

Телефонная связь общего пользования через полносвязные системы DAMA (Public Telephony via Mesh DAMA Systems)

Марк Данкберг (Mark Dankberg), ViaSat, Inc. Carlsbad, CA. USA

Технология SCPC (один канал на несущую) DAMA (предоставление канала по требованию) применяется как для телефонных сетей и сетей передачи данных общего пользования, так и для частных сетей. Обычно, для обеспечения разных уровней приложений, используются совершенно отличные архитектуры сетей.

Например, межстанционные или магистральные сети связи, которые соединяют коммутаторы телефонной связи общего пользования, могут обеспечивать полносвязные подключения. В то время как SCPC DAMA VSAT (терминалы с антеннами очень малых размеров), которые обеспечивают местные соединения "последней мили" с АТС (PSTN) центральных офисов (СО), обычно используют звездообразную архитектуру, которая переключает задачи коммутации и маршрутизации на наземное оборудование сети общего пользования. В конечном счете, магистральные и локальные сегменты сети связи должны совместно использоваться в интегрированной сети, предоставляя голосовую связь качества междугородней (toll) связи при возможно меньших эксплуатационных затратах. В данной работе представлена передовая архитектура сети, которая объединяет услуги магистральной и местной линий связи в единую интегрируемую расширяемую сеть VSAT, идеально подходящая для создания PSTN услуг в малонаселенных областях.

1. Введение

В настоящей работе описана масштабируемая DAMA сеть магистральных каналов связи телефонной сети общего пользования (ТФОП), которая расширяется для предоставления услуг коммутируемой и маршрутизируемой местной связи на территории заказчика. Эта уникальная концепция сети доводит преимущества спутниковых сетей до самых низких уровней иерархии ТФОП. Устойчивая массовая услуга ТФОП на основе VSAT должна обеспечить экономичный голосовой канал toll качества с одним спутниковым скачком. Мы покажем, чем эта новейшая архитектура отличается от других спутниковых решений, и как она повышает качество голосовых сигналов и сокращает полную стоимость предоставления услуги конечному пользователю.

Спутниковые линии давно использовались для магистральных каналов ТФОП. Магистральный подход использовал нисходящий принцип построения, начиная с интенсивно используемых заполненных направлений. По мере снижения цен, VSAT становится кандидатом в перечень оборудования в собственности конечного пользователя (CPE), для обеспечения местных линий связи. CPE местной линии связи применяется для связи с верхним уровнем (снизу вверх), обеспечивая связь отдельных абонентов с центральными офисами через спутниковое соединение, "последнюю милю".

Однако, между этими двумя принципами имеется разрыв. Системы нисходящей магистральной связи обеспечивают полносвязную сеть, но ограничены по максимальному числу абонентов. Их архитектура не охватывает большое число (сотни тысяч или миллионы) CPE пользователей. Напротив, спутниковые "беспроводные линии местной связи" используют топологию "звезда" для подключения многих CPE абонентов к определенной PSTN центрального офиса. При этом вся коммутация и маршрутизация ложится на PSTN. Подобные системы могут наращиваться только посредством дублирования множества разных независимых "звезд". Данная архитектура лишена значительных преимуществ маршрутизации, которые создает магистральная сеть DAMA "с коммутацией в небе" для соединения региональных сетей.

Целью данной статьи является рассмотрение технических вопросов, возникающих при заполнении пробела между нисходящими магистральными сетями и восходящими VSAT сетями местной связи. Сначала мы представляем обзор двух типов сетей. Затем мы покажем, как система SCPC DAMA может использоваться для создания интегрированной сетевой среды.

2. Сети магистральных каналов

На рисунке 1 показана сеть магистральных каналов. Отметим, что в данном примере нет VSAT у конечных пользователей. Спутник используется только для связи между коммутаторами.

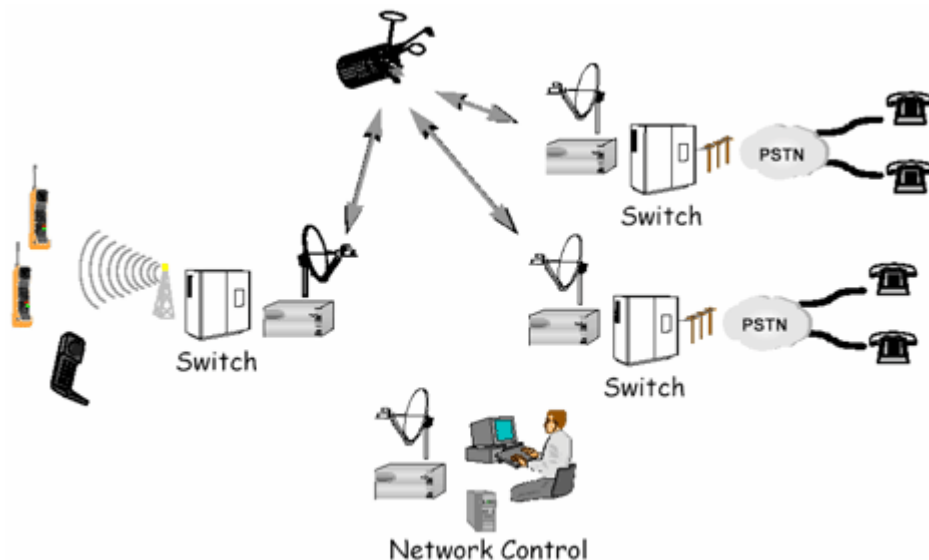


Рисунок 1. Сеть магистральных каналов

Имеется несколько разных вариантов создания спутниковых сетей. Они перечислены на рисунке 2.

Технология	Описание	Характеристики
Выделенный канал	<ul style="list-style-type: none"> Фиксированные, постоянные спутниковые линии SCPC или MCPC 	<ul style="list-style-type: none"> Не адаптируется под нагрузку трафика требует отдельного оборудования для каждой линии
Многочастотная TDMA	<ul style="list-style-type: none"> Средне и высокоскоростные TDMA Предоставление по запросу канала или группы каналов 	<ul style="list-style-type: none"> Требует от всех пользователей поддержки пакетной скорости TDMA Требует резервирования оборудования для каждой линии
SCPC DAMA	<ul style="list-style-type: none"> Предоставление канала по запросу 	<ul style="list-style-type: none"> Адаптируется под трафик Минимальная скорость передачи для мелких станций

Рисунок 2. Варианты множественного доступа

Самым простым вариантом является фиксированная связь, выделенная SCPC или мультиплексная MCPC для соединения центральных офисов. Кроме того, имеются сети с многими несущими (MC-TDMA), которые используют скорости передачи пакетов в несколько Мбит/сек для коммутации транковых групп или абонентских линий между центральными офисами. Не так давно системы SCPC DAMA предложили коммутируемые соединения с использованием дешевых VSAT. Целью всех этих системы является минимизация стоимости инфраструктуры посредством соединения труднодоступных телефонных станций между собой или с точками входов стратегически расположенных PSTN.

Привлекательностью SCPC DAMA является экономичное применение на самых низких уровнях сети, при сохранении непосредственных соединений с одним скачком на более высоких уровнях иерархии.

3. Услуги местных линий связи

Местные сети связи обеспечивают функцию "последней мили" от телефонного коммутатора центрального офиса (СО) до территории заказчика. Проводные и беспроводные наземные местные линии связи соединяют абонента только с определенным СО. VSAT были предложены для соединения абонентов с СО, как показано на рисунке 3 - Спутниковая местная линия связи. Трафик местных линии связи сильно отличается от магистрального трафика. Магистральные каналы обслуживают от десятков до сотен станций с относительно высокой интенсивностью использования каждой линии. Спутниковые местные служат для обслуживания большого числа абонентов. В конечном счете они должны обслуживать от десятков до сотен тысяч (или более) станций с относительно низкой интенсивностью на линию.

SCPC DAMA привлекательна тем, что она минимизирует скорость передачи от VSAT к СО, допуская меньшие земные станции по сравнению с требуемыми для работы с каналом TDMA. Однако большая часть архитектур спутниковых сетей обычно имитирует наземную местную линию связи, соединяя VSAT только с определенным СО. Поэтому нет возможности передать вызов с VSAT в другой СО, кроме как через PSTN. Это "звездообразная" SCPC архитектура, использующая другие способы множественного доступа в отличие от TDM/TDMA VSAT, но с аналогичными. Звездообразные местные сети также применяют односкачковые VSAT-VSAT линии. Вообще говоря, звездообразные местные сети избавлены от коммутации и маршрутизации большого числа голосовых вызовов, перекладывая эти проблемы на наземные PSTN. Звездообразная "DAMA" просто используется для установления связи с известным СО, а не для обеспечения наилучшей по качеству односкачковой линии со спутниковым терминалом пользователя.

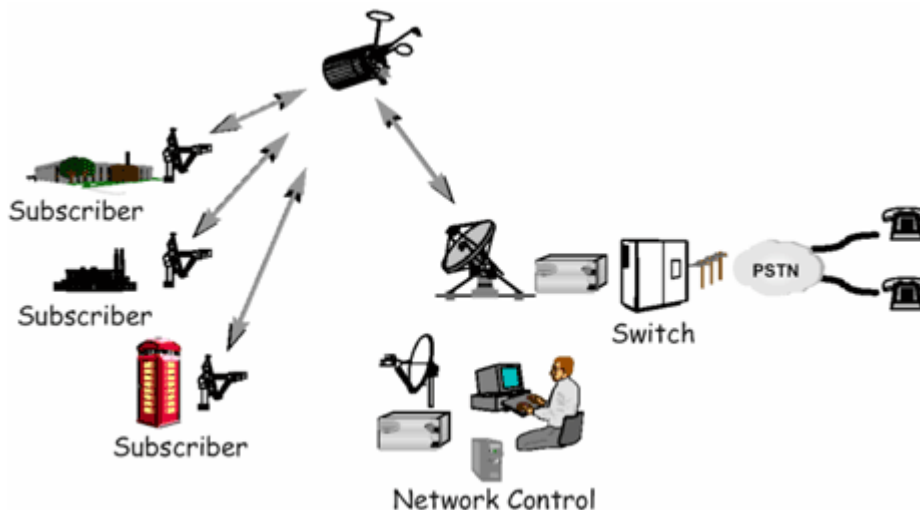


Рисунок 3. Местные спутниковые линии

Звездообразные местные сети связи масштабируются соединением через наземные PSTN, как показано на рисунке 4. Каждая местная сеть связь может связывать, скажем, десять тысяч абонентов с PSNT через заданный СО. При этом десять СО могли бы обслуживать, скажем, сотню тысяч абонентов.

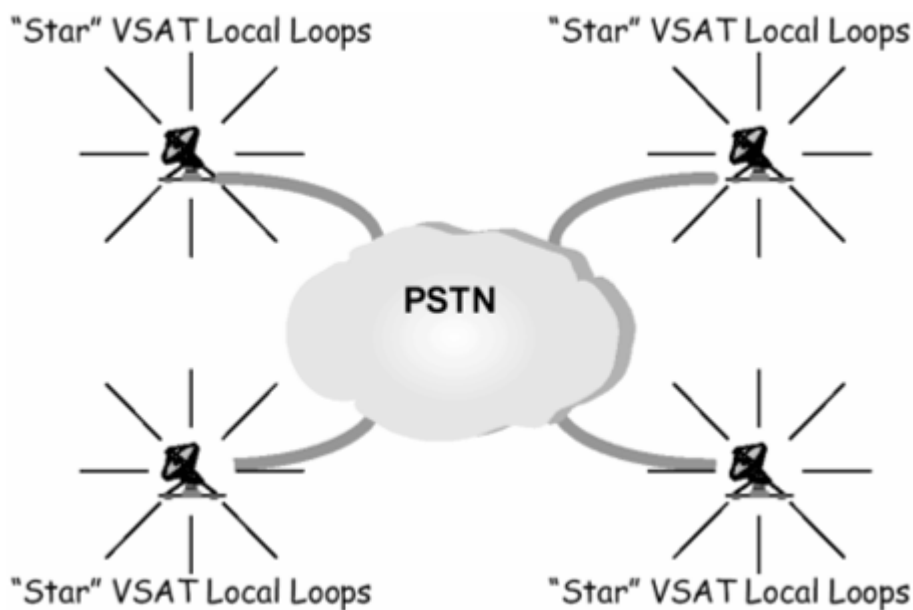


Рисунок 4. Объединение местных звездообразных сетей

Однако есть очевидные недостатки архитектуры с объединением многочисленных звездообразных сетей. Одним из них является то, что для каждого соединения CPE VSAT с CO необходим один спутниковый скачок. Это специфическая проблема VSAT сетей по сравнению с наземной местной линией связи на основе витых пар или беспроводной линии, проявляющаяся в задержке распространения на четверть секунды для каждого скачка. Это означает, что звездообразная архитектура требует 2 скачка для звонков с VSAT на VSAT при работе даже с одним и тем же CO. На рисунке 5 - показано, как в объединенной сети множества местных звездообразных сетей используются 2-х скачковые соединения через CO на каждой центральной станции (hub). Это относится как к спутниковым телефонам, являющимся "местными" для одного и того же CO, или телефонам, подключенным к CO на разных hub. Архитектура объединения множества звездообразных сетей препятствует использованию магистральной VSAT сети для связи между CO, поскольку это введет еще одну задержку в распространении спутникового сигнала. Тем не менее, малонаселенные и развивающиеся регионы, которые получают выгоду от услуги "последняя миля" через спутник, испытывают необходимость в магистральных спутниковых каналах. Для звездообразной модели местной сети связи совершенно необходимы свободная емкость в наземных магистральных каналах для осуществления звонков на PSTN. Недостаточная или ненадежная наземная инфраструктура может блокировать вызовы, даже при свободных местных линиях связи. Однако, спутниковые магистральные каналы приводят к дополнительному скачку, даже для связи VSAT с PSTN. Задержка, вносимая двумя скачками, воспринимается как неудобство и вынуждает абонентов искать альтернативные способы связи.

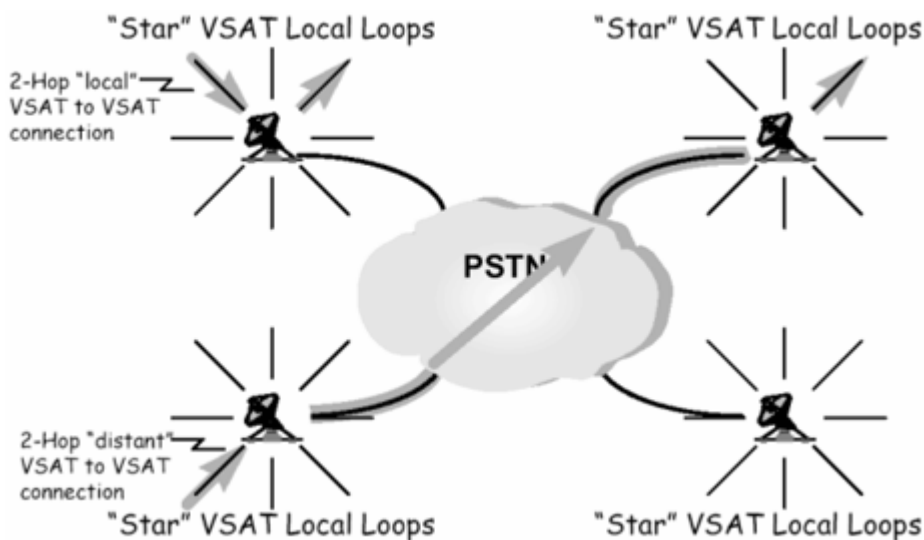


Рисунок 5. Соединение в объединенной сети местных звездообразных сетей

4. Интегрированные сети

Есть прямое решение, связанное с заполнением пробела между нисходящими магистральными сетями и восходящими местными сетями связи. Сосредотачивая внимание на ПО коммутации и маршрутизации можно объединить управление абонентским и магистральным трафиком в одной интегрированной расширяемой спутниковой сети, которая может соединять сотни тысяч пользователей как с PSTN, так и между собой. Рассматриваемая концепция представлена на рисунке 6 - Интегрированная местная и магистральная сеть.

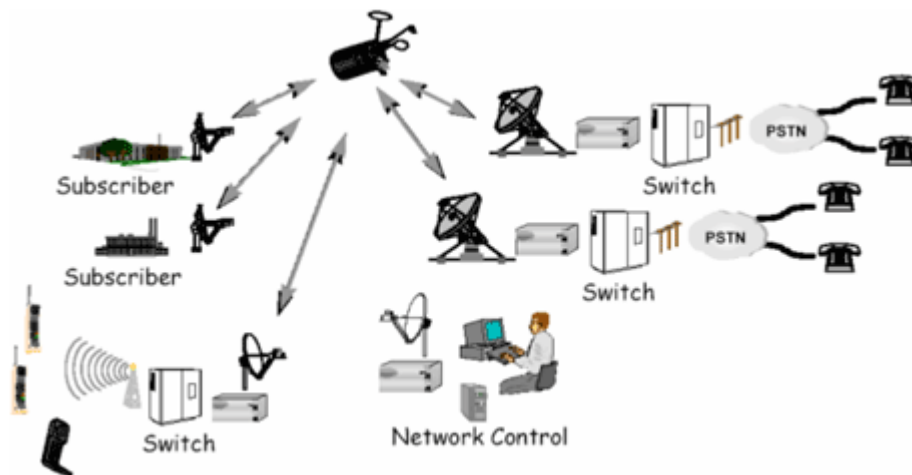


Рисунок 6. Интегрированная местная и магистральная сеть

Система управления сетью DAMA может создавать односкачковые спутниковые каналы, которые обеспечивают любые необходимые соединения:

- VSAT с "наилучшим" коммутатором CO в зависимости от набранного номера и текущей загрузки сети
- VSAT с VSAT одним скачком
- между коммутаторами - также на основе набранного номера и текущей загрузки сети.

Возможность соединения с одним повтором приема показана на рисунке 7 - Полносвязная сеть с одним скачком. В противоположность многозвездной архитектуре, CPE VSAT не обязаны соединяться только с его CO. CPE VSAT может иметь односкачковое подключение к другим

VSAT, или к оптимальному CO. Кроме того, сеть может также поддерживать трафик CO-с-CO.

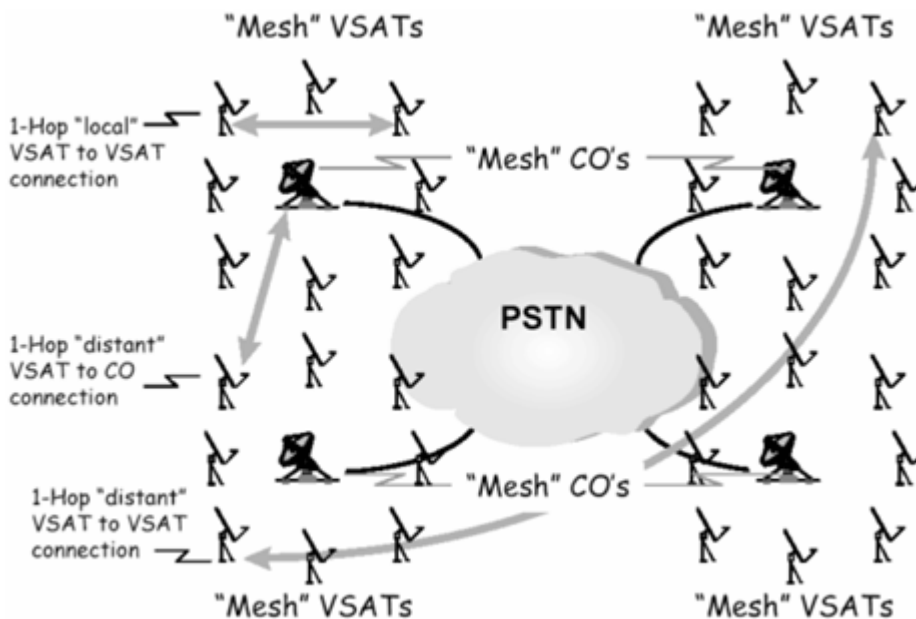


Рисунок 7. Полносвязная сеть с одним скачком

5. Особенности системы

Система должна сочетать основные особенности магистральных и местных сетей связи.

- Сжатие речевых сигналов с "междугородним" качеством с минимальной задержкой на обработку. Для системы, интегрируемой с PSTN, алгоритм кодирования речевых сигналов является предметом для "транзита", т.е. многочисленные преобразование речевых сигналов в цифровую форму с разными алгоритмами. Стандарты ITU G.728 и G.729 являются средние и низкоскоростными алгоритмами, которые хорошо сочетаются с цифровыми сетями общего пользования.
- Быстрота времени установления связи, обычно около 3 секунд или менее.
- Протоколы системы коммутации PSTN для целевых рабочих областей. Они могут включать коммутаторы CO с аналоговыми и цифровыми интерфейсами. Может также потребоваться создание конвертеров протоколов для коммутаторов, использующих несовместимые форматы.
- План телефонной нумерации, который интегрируется с сетью общего пользования. Система нумерации должна распознавать и передавать обозначения кода страны, региональные и мекоды.
- Средства поддержки динамической директории и маршрутизации, которые будут взаимодействовать с постоянно развивающейся PSTN. Таблицы маршрутизации должны предоставлять наземные точки входа, альтернативные спутниковым, в случае перегрузки или перерывов связи.
- Масштабируемая многотранспондерная работа для поддержки очень больших сетей и высоких скоростей установления связи. Большая система может обрабатывать десятки тысяч вызовов в минуту. Архитектура сети должна иметь возможность распределять эту нагрузку в реальном масштабе времени между многим разным DAMA CO, связанными вместе общей синхронизированной базой данных маршрутизации.
- Защищенная от сбоев, локально резервированная и географически дублированная система, обеспечивающая сохранение текущих вызовов, соответствие базы данных и состояние загрузки сети даже при сбоях компьютерного ПО или отказах спутниковых терминалов.
- Технологии упаковки несущей с высокой плотностью, которые поддерживают наибольшее число одновременных голосовых каналов на одном спутнике. Перспективная модуляция, кодирование, адаптивное управление мощностью и другие методы необходимы для оптимизации пропускной способности. Это имеет два важных следствия: (1) непосредственно влияет на стоимость минуты на спутниковом сегменте и (2) определяет число людей, которые могут связаться через спутник с одним скачком.
- Система безопасности и аутентификации для предотвращения "пиратского" использования свободного времени на сети неуполномоченными терминалами.
- Системные средства управления для мониторинга и управления телефонными сетями.
- Расширение для предоставления полосы по требованию и перспективных служб передачи данных, таких как видеоконференции или доступ в Интернет.

6. Архитектура системы

Интегрированная сетевая среда состоит из четырех типов наземных станций. Они показаны на рисунке 8 - Типы земных станций.

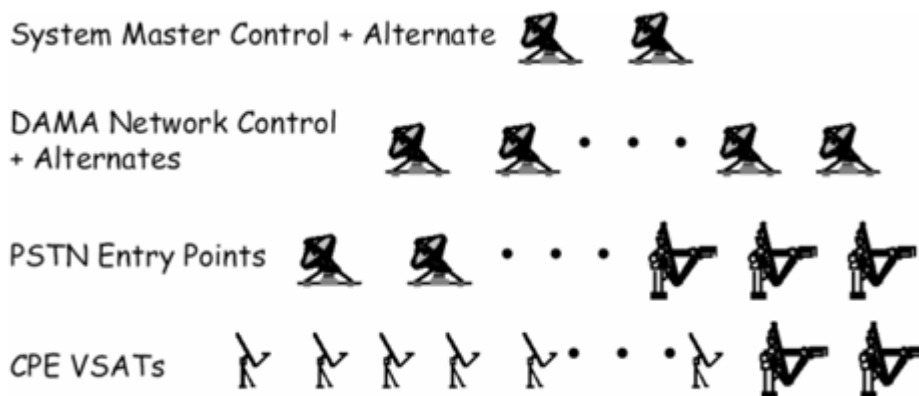


Рисунок 8 - Типы земных станций

Назначение каждой станции описано ниже:

- **Master control (главная станция управления):** Поддерживает главного абонента и базы данных маршрутизации. Синхронизирует и распределяет в реальном времени базы данных всем контролируемым терминалам.
- **DAMA Network Control (станция управления сетью DAMA):** Каждая из которых управляет соединениями DAMA в реальном времени для одного спутникового транспондера. Каждый контроллер обеспечивает обработку до 1000 вызовов в минуту. Все контроллеры соединены друг с другом и основным контроллером по глобальной сети.
- **PSTN Entry Points (точки входа PSNT):** Это абонентские терминалы расположенные в PSTN центральных офисов (CO). Они могут поддерживать магистральный (CO-с-CO) или местный (CPE-с-CO) трафик. Параметры земных станций (размеры антенна и мощность передатчика) в точках входа PSTN определяются числом каналов, которые они обслуживают.
- **CPE VSAT:** Обслуживает отдельных абонентов. Размер CPE VSAT может выбираться для поддержки от 1 до 16 или более соединительных линий и CPE VSAT может иметь непосредственный интерфейс с телефонными аппаратами или PBX.

7. Резюме

- Системы SCPS DAMA создаются для обслуживания телефонных сетей общего пользования по двум разным направлениям:
- Сверху вниз, поддерживая сеть магистральных каналов. Но, как правило, эти системы не расширяются для массового обслуживания CPE абонентов.
- Снизу вверх, обеспечивая сеть обслуживания VSAT CPE местных сетей связи со звездообразной топологией.
- Для создания массового сервиса для пользователей VSAT CPE должен быть заполнен разрыв между этими двумя направлениями. Преимуществами интегрированных магистральных и местной сетей связи являются повышение качества голосовых сигналов, меньшие задержки в канале и большая доступность. Это достигается:
- Обеспечением соединений VSAT-VSAT одним спутниковым скачком.
- Предоставлением свободного интегрированного, междугороднего доступа с VSAT на PSTN, непосредственным соединением каждого VSAT CPE с точкой входа в PSTN одним спутниковым скачком.