

# Перспективы использования выносных модулей



**Николай СОКОЛОВ,**  
д. т. н., профессор СПбГУТ

## Введение

Термин «выносной абонентский модуль» соответствует словосочетанию *remote module* в англоязычной технической литературе. Специалисты по телефонной связи под выносным абонентским

модулем обычно понимают концентратор или учрежденческую станцию. По всей видимости, история применения выносных абонентских модулей началась с сетей телефонной связи. Затем идею использования выносных модулей (прилагательное «абонентский» постепенно стало исчезать из этого термина) подхватили операторы других сетей.

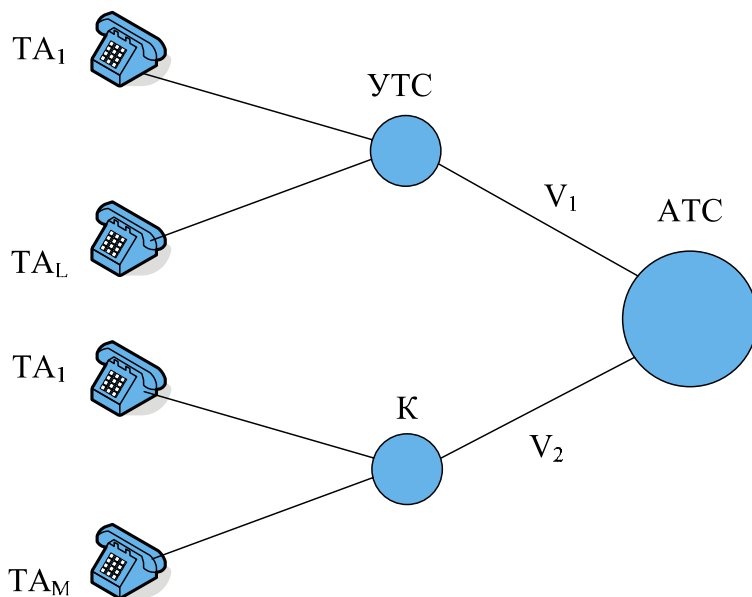
Цели использования выносных модулей в сетях связи изменились весьма существенно. Не менее впечатляющий путь развития прошли и аппаратно-программные средства, на базе которых строятся выносные модули. Они постоянно совершенствуются. Поиск новых вариантов оптимального применения выносных модулей – интересные и практически важные вопросы для развития телекоммуникационной системы в целом. В данной статье изложен ряд аспектов использования выносных модулей

в телефонной сети общего пользования (ТФОП). Основное внимание уделяется тем процессам, которые прямо или косвенно касаются перехода к сети следующего поколения (ССП).

## Первые проекты по использованию выносных модулей

Первым типом выносного модуля следует считать учрежденческую телефонную станцию (УТС), которая предназначалась для организации производственной связи. Для некоторой части телефонных аппаратов (ТА) предусматривалась возможность выхода в ТФОП. В верхней части рис. 1 показано включение УТС в автоматическую телефонную станцию (АТС). Станцию, в которую включаются УТС и/или концентраторы, обычно называют опорной.

В некоторых публикациях применение УТС объясняется необходимостью предоставления абонентам дополнительных видов услуг. На самом деле первые УТС были системами с ручным обслуживанием. Никаких новых видов услуг они не поддерживали. Более того, появление учрежденческих автоматических телефонных станций (УАТС) декадно-шаговой, а потом и координатной системы также не позволяло ввести новые виды услуг (к тому же, не очень востребованных абонентами). Мотивы установки лежали в экономической плоскости. Предположим, что за каждую из  $L$  абонентских линий (АЛ) предприятие ежемесячно платит оператору ТФОП в среднем  $X$  денежных единиц. Эта мера

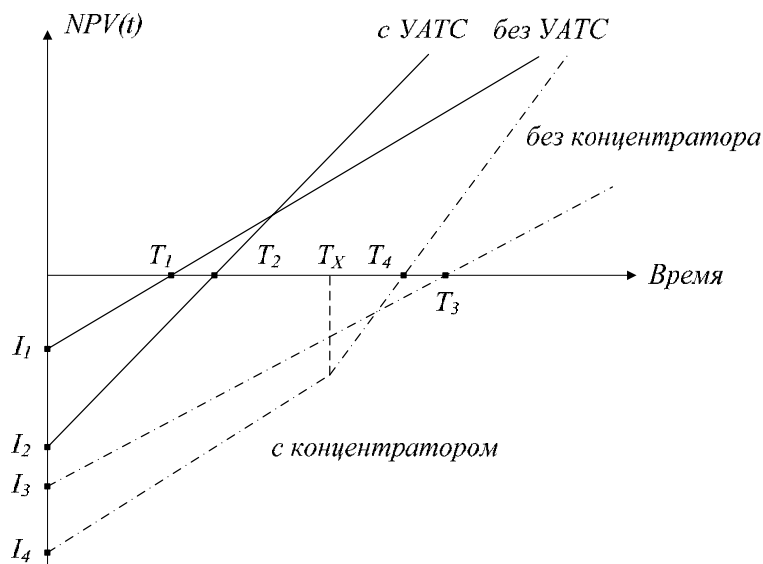


**Рис. 1.**  
Включение выносных модулей в опорную АТС

предложена Международным союзом электросвязи для сравнения альтернатив. В англоязычных текстах она называется *monetary unit*.

Допустим, что для обслуживания трафика УАТС необходим пучок соединительных линий (СЛ) емкостью  $V_1$ . Обозначим среднюю ежемесячную плату на одну СЛ через  $Y$ . Тарифная политика операторов ТФОП предусматривает, что  $L \times X > V_1 \times Y$ . Данное неравенство отражает очевидную закономерность: плата за значительное количество АЛ всегда больше, чем за существенно меньшее число СЛ. Правда, предприятие должно приобрести УАТС. Очевидно, что ежемесячная экономия, равная  $L \times X - V_1 \times Y$ , позволит окупить инвестиции, связанные с приобретением УАТС, и компенсировать затраты на ее эксплуатацию.

Вторым типом выносного модуля можно считать концентратор (К), используемый для экономичного построения сети доступа [1].



**Рис. 2.** Функции  $NPV(t)$ , для различных вариантов построения сети доступа

Подключение концентратора к опорной АТС показано в нижней части рис. 1. Экономические расчеты, обосновывающие применение концентраторов, могут быть представлены следующим образом:

- определяются капитальные затраты —  $C_I$  на подключение

$M$  терминалов за счет прокладки многопарного кабеля с организацией двухпроводных АЛ;

- рассчитываются капитальные затраты —  $C_{II}$  на подключение  $M$  терминалов за счет прокладки многопарного кабеля с организацией двухпроводных АЛ, имеющих меньшую длину,

установку концентратора и организацию пучка СЛ емкостью  $V_2$  до опорной АТС;

- выбирается тот вариант подключения  $M$  терминалов, для которого капитальные затраты минимальны.

Более корректные экономические оценки могут быть получены при анализе функций  $NPV(t)$ , определяющих изменение чистой текущей стоимости [2] для рассматриваемых проектов во времени. Примеры поведения кривых  $NPV(t)$  показаны на рис. 2.

Для всех графиков точка  $I_j$  определяет величину начальных инвестиций для  $j$ -го варианта построения сети доступа. Срок окупаемости обозначен через  $T_j$ . О точке  $T_X$  будет сказано отдельно.

Сплошные линии показывают поведение функций  $NPV(t)$  для двух вариантов создания системы

к росту доходов, что отражается изменением наклона соответствующей функции  $NPV(t)$  при  $t > T_X$ .

Величина  $\Delta I = I_4 - I_3$  представляет собой сумму затрат на оборудование концентратора, его монтаж, приспособление помещения или контейнера. Следует напомнить, что первая цифровая АТС была введена в России в 1984 г. В этот год и в течение нескольких следующих лет – в силу ограничений на импорт новых технологий в СССР – цифровое коммутационное оборудование приобреталось за очень высокую цену. Стоимость кабеля, дефицит которого остро ощущался в 80-е гг. прошлого столетия, была низкой. По этой причине варианты применения выносных концентраторов не считались практически значимыми. Переход к рыночной экономике изменил

анализ которых представляет собой нетривиальную задачу.

## Выносные модули: pro et contra

Несомненным достоинством применения выносных модулей становится экономический эффект, который достигается за счет рационального построения сети доступа. Следует подчеркнуть, что выносные модули эффективны при использовании коммутационных станций большой емкости, которые редко устанавливаются в российской ТфОП.

Показателен опыт оператора Hutchison Telecom, который обслуживает часть деловых абонентов в Гонконге. Этот оператор использует только цифровые коммутационные станции. Его сеть к началу 2000 г. характеризовалась следующими данными:

- в эксплуатации находились 11 коммутационных станций, три из которых планировалось расширить;
- общая емкость сети, реализованной на базе этих коммутационных станций, составляла примерно 250 тыс. номеров;
- в коммутационные станции было включено более 300 выносных модулей.

Отметим два момента. Во-первых, средняя емкость коммутационной станции составляла примерно 23 тыс. номеров. Во-вторых, в каждую станцию включалось примерно 27 выносных модулей. Здесь есть один нюанс. Администрация связи Гонконга стимулирует клиентов делового сектора на использование услуг CENTREX [3] вместо установки УАТС. По этой причине некоторые концентраторы фактически используются как УАТС.

Подобные решения связаны с экономическим эффектом, который проявляется практически сразу после реализации соответствующего проекта. Не менее важен эффект, который будет получен в перспективе. Для его

## Проекты, касающиеся модернизации сетей доступа, целесообразно оценивать с точки зрения построения ССП.

производственной связи. Предполагается, что полезный экономический эффект для предприятия не зависит от способа организации доступа в ТфОП. Поведение функций  $NPV(t)$  отражает характер неравенства  $L \times X > V_1 \times Y$ , которое было приведено выше.

Штрихпунктирные линии иллюстрируют характер изменения функций  $NPV(t)$  для двух вариантов построения фрагмента сети доступа – с концентратором и без него. Поведение обеих функций – до точки  $T_X$  – похоже на характер аналогичных зависимостей для примера с УАТС. Точка  $T_X$  указывает на момент времени, когда у некоторой части пользователей сформирован платежеспособный спрос на такие виды услуг, поддержка которых возможна только при использовании концентратора (например, для сокращения длин физических цепей). Выручка от новых видов услуг приводит

ситуацию, но рекомендации для построения и проектирования сетей доступа с использованием выносных концентраторов не были разработаны, хотя предложения по созданию подобных нормативных документов неоднократно озвучивались специалистами по телефонной связи.

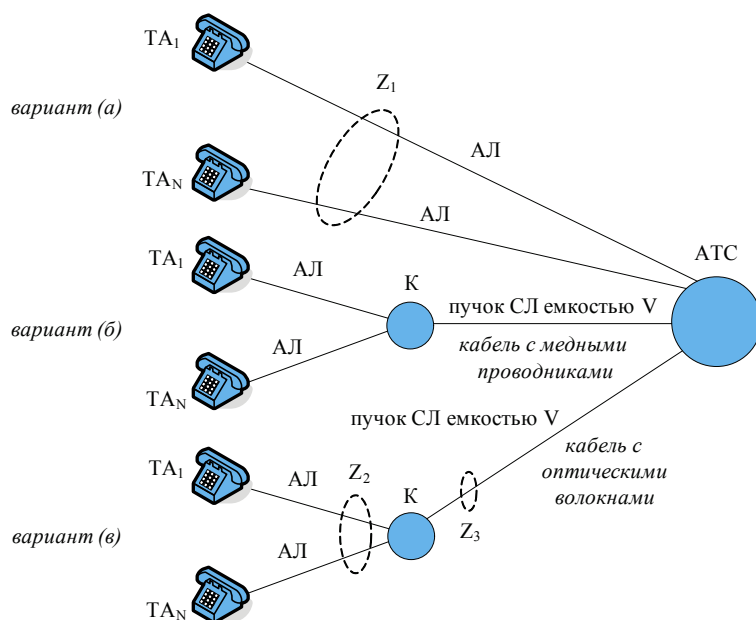
Безусловно, выбор оптимального варианта построения сети доступа нельзя свести к сравнению величин  $C_I$  и  $C_{II}$  или к анализу кривых  $NPV(t)$ . Дело в том, что выносные модули относятся к активному оборудованию. Активное оборудование анализирует поступающую информацию (как правило, относящуюся к сигнализации) и принимает решения по выполнению тех или иных операций. Поэтому выносные модули содержат сложный комплекс аппаратно-программных средств. Таким решениям присущи достоинства и недостатки,

объяснения рассмотрим простые модели сети доступа, приведенные на рис. 3. Они иллюстрируют три варианта подключения группы из терминалов к АТС.

Вариант (а) иллюстрирует традиционный способ построения сетей доступа в ТфОП. Для подключения каждого терминала используется индивидуальная АЛ. Через  $Z_1$  обозначена средняя длина АЛ. Варианты (б) и (в) основаны на установке концентратора, который включается в АТС пучком СЛ длиной  $Z_3$ . Средняя длина АЛ для вариантов (б) и (в) равна  $Z_2$ . Очевидно, что  $Z_1 \approx Z_2 + Z_3$ . Соотношение  $Z_3:Z_2$  составляет в среднем 80%:20%. Это означает, что радикально сокращается длина двухпроводной физической цепи, позволяя использовать самые современные технологии класса xDSL [4].

Варианты (б) и (в) различаются способом организации пучка СЛ. Для услуг телефонной связи оба решения практически идентичны. С учетом предстоящего перехода к ССП вариант (в) предпочтителен. Он становится еще более выигрышным, если в качестве выносного модуля выбран мультисервисный абонентский концентратор [5], создающий хорошую основу для формирования ССП. К проблемам использования выносных модулей в ССП мы вернемся в заключительной части данной статьи.

Использование выносных модулей, размещаемых в контейнерах, позволяет продать или сдать в аренду освобождающиеся здания, в которых ранее устанавливались АТС. Стоимость недвижимости, особенно в крупных городах, заметно возросла. Голландская компания KPN затратила на модернизацию своей сети 0,9 млрд евро, а от продажи зданий АТС смогла выручить 1 млрд евро [6]. В среднем вместо одной АТС устанавливался 21 контейнер. Другие эксплуатационные компании в Западной Европе ограничились меньшим количеством контейнеров при замене одной АТС: British Telecom (Великобритания) – 15,3,



**Рис. 3.** Три варианта подключения терминалов к АТС

France Telecom (Франция) – 18,3, Telecom Italia (Италия) – 6,8.

Таким образом, преимущества использования выносных модулей складываются из двух видов технико-экономического эффекта. Первый может быть получен в течение срока окупаемости проекта, а второй – в перспективе. С другой стороны, развитию сети доступа за счет применения выносных модулей свойственны и ощутимые недостатки. Для размещения выносных модулей необходимо некоторое пространство, отвечающее ряду требований. Эти требования определяются двумя факторами. В первую очередь речь идет о технических требованиях, присущих выносному модулю. К ним, в частности, относятся возможность доступа обслуживающего персонала, требования к системе электропитания, к температуре и влажности (что особенно важно в случаях размещения оборудования вне закрытых помещений), к вандалоустойчивости.

Выбор места размещения выносного модуля часто связан с организационными проблемами, перевести которые на язык технико-экономических показателей не так просто. Исключением следует считать выбор площадки



размещения УАТС, обычно осуществляемый тем предприятием, которое приобретает оборудование для организации системы производственной связи. Следует упомянуть неизбежное снижение надежности из-за установки сложных аппаратно-программных средств, удаленных от мест расположения эксплуатационного персонала. Если не предпринимать специальных мер по обеспечению высокого уровня надежности сети доступа, то выносные модули могут привести к снижению показателей качества функционирования телекоммуникационной системы в целом.

### Функциональные ВОЗМОЖНОСТИ ВЫНОСНЫХ МОДУЛЕЙ

Исторически выносные модули – концентраторы – появились как

выносных модулей. Причиной этого процесса стала необходимость поддержки услуг, которые не связаны с телефонией, что, кстати, стимулировало реализацию в выносных модулях ряда новых интерфейсов (в основном для обмена данными).

Сначала новые функциональные возможности выносных модулей были направлены на разумную интеграцию с транспортными ресурсами. В результате в состав ряда выносных модулей были включены мультиплексоры ввода-вывода каналов (в публикациях чаще встречается название на английском языке – Add-Drop Multiplexer). Потом выносные модули стали дополняться аппаратно-программными средствами, благодаря которым были обеспечены, например, следующие функциональные возможности:

- доступ по интерфейсам, которые разработаны для цифровой сети

## Применение в настоящее время выносных модулей, отвечающих требованиям ССП или способных адаптироваться к ним, можно рассматривать как эффективное техническое решение.

один из продуктов крупных компаний, поставляющих коммутационное оборудование. Функциональные возможности концентраторов полностью определялись задачами, которые решаются абонентской ступенью АТС. С этой точки зрения первые выносные модули обеспечивали установление соединений между двумя терминалами в режиме коммутации каналов, а также поддержку некоторых дополнительных видов услуг. Затем отчетливо проявились две тенденции. Во-первых, были разработаны стандартные стыки для подключения выносных модулей – V5.1 и V5.2. Во-вторых, существенно расширился перечень функциональных возможностей

- интегрального обслуживания;
- обмен информацией по нескольким каналам, каждый из которых имеет пропускную способность 64 кбит/с;
  - установка оборудования класса xDSL для высокоскоростного доступа в Интернет и поддержки ряда других услуг;
  - обслуживание трафика речи на основе стандартов IP-телефонии (при установке соответствующего шлюза).

Расширение функциональных возможностей, естественно, привело к росту стоимости выносных модулей. В простейшей конфигурации некоторые поставщики оборудования анонсировали цену в 60 долл. в расчете на одну

АЛ. В той конфигурации, когда выносной модуль предоставляет практически все известные – к моменту его приобретения – функциональные возможности, повышение стоимости может выражаться не только в процентах, но и в разгах.

### Перспективы применения выносных модулей в ССП

Проекты, касающиеся модернизации сетей доступа, целесообразно (а во многих случаях – необходимо) оценивать с точки зрения построения ССП. Независимо от выбора пути перехода к ССП [5] следует сокращать расстояние между терминалами пользователей и оборудованием сети, к которому они подключаются. В первых публикациях по развитию сети доступа часто использовался термин «последняя миля». Одна миля равна 1609,34 м – расстоянию, которое ассоциируется со средней длиной АЛ в ТфОП. По мере развития рынка широкополосных услуг, требующих сокращения длины физических цепей, в обиход вошли термины «последний ярд» (91,44 см), «последний фут» (30,48 см) и даже «последний дюйм» (2,54 см). Такая тенденция – весомерное доказательство актуальности применения выносных модулей в эпоху ССП.

Применение в настоящее время выносных модулей, отвечающих требованиям ССП или способных адаптироваться к ним, можно рассматривать как эффективное техническое решение. Оно формирует своего рода фундамент ССП. Правда, с экономической точки зрения подобные проекты не представляются разумными, если, конечно, анализировать эффективность инвестиций на короткий период времени. Выбрать оптимальный подход к развитию сети доступа и рациональному применению выносных модулей могут помочь оценки рынка услуг, которые наиболее эффективно реализуются именно в ССП,

а также соответствующие маркетинговые исследования.

При выборе варианта использования выносных модулей помимо оценки рынка услуг и маркетинговых исследований необходим анализ рисков. Пример такого анализа на этапе разработки проектных решений приведен в [7]. К сожалению, при проектировании не всегда удается получить достоверные оценки рынка услуг. Проведение маркетинговых исследований еще не стало неперенным атрибутом разработки системных проектов. В этих условиях решающими факторами зачастую становятся анализ зарубежного опыта, коллективное обсуждение

возникающих проблем и интуиция проектировщиков.

Полезно вспомнить существенные прогностические ошибки, касающиеся оценок роста количества абонентов в сетях мобильной связи и развития средств широкополосного доступа. Речь идет об оценках, опубликованных на рубеже XX и XXI вв. Теперь стало очевидным, что прогнозы для России были, мягко говоря, слишком пессимистическими. По всей видимости, выносные модули, отвечающие требованиям ССП, уже востребованы телекоммуникационным рынком. Не столь важно, что какое-то время они будут работать в условиях сосуществования нескольких сетей электросвязи. ■

## Литература

1. Соколов Н. А. Семь аспектов развития сетей доступа // Технологии и средства связи. Специальный выпуск «Системы абонентского доступа», 2005.
2. Виленский П. Л., Лившиц В. Н., Смоляк С. А. Оценка эффективности инвестиционных проектов: Теория и практика. – М.: Дело, 2004.
3. Зарубин А. Гибридные УПАТС и IP-PBX. Борьба подходов // Connect! Мир связи. 2007. № 5.
4. Горальски В. ADSL. – М.: Издательство «Лори», 2007.
5. Соколов Н. А. Пути преобразования телефонных сетей в NGN-сети // Connect! Мир связи. 2007. № 5.
6. Журавлев С. В. Опыт перехода сетей связи на пакетные технологии // Вестник связи. № 12. 2007.
7. Соколов Н. А. Эволюция задач проектирования телекоммуникационных сетей // Connect! Мир связи. 2008. № 5.