А. Шнепс-Шнеппе, названной "Телекоммуникации Пентагона: цифровая трансформация и киберзащита", изложены положения, ряд которых отражает мнение автора по актуальным задачам развития телекоммуникационных систем специального назначения и общего пользования. По этой причине в данной статье рассматриваются некоторые вопросы, по которым уместно привести дополнительные соображения, совпадающие, большей частью, с основными выводами монографии, которые касаются недостатков коммутации пакетов, безопасности и прогнозов эволюции телекоммуникационных сетей.

**Ключевые слова** – телекоммуникационная система, технологии коммутации, сеть специального назначения, информационная безопасность, качество обслуживания.

## I. ВВЕДЕНИЕ

Текст монографии "Телекоммуникации Пентагона: цифровая трансформация и киберзащита" [1] охватывает широкий круг вопросов, иногда выходящих за рамки выбранного названия, что вполне оправдано вследствие сложности рассматриваемых проблем. Исследования и разработки новых телекоммуникационных систем для нужд оборонного комплекса стали движущей силой и для развития сетей электросвязи общего пользования. Ведь различия между телекоммуникационными системами общего пользования и специального назначения обычно не столь существенны. Этот факт позволяет использовать приведенные в [1] соображения и для анализа путей эволюции, характерных для сетей электросвязи общего пользования.

Настоящая статья содержит три основных раздела. В разделе II продолжается обсуждение проблемы выбора технологии коммутации, которое начато в [2]. Раздел III посвящен безопасности в телекоммуникационных сетях различного назначения [3]. Разработка долгосрочных прогнозов и сценариев развития телекоммуникационных систем – предмет раздела IV статьи.

## II. ТЕХНОЛОГИИ КОММУТАЦИИ

Решение об использовании коммутации пакетов для развития телекоммуникационных систем было принято большинством специалистов в области электросвязи как некая данность, не требующая доказательств. Правда, в статье [4], как и в ряде других публикаций, отмечалась необходимость разработки для телекоммуникационных сетей будущего новой технологии коммутации. Причем

предполагалась, что она будет похожа на технологию коммутации каналов.

Любопытна трансформация технологии коммутации в процессе разработки цифровых систем коммутации [5]. Цифровую коммутацию допустимо рассматривать как пакетную технологию с двумя важными особенностями. Во-первых, длина всех пакетов постоянна и составляет восемь битов. Во-вторых, заголовок для совокупности пакетов, относящихся к одному сеансу связи, передается один раз через общий канал сигнализации. При таком методологическом подходе становится ясным, что по некоторым показателям технология коммутации пакетов стала "шагом назад". В первую очередь, следует выделить один из важных технических показателей – коэффициент полезного действия, который в [6] предложено оценивать зависимостью "ресурсы – эффективность".

Минимальная длина заголовка IP-пакета для версии IPv4 составляет 20 байтов. Версия IPv6 предусматривает ее увеличение до 40 байтов (фиксированный заголовок). Следовательно, если необходимо передать сообщение с полезным содержанием, например, объемом 120 байтов, то коэффициент полезного действия, в лучшем случае, будет составлять 0,75. Данная величина приемлема лишь для оценки эффективности использования транспортных ресурсов. Эффективность использования тех ресурсов, которые связаны с производительностью оборудования коммутации, можно оценить количеством операций по обработке служебной информации, приходящимся на один сеанс связи. Для технологии коммутации каналов эта величина равна двум (установление соединения и его завершение). Для технологии коммутации пакетов эту величину можно принять равной количеству IP-пакетов, на которое фрагментировано передаваемое сообщение. Если, например, количество IP-пакетов будет равным 200, то снижение коэффициента полезного действия следует оценить двумя порядками!

С другой стороны, нельзя не признать эффективность технологии коммутации пакетов для обмена данными с возможностью переспроса искаженных сообщений. Для телефонной связи и большей части услуг по передаче видеoinформации пакетные технологии создают ряд проблем с обеспечением требуемого уровня качества обслуживания [7]. Именно по этой причине в [8] был предложен подход к развитию телекоммуникационных сетей общего пользования и специального назначения за счет реализации процессов консолидации.

## III. АСПЕКТЫ БЕЗОПАСНОСТИ

Актуальным задачам обеспечения безопасности (как

правило, внимание акцентируется на информационной безопасности) посвящен обширный ряд публикаций в отечественных и зарубежных источниках. В этой статье предлагается модель, позволяющая проиллюстрировать преимущества использования отечественных решений для дальнейшего развития телекоммуникационных сетей. Эта модель показана на первом рисунке. Первый путь подразумевает модернизацию сети на основе разработок исключительно отечественных компаний. Применение зарубежных аппаратно-программных средств (хотя бы частично) допускается в случае выбора второго пути.

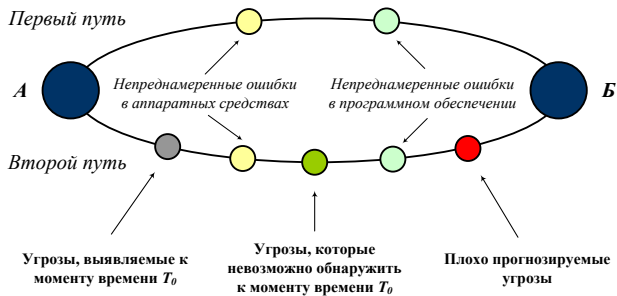


Рис. 1 – Два пути развития системы электросвязи

Предполагается, что развитие телекоммуникационной сети предусматривает ее переход из некоего состояния "А" в состояние "Б", которое характеризуется более высоким уровнем качества предоставляемых услуг и расширением функциональных возможностей в части технической эксплуатации. В случае выбора первого пути основные проблемы функционирования телекоммуникационной сети будут обусловлены непреднамеренными ошибками в аппаратных и в программных средствах. Эти ошибки неизбежны, но их количество можно минимизировать за счет тщательного анализа допущенных ранее просчетов. При выборе второго пути к уже упомянутым выше ошибкам следует добавить, как минимум, три вида угроз, перечисленных в нижней части рассматриваемой модели.

Момент  $T_0$  соответствует началу отрезка времени, до наступления которого обнаружена только часть угроз, влияющих на безопасность телекоммуникационной сети. В дальнейшем могут быть выявлены дополнительные угрозы, которые не были обнаружены к моменту  $T_0$ . Следует подчеркнуть, что могут также существовать и плохо прогнозируемые угрозы, которые не только не обнаружены, но и не предсказуемы.

Если выбирать аналогию для сравнения двух путей развития телекоммуникационной сети, то вполне уместно оперировать сценариями перехода улицы с интенсивным автомобильным движением. Первый сценарий похож на ожидание зеленого сигнала светофора. Риск попасть в дорожно-транспортное происшествие минимален, но все же он существует из-за возможного отказа тормозов у автомобиля (аналог непреднамеренной ошибки в аппаратных средствах) или сбоя в работе светофора (аналог непреднамеренной ошибки в программном обеспечении). Второго сценарий

подобен пересечению улицы без ожидания разрешающего сигнала светофора в расчете на возможность проскочить между всеми движущимися транспортными средствами. Тогда к уже упомянутым рискам следует добавить, как минимум, два дополнительных фактора. Во-первых, к моменту  $T_0$ , когда начат переход, существуют необнаруженные визуальные угрозы. Во-вторых, можно столкнуться теми угрозами, которые плохо прогнозируются в силу объективных и субъективных причин.

Необходимо упомянуть еще один аспект применения отечественного и зарубежного оборудования, который касается функциональных возможностей сети и перечня поддерживаемых услуг. По этим показателям в некоторых случаях импортное оборудование имеет ряд не всегда существенных преимуществ. Тем не менее, неизбежно возникает вопрос: стоит ли пожертвовать безопасностью ради преимуществ, которые иногда представляются эффективными, но обычно малоэффективны? Ответ на этот вопрос очевиден, особенно для операторов сетей электросвязи специального назначения, но пока остается открытым для других эксплуатационных компаний.

#### IV. ДОЛГОСРОЧНЫЕ ПРОГНОЗЫ И СЦЕНАРИИ

Анализ долгосрочных прогнозов показывает, что они могут быть как очень точными, так и содержать весьма существенные ошибки. За четыре столетия до появления телефона Леонардо да Винчи утверждал: "Настанет время, когда люди будут говорить друг с другом, находясь на большом расстоянии". Это редкий пример гениального предвидения. Пример ошибочного прогноза – модель персонального компьютера, изображенная на втором рисунке. Специалисты авторитетной корпорации RAND в 1954 году попытались представить себе облик персонального (домашнего) компьютера через 50 лет.

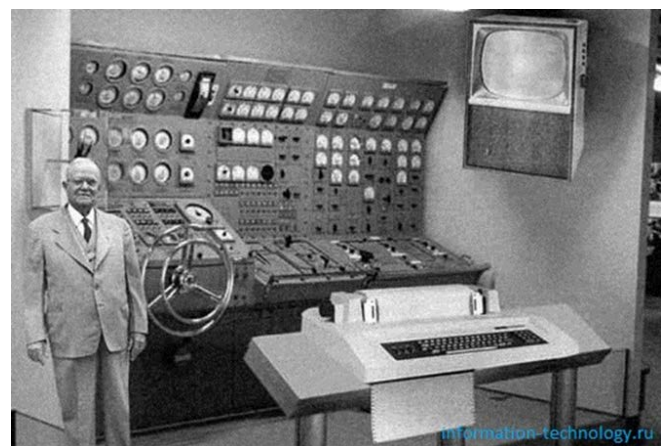


Рис. 2 – Прогноз корпорации RAND на 2004 год

Долгосрочному прогнозированию зачастую присущи существенные ошибки [9]. По этой причине прогнозы на отдаленную перспективу следует дополнять разработкой сценариев [10], позволяющих учитывать самые разные пути развития сложных систем или процессов. При этом рассматриваются, хотя бы в самых общих чертах, даже

маловероятные сценарии развития событий, включая не только эволюцию, но и деградацию.

Для разработки сценариев и их ранжирования могут использоваться экспертные оценки [11], а также иные способы поиска и анализа альтернатив. Продуктивным представляется применение модели "Окно Овертона" [12], в которой вместо степени свободы оцениваются, например, уровни эволюции и деградации исследуемого объекта или процесса – третий рисунок. Такой подход был использован в [13] для прогнозирования развития концепции "Интернет вещей".

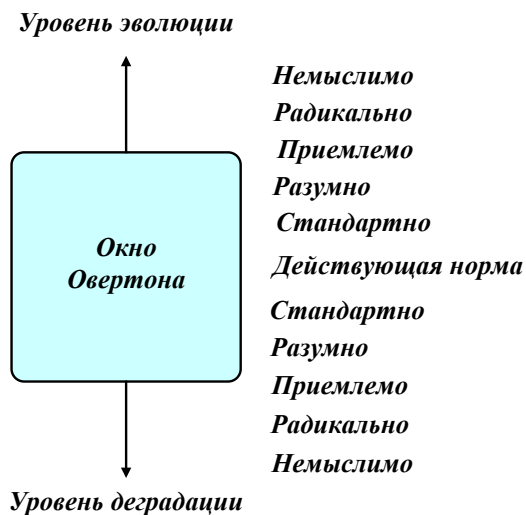


Рис. 3 – Модификация модели "Окно Овертона"

Сценарный подход позволяет минимизировать риски, неизбежно сопровождающие процессы развития сетей электросвязи и телекоммуникационных технологий [14]. Уместно вспомнить оптимистические прогнозы рынка пейджинговой связи и технологии АТМ (асинхронный режим доставки), которые были опубликованы в конце XX века. Не сбылись и некоторые другие радужные ожидания разных участников инфокоммуникационного рынка. По этой причине, разработке прогнозов и наборов сценариев следует уделять особое внимание. Их системный анализ [15] позволит принимать обоснованные решения по выбору путей развития, как телекоммуникационных сетей специального назначения, так и сетей общего пользования при минимальном уровне риска.

#### V. ОБСУЖДЕНИЕ И БУДУЩИЕ РАБОТЫ

Одна из примечательных особенностей монографии [1] заключается в удачном сочетании изложения технических решений и историко-философских проблем, напрямую связанных с рассматриваемыми вопросами. Этот подход стимулировал автора статьи к изложению соображений о принципе красоты в технике, о котором начали говорить еще до нашей эры. В частности, до нас дошли мысли Платона о красоте вещей, которые древнегреческий философ считал прекрасными, если они соответствуют своей идее.

О принципе красоты в математике и в физике можно найти высказывания великих ученых. В частности,

очень интересная статья "О красоте науки" академика А.Б. Мигдала была опубликована в третьем номере журнала "Наука и жизнь" за 1983 год. Аналогичное эссе, которое можно было бы назвать "О красоте техники", автору статьи найти не удалось.

По всей видимости, о красоте телекоммуникационного оборудования можно судить на основании двух разных групп показателей. К первой группе относятся показатели зависимости "ресурсы – эффективность", из которых следует выделить коэффициент полезного действия, так как его легко оценить численно. Вторая группа включает субъективные характеристики телекоммуникационного оборудования, отражающие лежащие в его основе математические законы, изящество технических решений и простота использования. С этой точки зрения ряд технических средств, основанных на базе технологии "коммутиация пакетов", не представляется красивым, но это, конечно, субъективная точка зрения автора статьи.

#### БИБЛИОГРАФИЯ

- [1] Шнепс-Шнеппе М.А. Телекоммуникации Пентагона: цифровая трансформация и киберзащита. – М.: Горячая линия – Телеком, 2017.
- [2] Соколов Н.А. Системные аспекты построения и развития сетей электросвязи специального назначения. – International Journal of Open In-formation Technologies, vol. 2, no. 9, 2014.
- [3] Буренин А.Н., Легков К.Е. Вопросы безопасности инфокоммуникационных систем и сетей специального назначения: основные угрозы, способы и средства обеспечения комплексной безопасности сетей. – Научное издание в космических исследованиях Земли, №3, 2015.
- [4] Modarressi A., Mohan S. Control and Management in Next-Generation Networks: Challenges and Opportunities. – IEEE Communications Magazine, October 2000.
- [5] Безир Х., Хойер П., Кеттлер Г. Цифровая коммутация. – М.: Радио и связь, 1984.
- [6] Гурин Л.С., Дымарский Я.С., Меркулов А.Д. Задачи и методы оптимального распределения ресурсов. – М.: Советское Радио, 1968.
- [7] Соколов Н.А. Задачи планирования сетей электросвязи. – СПб.: Техника связи, 2012.
- [8] Ермаков А.В., Соколов Н.А. Создание сетей электросвязи специального назначения за счет рационального использования процессов консолидации. – International Journal of Open Information Technologies, vol. 5, no. 3, 2017.
- [9] Глущенко В.В. Прогнозирование. – М.: Вузовская книга, 2000.
- [10] Линдгрэн М., Бандхольд Х. Сценарное планирование. Связь между будущим и стратегией. – М.: Олимп-Бизнес, 2009.
- [11] Орлов А.И. Организационно-экономическое моделирование. Часть 2: Экспертные оценки. – М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2011.
- [12] Beck G. The Overton Window. – Mercury Radio Arts, 2010.
- [13] Соколов Н.А. Сценарии реализации концепции "Интернет вещей". – Первая миля, 2016, №4.
- [14] Котов В.И. Риск-анализ на основе функций чувствительности и теории нечетких множеств. – СПб.: Астерион, 2014.
- [15] Новосельцев В.И., Тарасов Б.В. Теоретические основы системного анализа. – М.: Майор, 2013.

# On Pentagon's telecommunications

N.A. Sokolov

***Abstract*** – In the monograph of Professor M. A. Sneps-Snepe, titled "Pentagon Telecommunications: Digital Transformation and Cyber Defense", the author outlines the provisions, a number of which reflect the author's opinion on the urgent tasks of the development of special-purpose telecommunications systems and general use. For this reason, this article discusses some issues on which additional considerations are pertinent, coinciding, for the most part, with the main conclusions of the monograph, which concern the shortcomings of packet switching, security, and forecasts of the evolution of telecommunications networks.

***Keywords*** – telecommunication system, switching technologies, special purpose network, information security, quality of service.