

УДК 004.725.5

Г.С. Гайворонская, С.В. Сахарова
Одесская государственная академия холода, г. Одесса
кафедра информационно-коммуникационных технологий
E-mail: switchonline@rambler.ru

ОСОБЕННОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ УЗЛОВ ДОСТУПА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РАДИАЛЬНОЙ МОДЕЛИ ОБСЛУЖИВАЕМОЙ ТЕРРИТОРИИ

Аннотация

Гайворонская Г.С., Сахарова С.В. Особенности определения местоположения узлов доступа при использовании радиальной модели обслуживаемой территории. Рассмотрены особенности определения местоположения узлов доступа для радиальной модели сети доступа и различных вариантов подключения пользователей к узлу коммутации
Ключевые слова: *сеть доступа, узел доступа, радиальная модель сети доступа.*

Введение. После перехода на цифровые телекоммуникационные технологии, начат переход к двухуровневой структуре телекоммуникационных сетей, состоящей из базовых сетей и сетей доступа (СД) [1]. При превращении абонентской телефонной сети в СД меняются ее функции, топология, используемые технологии и расширяется территория, в границах которой она создается. Создаваемая СД должна обеспечить пропускную способность достаточную для одновременного предоставления всех услуг, которые могут быть запрошены и оплачены пользователем, и обеспечить качество и надежность, соответствующее требованиям не только всех существующих услуг, но и тех которые еще могут появиться. Эта сеть требует больших инвестиций при создании, но в будущем значительно уменьшит необходимые затраты, как операторов связи, так и пользователей. Учитывая, что целью создания перспективной СД является максимально возможное приближение сетевых элементов к пользователю (миграция точки доступа к услугам) необходимо оптимизировать топологию синтезируемой сети, выбрать наиболее целесообразную технологию для ее реализации и решить ряд других оптимизационных задач. Задачи модернизации сетей пользовательского доступа достаточно многообразны и могут рассматриваться, как каждая обособлено, так и в комплексе.

Цель и постановка задачи исследования. Целью исследования является повышение эффективности методов проектирования СД, при этом необходимо решить такие задачи:

1) Используя секторную модель СД рассмотреть особенности определения местоположения узлов доступа.

2) Проанализировать различные варианты подключения пользователей к узлу коммутации и предложить формулы для расчета длины сегмента локального доступа для каждого варианта подключения.

Основная часть. Сеть доступа делится на два сегмента: пользовательского доступа (индивидуальные средства подключения терминального оборудования) и транспортного доступа. Сегмент транспортного доступа служит для повышения эффективности средств пользовательского доступа, реализуется на базе систем передачи (СП) и сочленяется с сегментом пользовательского доступа с помощью систем концентрации нагрузки - узлов доступа (УД). Узлы доступа реализуют на оборудовании, концентрирующем отдельные информационные потоки от индивидуальных линий доступа (ЛД) к различным базовым сетям и выполняющем функции концентратора, мультиплексора или базовой станции беспроводной АЛ. Узел доступа осуществляет концентрацию информационных потоков от

всех видов источников, находящихся на обслуживаемой территории. Его применение обусловливается требованиями к эффективности использования ЛД, поскольку прокладка индивидуальных высокоскоростных ЛД зачастую экономически невыгодна. Наиболее эффективно использование в качестве УД концентраторов. Применение мультиплексов рентабельно, когда число подключаемых абонентов не превышает 100. Постепенно область эффективного применения мультиплексов расширяется, поскольку оптический кабель обеспечивает большое число каналов различной пропускной способности и по мере его внедрения значение функции концентрации нагрузки теряет актуальность. Кроме того, замена достаточно сложного концентратора на простой мультиплексор повышает надежности СД и снижает затраты времени на поиск и устранение неисправностей, а введение новых услуг требует существенных изменений в концентраторах, что, может оказаться трудоемкой технической и организационной задачей [2].

В настоящее время проектирование СД основано на методах расчета абонентских телефонных сетей, что недопустимо, поскольку СД должны создаваться на других принципах и иметь другую структуру, подробно описанную в [3,4]. При проектировании СД важно учитывать градостроительные принципы, направление прокладки улиц, геометрическую форму районов подключения, места расположения узлов предоставляющих обслуживание (УПУ) и УД. В [5] рассмотрены некоторые аспекты проектирования СД для территорий, имеющих прямоугольную структуру, ортогональный способ прокладки ЛД и однородную плотность распределения пользователей на обслуживаемой территории.

В данной работе рассмотрена модель секторного подключения пользователей (рис. 1) характеризуемая радиальной прокладкой ЛД, трапецеидальными формами территорий, обслуживаемых УД (ТУД) и разнородной плотностью распределения пользователей.

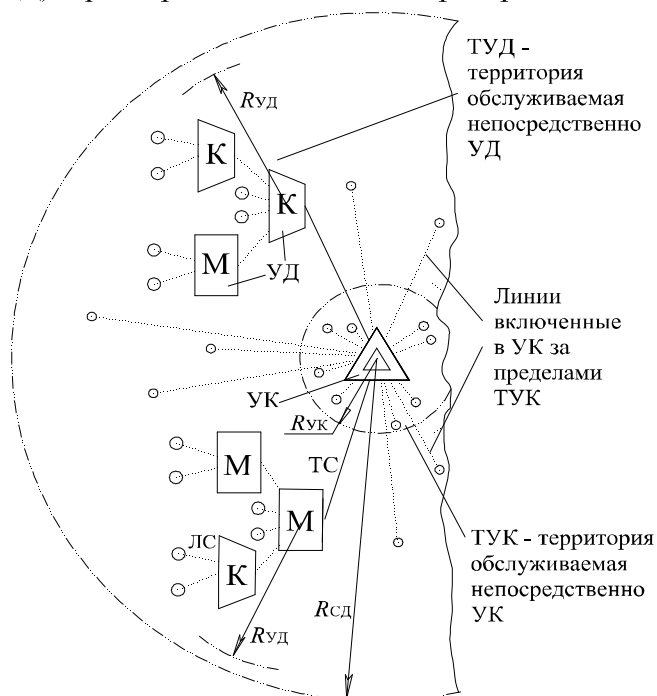


Рисунок 1 – Модель секторной территории СД

Эта модель возникла в результате анализа сетей АЛ в малых городах и позволяет учитывать преобладающую в них неоднородную плотность размещения пользователей. Исследуемая модель предусматривает различные варианты подключения пользователей к узлу коммутации (УК) [6].

Это варианты, использующие прямое подключение и одно уровневую структуру:

- а) посредством индивидуальных ЛД, для пользователей, расположенных в пределах территории обслуживаемой УК (ТУК);
- б) через концентраторы (К), для достаточно больших групп удаленных пользователей;
- в) через мультиплексоры (М), для групп удаленных пользователей с цифровыми терминалами;

Варианты с двухуровневой структурой для подключения небольших групп удаленных пользователей:

- г) через концентраторы, подключаемые к другим концентраторам;
- д) через концентраторы, подключаемые к мультиплексорам;
- е) через мультиплексоры, подключаемые к другим мультиплексорам;
- ж) через мультиплексоры, подключаемые к концентраторам.

Кроме перечисленного, часть пользователей, расположенных в пределах ТУД, может подключаться непосредственно к УК.

Длина сегментов ЛД определяется местом расположения УД, поэтому в работе предложены выражения для расчета длины сегментов ЛД при различных вариантах подключения пользователей. Первый вариант предполагает, что все ЛД включены непосредственно в УК, тогда длина ЛД определяется как

$$l_{\text{ТУК}} = \frac{\int_0^{R_{\text{ТУК}}} 2\pi r^2 \alpha_{k_ \text{ТУК}} dr}{\pi \eta R_{\text{ТУК}}^2}, \tag{1}$$

где: η – поверхностная плотность распределения пользователей сети;

$R_{\text{ТУК}}$ – радиус территории, обслуживаемой одним УК;

$R_{\text{УК}}$ – радиус территории, на которой ЛД включены непосредственно в УК (для первого случая $R_{\text{ТУК}} = R_{\text{УК}}$);

$\alpha_{k_ \text{ТУК}}$ – коэффициенты кривизны прокладки ЛД, включенных непосредственно в УК.

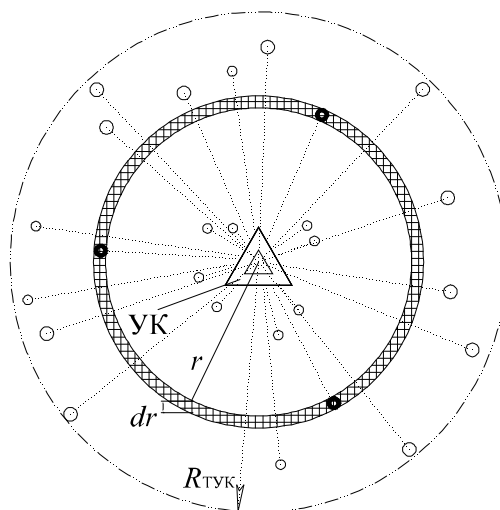


Рисунок 2 – Определение средней длины линии для секторной территории СД

Использованный подход поясняет рис. 2, на котором указаны места размещения пользователей, подключенных к УК, и использованы следующие обозначения: УК – узел коммутации, расположенный в центре обслуживаемой территории радиусом $R_{\text{ТУК}}$; r – расстояние от УК до пользователя СД. При определении длины сегмента ЛД, учитываются местоположения всех пользователей сети, расположенных на территории обслуживания, при этом значение r изменяется в пределах от 0 до $R_{\text{ТУК}}$.

В результате преобразований выражение (1) принимает вид

$$l_{\text{ТУК}} = \frac{2R_{\text{ТУК}}\alpha_{k_ТУК}}{3}. \quad (2)$$

В случае, когда часть ЛД включена в УК, другая часть – в УД, длина сегментов ЛД определяется выражением

$$l_{\text{ТУК+УД}} = \frac{\int_0^{R_{\text{ТУК}}} 2\pi\eta r^2 \alpha_{k_ТУК} dr}{\pi\eta R_{\text{ТУК}}^2} F_1 + \frac{\int_{R_{\text{УК}}}^{R_{\text{ТУК}}} 2\pi\eta_{\text{УД}} r^2 \alpha_{k_УД-УК} dr}{\eta_{\text{УД}} (\pi R_{\text{ТУК}}^2 - \pi R_{\text{УК}}^2)} F_2 + \frac{\int_0^{R_{\text{УД}}} 2\pi\eta r^2 \alpha_{k_УД} dr}{\pi\eta R_{\text{УД}}^2} F_2, \quad (3)$$

где: η – поверхностная плотность распределения пользователей;

$R_{\text{ТУК}}$ – радиус территории, обслуживаемой одним УК;

$R_{\text{УК}}$ – радиус территории, на которой ЛД включены в УК;

$\alpha_{k_ТУК}$ – коэффициенты кривизны прокладки ЛД, включенных в УК;

$\alpha_{k_УД-УК}$ – коэффициенты кривизны линий транспортного доступа между УД и УК;

$\alpha_{k_УД}$ – коэффициенты кривизны прокладки ЛД, включенных в УД;

$\eta_{\text{УД}}$ – поверхностная плотность распределения УД;

Для учета соотношения между количеством ЛД, включенных в УД, и ЛД включенных в УК введены коэффициенты F_1 и F_2

$$F_1 = \frac{\mu_{\text{ТУК}}}{(\mu_{\text{ТУК}} + \mu_{\text{ЛДвУД}})}; \quad F_2 = \frac{\mu_{\text{ЛДвУД}}}{(\mu_{\text{ТУК}} + \mu_{\text{ЛДвУД}})},$$

где $\mu_{\text{ЛДвУД}}$ – пропускная способность ЛД, включенных в УД;

$\mu_{\text{ТУК}}$ – пропускная способность ЛД, включенных в УК.

Из (3) следует

$$l_{\text{ТУК+УД}} = \frac{2}{3} \left\{ R_{\text{ТУК}} \alpha_{k_ТУК} F_1 + \left[\frac{(R_{\text{УК}}^3 - R_{\text{ТУК}}^3) \alpha_{k_УД-УК}}{(R_{\text{УК}}^2 - R_{\text{ТУК}}^2)} + R_{\text{УД}} \alpha_{k_УД} \right] F_2 \right\}. \quad (4)$$

Также возможен вариант, при котором часть терминалов $N_{\text{ТУК}}$ включается непосредственно в УК, часть терминалов $N_{\text{УК}}$, расположенных на территории, обслуживаемой УД, также включается в УК, а остальные терминалы $N_{\text{УД}}$, включаются в соответствующие УД. Для такого варианта длина сегментов ЛД определяется следующим образом

$$l_{\text{ТУК+УК+УД}} = \frac{\int_0^{R_{\text{ТУК}}} 2\pi\eta r^2 \alpha_{k_ТУК} dr}{\pi\eta R_{\text{УК}}^2} \frac{N_{\text{ТУК}}}{N_{\text{ТУК}} + N_{\text{УК}} + N_{\text{УД}}} + \frac{\int_{R_{\text{УК}}}^{R_{\text{ТУК}}} 2\pi\eta r^2 \alpha_{k_ТУК} dr}{\eta(\pi R_{\text{ТУК}}^2 - \pi R_{\text{УК}}^2)} \frac{N_{\text{УК}}}{N_{\text{ТУК}} + N_{\text{УК}} + N_{\text{УД}}} + \frac{\int_{R_{\text{УК}}}^{R_{\text{ТУК}}} 2\pi\eta_{\text{УД}} r^2 \alpha_{k_УД-УК} dr}{\eta_{\text{УД}} (\pi R_{\text{ТУК}}^2 - \pi R_{\text{УК}}^2)} \frac{N_{\text{УД}}}{N_{\text{ТУК}} + N_{\text{УК}} + N_{\text{УД}}} + \frac{\int_0^{R_{\text{УД}}} 2\pi\eta r^2 \alpha_{k_УД} dr}{\pi\eta R_{\text{УД}}^2} \frac{N_{\text{УД}}}{N_{\text{ТУК}} + N_{\text{УК}} + N_{\text{УД}}}, \quad (5)$$

где: η – поверхностная плотность распределения пользователей сети;

$\eta_{\text{УД}}$ – поверхностная плотность распределения УД;

$R_{\text{ТУК}}$ – радиус территории, обслуживаемой одним УК;

$R_{\text{УК}}$ – радиус территории, на которой ЛД включены непосредственно в УК;

$\alpha_{k_ТУК}$ – коэффициенты кривизны прокладки ЛД, включенных непосредственно в УК;

$\alpha_{k_УД-УК}$ – коэффициенты кривизны линий транспортного доступа между УД и УК;

$\alpha_{k_УД}$ – коэффициенты кривизны прокладки ЛД, включенных в УД;

$N_{уд}$ – количество ЛД, включенных в УД;

$N_{ук}$ – количество ЛД, включенных в УК;

$N_{тук}$ – количество ЛД, расположенных на территории, обслуживаемой УД, но включенных непосредственно в УК;

Преобразовав выражение, получим

$$l_{тук+ук+уд} = \frac{2}{3} \left[\left(R_{тук} \frac{N_{тук}}{N_{тук} + N_{ук} + N_{уд}} + \frac{R_{ук}^3 - R_{тук}^3}{R_{ук}^2 - R_{тук}^2} \frac{N_{ук}}{N_{ук} + N_{тук} + N_{уд}} \right) \alpha_{k_тук} + \left(\frac{\nu(R_{ук}^3 - R_{тук}^3) \alpha_{k_у-} - \nu_{уд}}{\nu_{уд}(R_{ук}^2 - R_{тук}^2)} + R_{уд} \alpha_{k_у-} \right) \frac{N_{уд}}{N_{ук} + N_{тук} + N_{уд}} \right]. \quad (6)$$

Выводы. В работе рассмотрены особенности определения местоположения узлов доступа для радиальной структуры подключения линий доступа при использовании секторной модели сети доступа. Местоположение узлов доступа, в качестве которых могут использоваться концентраторы и мультиплексоры, определяет затраты на создание сетей доступа и зависит от способа подключения пользователей к узлу коммутации. Анализ особенностей различных вариантов подключения пользователей к узлу коммутации позволил предложить формулы для расчета длины сегмента локального доступа для каждого варианта подключения и определить местоположение узлов доступа.

Література

1. Гайворонская Г.С. Проблемы выбора цифровых систем коммутации для сети связи Украины / Г.С. Гайворонская // Телеком (телекоммуникации и сети). – 2000. – № 7-8. – (25-26/2000) - С. 54-63.
2. Соколов Н. А. Сети абонентского доступа / Н. А. Соколов. – Пермь: ИПК Звезда, 1999. – 154 с.
3. Гайворонская Г.С. Уровневая модель сети доступа / Г.С. Гайворонская // Вісник УБЕНТЗ. – 2004. – №1. – С. 100-108.
4. Гайворонская Г.С. Основные задачи модернизации сетей пользовательского доступа / Г.С. Гайворонская, А.И. Котова // Зв'язок. – 2010. – №2 (90). – С. 32-36.
5. Гайворонская Г.С. Метод определения местоположения узлов при использовании прямоугольной модели сети доступа / Г.С. Гайворонская, С.В. Сахарова // Холодильная техника и технология. – Одесса: ВЦ ОГАХ, 2011. (в печати)
6. Гайворонская Г.С. Концепция пользовательского доступа: Учебное пособие / Г.С. Гайворонская. – Одесса: ОГАХ, 2008. – 408 с.

Надійшла до редакції:
15.03.2011

Рекомендовано до друку:
д-р техн. наук, проф. Скобцов Ю.О.

Abstract

Gayvoronskaya G.S., Sakharova S.V. Features locating access nodes using the radial model of the service area. The features determine the location of access nodes for the radial model of the access network and various ways of connecting subscribers to the switching nodes were considered.

Keywords: access network, access nodes, the radial model of the access network.

Анотація

Гайворонська Г.С., Сахарова С.В. Особливості визначення місця розташування вузлів доступу при використанні радіальної моделі території, що обслуговується. Розглянуто особливості визначення місця розташування вузлів доступу для радіальної моделі мережі доступу і різних варіантів підключення користувачів до вузла комутації.

Ключові слова: мережа доступу, вузол доступу, радіальна модель мережі доступу.

© Гайворонская Г.С., Сахарова С.В., 2011