

УДК 004.725.5

С.В. Сахарова (канд. техн. наук)Одесская государственная академия холода, г. Одесса
кафедра информационно-коммуникационных технологий
E-mail: switchonline@rambler.ru**ОСОБЕННОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАЗМЕРОВ ТЕРРИТОРИИ,
ОБСЛУЖИВАЕМОЙ УЗЛАМИ ДОСТУПА,
ДЛЯ ПРЯМОУГОЛЬНОЙ МОДЕЛИ СЕТИ ДОСТУПА**

Рассмотрены особенности выбора модели сети доступа. Предложен подход к определению количества узлов доступа и размеров территорий, обслуживаемых этими узлами для модели, соответствующей прямоугольной структуре сети доступа.

Ключевые слова: сеть доступа, узел доступа.

Введение

Для удовлетворения потребностей пользователей в высококачественных инфокоммуникационных услугах возникает необходимость в построении перспективных сетей доступа (СД), что может быть осуществлено различными способами.

Для того чтобы учесть различные варианты построения СД необходимо предложить модели, отображающие наиболее характерные особенности этих сетей. Поскольку каждая СД создается на территориях, отличающихся друг от друга большим количеством особенностей, таких как размер, геометрическая форма, рельеф, географическое положение, градостроительные принципы, план застройки, наличие препятствий, демографические особенности, то существует мнение, что СД должна строиться по месту и не существует общих подходов к ее построению. Однако, по мнению автора, с этим нельзя согласиться, так как в любом случае существуют общие подходы, которые можно применить при построении всех СД. Поэтому необходимо найти то общее, что позволит предложить модели, с помощью которых можно разработать общие принципы построения СД.

В соответствии с рекомендацией Международного союза электросвязи G.902 [1] сеть доступа состоит из совокупности линий доступа (ЛД) и узлов доступа (УД). Узлы доступа соединяют локальные и транспортные сегменты ЛД. Место расположения УД определяет длину локального сегмента ЛД, а длина транспортного сегмента определяется местом размещения узла предоставления услуг (УПУ) расположенного, как правило, за пределами СД [2]. В представленной работе территорию, обслуживаемую создаваемой СД, обозначим как ТСД, а территорию, обслуживаемую узлами доступа как ТУД.

Исследования и практическое применение показали [3,4], что разделение территории, обслуживаемой СД, на ТУД является объективным фактором. Направление прокладки трасс транспортного сегмента должно реализоваться в модели в значительной мере с учетом местных условий. С этой целью следует использовать план распределения потенциальных пользователей на ТСД. На первом этапе обработки данных проводится идеальное разделение ТСД на ТУД исключительно по распределению пользователей. На втором этапе границы «идеальных» ТУД согласуются с местными условиями. Равным образом поступают и с идеальной прокладкой трасс транспортного сегмента. Таким образом, приходят к реальному разделению ТСД, при котором, прежде всего, исключаются добавочные ошибки, вносимые вследствие субъективного подхода. Следовательно, одним из факторов, существенно влияющим на структурные характеристики СД является конфигурация обслуживаемой территории. Другой фактор — градостроительные решения, в частности направление прокладки улиц, наличие препятствий, тип местности. Направление прокладки улиц определяет направление прокладки ЛД, а, соответственно, и их длину. Еще одним

фактором является плотность размещения пользователей на территории, определяющая пропускную способность, количество и места расположения УД, пропускную способность локального и транспортного сегментов. Так как методы расчета характеристик сетей доступа в зависимости от особенностей территории, обслуживаемой СД, отличаются, необходимо выбрать модели СД, учитывающие эти особенности.

Цель и постановка задачи исследования

Целью исследования является повышение эффективности проектирования СД, при этом необходимо решить такие задачи:

- 1) На основе анализа вариантов построения СД выбрать исследуемую модель СД.
- 2) Предложить формулы для определения оптимального количества узлов доступа для рассматриваемой структуры СД
- 3) Предложить выражения для определения оптимальных размеров территорий, обслуживаемых узлами доступа.

Основная часть

Модель прямоугольной структуры СД (рис. 1), учитывающая способы застройки принятые в крупных городах, характеризуется ортогональной прокладкой линий, однородной плотностью размещения пользователей и прямоугольными ТУД. Основное ориентирование для разделения на ТУД начинается с выбора в качестве главной трассы уже имеющейся или намеченной на перспективу трассы кабеля или пригодной для этой цели трассы дорог. После этого ТУД разделяется на участки по принципу средней плотности пользователей. Для оптимизации разметки ТУД достаточно приведенных далее уравнений, которые базируются на представленной модели с относящимися к ней допущениями. Исследуемая модель ТСД прямоугольной структуры с размерами a, b , в центре которой расположен УПУ, показана на рисунке 1.

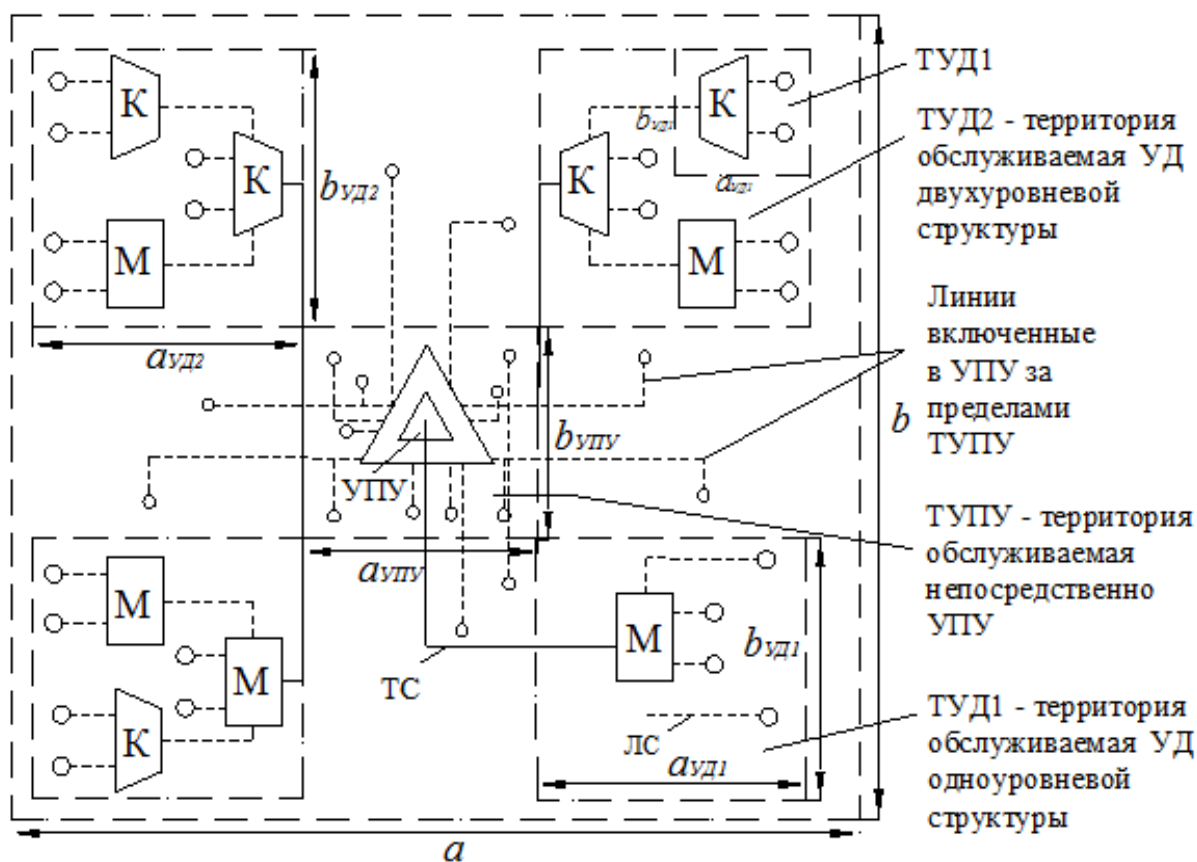


Рисунок 1 — Модель прямоугольной структуры СД

Узлы доступа, используемые в этой модели, реализованы в виде концентраторов (К) или мультиплексоров (М), причем предусмотрены различные варианты подключения УД к УПУ и различные варианты подключения пользователей к УПУ.

Подключение УД к УПУ реализовано с помощью транспортного сегмента ЛД, обозначенного на рисунке ТС, соответственно локальный сегмент ЛД расположенный между УД и оборудованием пользователя обозначен — ЛС.

Для модели СД прямоугольной структуры предложен метод оптимизации числа УД и размеров обслуживаемых ими территорий, учитывающий прогнозируемое количество пользователей, прогнозируемую нагрузку, создаваемую пользователями, и позволяет минимизировать общие затраты на создание сети.

Оптимальное количество УД определяется следующим образом. Пусть на территории квадратной формы площадью S и длиной стороны a размещен один УПУ и n УД. Так как $a = \sqrt{S}$, то средняя длина сегмента транспортного доступа:

$$l_T = \sqrt{S/2}, \quad (1)$$

средняя длина сегмента локального доступа:

$$l_L = \frac{\sqrt{S/n}}{2}. \quad (2)$$

Отношение удельной стоимости транспортного доступа c_T к стоимости локального доступа c_L :

$$c_1 = \frac{c_T}{c_L}. \quad (3)$$

Тогда, суммарные затраты на построение сети доступа:

$$C = c_T \omega_1 \frac{\sqrt{S}}{2} n + \frac{c_T}{c_1} N_{ЛЛ} \frac{\sqrt{S/n}}{2} nz, \quad (4)$$

где $z = N_0/nN_{ЛЛ}$ — количество УД на рассматриваемой ТСД;

$N_{ЛЛ}$ — количество точек подключения оборудования пользователей к одному УД;

N_0 — количество точек подключения оборудования пользователей к УПУ.

После некоторых преобразований получаем:

$$C = \frac{c_T \omega_1 \sqrt{S} n}{2} + \frac{c_T N_0 \sqrt{S}}{2c_1 \sqrt{n}}. \quad (5)$$

Дифференцируя это выражение по n и приравнявая к нулю, получим:

$$\frac{c_T \omega_1 \sqrt{S}}{2} - \frac{c_T N_0 \sqrt{S}}{4c_1 \sqrt{n^3}} = 0. \quad (6)$$

Отсюда, оптимальное количество УД на рассматриваемой ТСД равно

$$n = \sqrt[3]{N_0^2 / 4c_1^2 \omega_1^2}. \quad (7)$$

При равномерном распределении оборудования пользователей на обслуживаемой территории для минимизации длины сегмента локального доступа УД следует размещать в центре ТУД. Но так как между УД и УПУ находится сегмент транспортного доступа, то место расположения УД переместится на некоторое расстояние в направлении к УПУ.

Для определения оптимальных размеров ТСД, будем исходить из общего уравнения затрат на ЛД.

$$C = c_{\text{ТК}} l_{\text{ТК}} + c_{\text{ЛК}} l_{\text{ЛК}} + c_{\text{Т}} L_{\text{Т}} + \beta_{\text{Т}} l_{\text{Т}} \omega_{\text{Т}} + c_{\text{Л}} L_{\text{Л}} + \beta_{\text{Л}} l_{\text{Л}} \omega_{\text{Л}} + c_{\text{УД}} + c'_{\text{УД}} N_{\text{Л1}} + c_{\text{П}} v_{\text{П}}, \quad (8)$$

где C — полные затраты на создание СД;

$c_{\text{ТК}}$ — стоимость единицы длины прокладки трассы кабеля транспортного сегмента ЛД;

$l_{\text{ТК}}$ — длина прокладки трассы кабеля транспортного сегмента ЛД;

$c_{\text{ЛК}}$ — стоимость единицы длины прокладки трассы кабеля локального сегмента ЛД;

$l_{\text{ЛК}}$ — длина прокладки трассы кабеля локального сегмента ЛД;

$c_{\text{Т}}$ — начальная стоимость единицы длины кабеля транспортного сегмента ЛД;

$L_{\text{Т}}$ — суммарная длина кабеля транспортного сегмента ЛД;

$l_{\text{Т}}$ — средняя длина транспортного сегмента одной ЛД;

$\beta_{\text{Т}}$ — коэффициент, учитывающий зависимость стоимости кабеля транспортного сегмента ЛД от его пропускной способности;

$\omega_{\text{Т}}$ — пропускная способность транспортного сегмента ЛД;

$c_{\text{Л}}$ — начальная стоимость единицы длины кабеля локального сегмента ЛД;

$L_{\text{Л}}$ — суммарная длина кабеля локального сегмента ЛД;

$l_{\text{Л}}$ — средняя длина локального сегмента одной ЛД;

$\beta_{\text{Л}}$ — коэффициент, учитывающий зависимость стоимости кабеля локального сегмента ЛД от его пропускной способности;

$\omega_{\text{Л}}$ — пропускная способность локального сегмента ЛД;

$c_{\text{УД}}$ — начальная стоимость УД;

$c'_{\text{УД}}$ — стоимость УД, зависящая от пропускной способности;

$c_{\text{П}}$ — стоимость единичного порта УПУ;

$v_{\text{П}}$ — количество портов УПУ.

Среди параметров, от которых зависит стоимость сети, есть точно заданные значения и прогнозируемые значения, такие как количество и поверхностная плотность пользователей, а так же создаваемая ими нагрузка. Такие параметры оказывают существенное влияние на структуру и результирующие характеристики СД. Выбор и анализ прогнозируемых параметров СД, а так же влияние вариаций таких параметров на результирующие характеристики СД является отдельной сложной задачей.

Для оптимизации количества УД по критерию минимальной стоимости минимизируем общие затраты на построение СД:

$$C = f(\omega_p, \eta, N_p) \rightarrow \min .$$

Для оптимизации размеров ТУД, длина и ширина которой обозначены как l_1 и l_2 , необходимо знать поверхностную плотность пользователей, которая связана с этими параметрами следующим соотношением.

$$\omega_{\text{Л}} = \eta l_1 l_2, \quad (9)$$

При использовании модели прямоугольной структуры СД, предложены выражения для определения оптимальных размеров ТУД по критерию результирующей стоимости проектируемой сети:

$$l_1^2 = \frac{L_T - \omega_T \beta - \sigma_4 + c_{УД}}{\sigma_1 l_2^2 + \sigma_2 l_2 - \sigma_3}, \tag{10}$$

$$l_2^2 = \frac{(c_{ТК} - l_1 \sigma_3) + \frac{c_{УД} - \sigma_4}{4} + L_L \omega_T \beta}{(\sigma_2 + \sigma_1 l_1) - \frac{\sigma_3}{L_2}} \tag{11}$$

где: $\sigma_1 = \frac{c_K d_1 \eta^{1.5}}{\sqrt{\omega_L}}$; $\sigma_4 = (c_{ТК} + c_K d_0) \sqrt{\frac{\omega_L}{\eta}}$; $\sigma_2 = \frac{\beta \eta (1 - \delta^2)}{4}$; $\sigma_3 = \frac{c_{ТК}}{L_1} (1 + \delta)$

d_0, d_1 — коэффициенты, для определения длины кабеля на основе длины проложенной трассы;

δ — степень отклонения местоположения УД от центра ТУД;

L_1, L_2 — размеры территории, обслуживаемой СД;

Решение обоих уравнений возможно итерационным способом, для этого разработана программная модель, реализующая представленный метод определения характеристик узлов доступа и позволяющая существенно сократить временные затраты.

Модели реального и идеального района обслуживаемого узлом доступа, используемые при оптимизации пропускной способности этих узлов изображены на рисунке 2.

На рисунке 2 через l_1 и l_2 обозначены размеры территорий, обслуживаемых узлами доступа. Отмечены оконечные устройства пользователей, подключаемые к УД, расположенные на ТУД. Рассматривается вариант, при котором УПУ расположены все зоны территории, обслуживаемой УД.

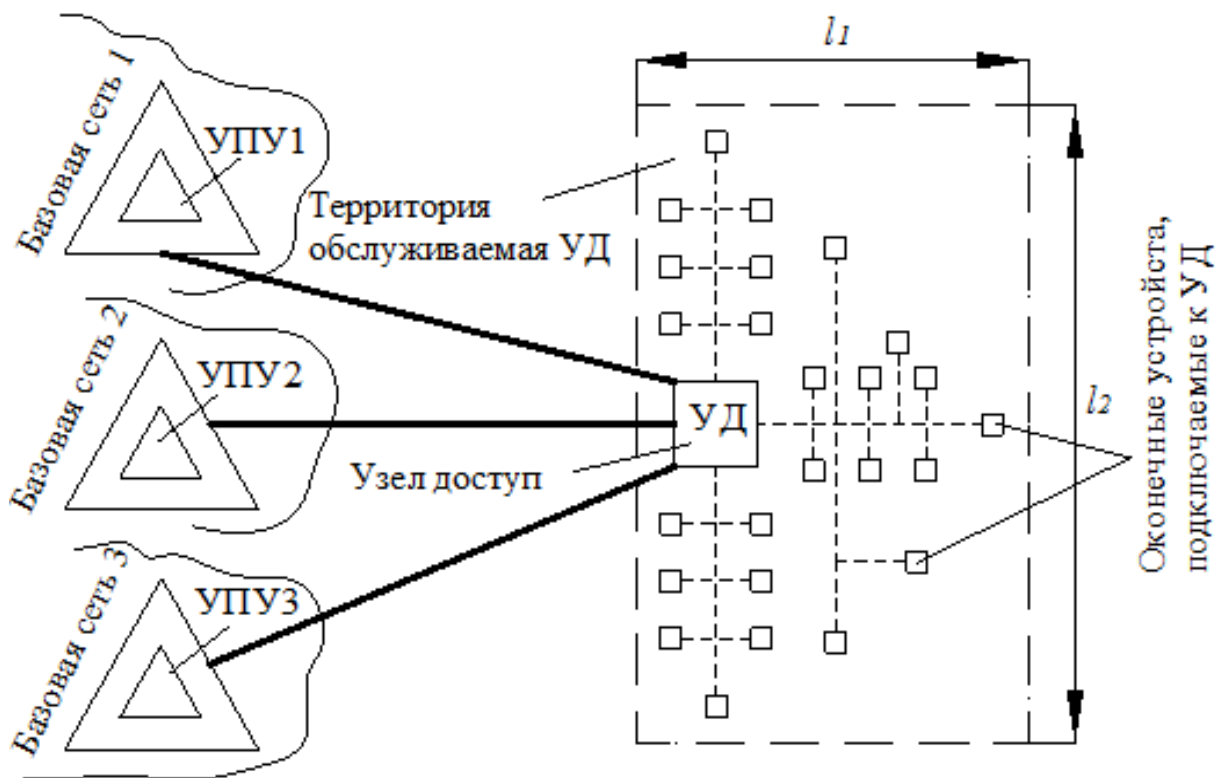


Рисунок 2 — реальный и идеальный районы обслуживаемые узлом доступа

Выводы

1. В результате исследования факторов, влияющих на создание сетей доступа, предложена модель структуры сети доступа, отличающаяся конфигурацией территории, градостроительными принципами, планом прокладки улиц и др.
2. Для прямоугольной модели структуры сети доступа предложен метод оптимизации числа узлов доступа и размеров обслуживаемой ими территории, по стоимостному критерию позволивший минимизировать общие затраты на создание сети.
3. В дальнейших исследованиях рассмотрена секторная модель структуры сети доступа, для которой предложены методы расчета структурных характеристик.

Список использованной литературы

1. Рекомендация ITU-T G.902 Framework Recommendation on functional access networks (AN) / ITU: Committed to connecting the world [Электронный ресурс]. — Режим доступа: \www/ http://www.itu.int / — 10.02.2012. — Загл. с экрана.
2. Гайворонська Г.С. Концепція та принципи побудови NGN: навчальний посібник [Текст] / Г.С. Гайворонська. — Одеса :ОДАХ, 2008. — 64 с.
3. Гайворонська Г.С. Особенности определения местоположения узлов доступа при использовании радиальной модели обслуживаемой территории [Текст] / Г.С. Гайворонская, С.В. Сахарова // Наукові праці ДонНТУ. — 2011. — №21 (183). — С. 82–86.
4. Гайворонская Г.С. Метод определения местоположения узлов при использовании прямоугольной модели сети доступа / Г.С. Гайворонская, С.В. Сахарова // Холодильна техніка і технологія. — 2011. — №1 (129). — С. 73–76.
5. Международный союз электросвязи (ITU), официальное Интернет-представительство, [Электронный ресурс]. — Режим доступа: \www/ http://www.itu.int / — 01.03.2012. — Загл. с экрана.

Надійшла до редакції:
27.03.2012 р.

Рецензент:
д-р техн.наук, проф. Воронцов О.Г.

S.V. Sakharova. Features of Determining the Size of the Territory Served by the Access Nodes for the Rectangular Model of the Access Network. The features of the choice of the access network model are considered. An approach to determining the number of access nodes and the size of areas served by these units for the model corresponding to the rectangular structure of the access network is offered.

Keywords: access network, access nodes.

С.В. Сахарова. Особливості визначення розмірів території, що обслуговується вузлами доступу, для прямокутної моделі мережі доступу. Розглянуто особливості вибору моделі мережі доступу. Запропоновано підхід до визначення кількості вузлів доступу і розмірів території, що обслуговуються цими вузлами для моделі, що відповідає прямокутній структурі мережі доступу.

Ключові слова: мережа доступу, вузол доступу.

© Сахарова С.В., 2012