

УДК 621.315.1

АНАЛИТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ВЫБОРА МАРШРУТА ДОСТАВКИ УСЛУГ И СЕРВИСОВ

Розглядається завдання впровадження сучасного цифрового обладнання на двохпроводних лініях симетричного мідного багатопарного кабелю. Існуючі методики вибору маршруту доставки сучасних телекомунікаційних послуг і сервісів мають низьку оперативність

Ключові слова: методика, маршрут, послуги, сервіси, лінія передачі

Рассматривается задача внедрения современного цифрового оборудования на двухпроводных линиях симметричного медного многопарного кабеля. Существующие методики выбора маршрута доставки современных телекоммуникационных услуг и сервисов имеют низкую оперативность

Ключевые слова: методика, маршрут, услуги, сервисы, линия передачи

The problem of introduction modern digital oborudo-vanija on two-wire lines of a symmetric copper multipair cable is considered. Existing techniques of a choice of a route of delivery of modern tele-communication services and services have low efficiency

Keywords: a technique, a route, services, services, a transfer line

В.С. Крикун

Начальник Центра телекоммуникационных услуг
ул. Державинская, 4, г. Харьков, 61001
Контактный тел.: (057) 700-26-23
E-mail: vkrykun@ukrtelekom.net

Н.С. Пастушенко

Кандидат технических наук, профессор
Кафедра телекоммуникационных систем
Харьковский национальный университет
радиоэлектроники
пр. Ленина, 14, г. Харьков, 61166
Контактный тел.: (057) 702-13-20
E-mail: pastushenko_ns@rambler.ru

А.Н. Пастушенко

Кандидат технических наук
Военнослужащий ВЧ А-1906
г. Киев, 04050
Контактный тел.: 067-214-30-37
E-mail: PAN_PAS@rambler.ru

Постановка задачи в общем виде

Современные технологии обработки сигнала, применяемые в оконечном оборудовании асимметричных цифровых абонентских линий (Asymmetric Digital Subscriber Line, ADSL), позволят в ближайшее время передавать по двухпроводной линии симметричного медного многопарного кабеля потоки со скоростью до 48 Мбит/с.

Скорость передачи обеспечивается соответствующим уширением используемой полосы частот [1]. Поставщик услуг (оператор) заинтересован во внедрении цифрового доступа, так как может получить дополнительный доход за счет оплачиваемого повышения скорости доступа, гарантированного наличием измеренного запаса помехозащищенности.

В этих целях рекомендуют применять для оценки возможностей цифрового уплотнения пары на основании данных номинальной длины и типа кабеля. Но этот способ не в состоянии дать сколько-нибудь полного представления о фактическом характере частотных искажений и спектральном распределении помех. Обусловлено это следующим:

- отечественные кабели имеют отличные характеристики по отношению к величинам указанным в рекомендациях;
- реальные кабели в последнее время имеют муфты, в том числе и «замокшие»;
- наличие в кабелях неоднородностей и ненагруженных отводов;
- большой срок эксплуатации значительных участков кабельного хозяйства.

Основными характеристиками кабельных систем являются протяженность линии (длина), сопротивление, емкость, индуктивность и проводимость изоляции [2]. С увеличением скорости передачи (частоты) возрастают параметры: сопротивление и проводимость изоляции, индуктивность линии уменьшается, в тоже время емкость не зависит от частоты.

В связи с этим требуется достаточно высокий уровень обследования абонентской линии, которое необходимо выполнять перед установкой цифрового оборудования. Указанную задачу можно решить двумя способами:

- с использованием специализированных измерительных средств экспериментально обследовать воз-

можный участок между оператором и клиентом [3] и на основе измерений выбрать маршрут доставки услуг и сервисов с требуемым качеством;

- с помощью математического моделирования (аналитического и имитационного) оптимизировать маршрут доставки услуги от оператора до клиента и экспериментально уточнить характеристики выбранного маршрута с помощью измерительных средств [4].

Первый способ обеспечивает высокое качество исследования характеристик маршрута доставки услуги, но имеет низкую оперативность и высокую стоимость выполняемых работ.

Второй способ позволяет существенно повысить оперативность и снизить стоимость проводимых работ, поэтому именно ему будет уделено внимание ниже. В [5] рассмотрена методика решения рассматриваемой задачи. При этом особая роль отводится аналитическому моделированию, которому ранее для медных кабельных линий уделялось недостаточное внимания.

Таким образом, в данной статье основное внимание будет уделено разработке аналитической модели, с помощью которой можно оптимизировать маршрут доставки услуг от оператора к потребителю.

Оператор обладает некоторым множеством N медных кабельных линий. Из указанного множества N можно выделить некоторое подмножество K_i , кабельные линии которое можно использовать для удовлетворения запросов i -го клиента. Элементы подмножества K_i отличаются, в первую очередь, длиной маршрута доставки требуемой услуги, а также рядом технических характеристик кабельной системы, которые существенно влияют на качество предоставляемой услуги.

Если задача выделения подмножества K_i из множества N решается, хотя и не формализована в настоящее время (нет алгоритма автоматического поиска), то выбор оптимального варианта доставки требуемой услуги из подмножества K_i является весьма актуальной. Последний во многом будет определять качество предоставления заданной услуги и что особо важно для конкурентоспособности оператора – оперативность получения необходимого решения. Аналитическое решение этой задачи в теоретическом плане отсутствует, т.к. оно ранее не было востребовано, и является сейчас актуальным как в теоретическом, так и практическом плане.

В настоящее время существуют некоторые имитационные модели [6], позволяющие в той или иной мере получить требуемое решение. Но оперативность получения этого решения при значительной величине подмножества K_i будет низкой. Поэтому назначение аналитической модели – сокращение подмножества K_i с сохранением вариантов маршрута доставки услуги с заданным качеством.

Методика решения задачи

Множество N и подмножество K_i целесообразно задать с помощью графовой модели. В узлах графа располагаются распределительные средства, которые соединяются ребрами (медными кабельными линиями). Как известно, графовые модели позволяют про-

изводить структурный анализ [7], в рассматриваемом случае маршрут доставки услуги. Выделить подмножество K_i из множества N можно с учетом района расположения потребителя услуг, т.е. отдельный район в черте города будет характеризоваться некоторым графом G .

Путем на графе $G = (V, U)$ называется последовательность дуг, в которой конец предыдущей дуги является началом следующей. Здесь $V = \{v_1, v_2, \dots\}$ – конечное множество вершин графа (распределительных средств оператора) и множество кабельных линий $U = \{u_1, u_2, \dots\}$ всех существующих попарных связей вида $u_k = (v_1, v_2)$ между вершинами.

Орграф называется нагруженным (взвешенным), если каждой его дуге поставлено в соответствие число $l(u)$, называемое длиной дуги или ее весом. Длина (вес) дуги может иметь различный физический или экономический смысл: километраж, сопротивление, емкость и другие технические характеристики маршрута доставки, стоимость или время перемещения по дуге, пропускная способность (в экономических приложениях), вероятность безотказной работы соответствующего участка коммуникационной сети и др.

Путь на графе (не являющемся мультиграфом) может быть задан как последовательностью дуг, так и последовательностью вершин. Начало первой дуги называется началом пути (оператор сети), конец последней – концом пути (абонент сети).

В рассматриваемом случае задача будет сводиться к поиску кратчайшего пути. Для этого выполним матричное описание графа. Порядок матричного описания графа следующий.

На рис. 1 представлен граф. Направления указаны стрелками. Длина (протяженность) задана на дугах в условных единицах. Узлы графа заданы номерами.

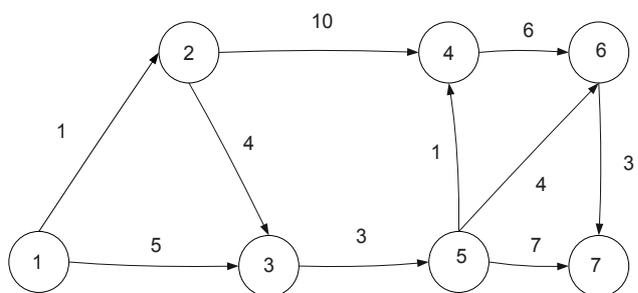


Рис. 1. Анализируемый граф

Для описания графа необходимо сформировать матрицу размерности $(n \times n)$, где n – количество узлов в графе. Элементы первой строки соответствуют переходам из первого узла во все другие. Например, первая строка анализируемого графа имеет вид $(0 \ 1 \ 5 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0)$. Второй элемент этой строки имеет значение 1, что означает существование перехода из первого узла во второй за 1 условную единицу. Третий элемент имеет значение 5 – величина, характеризующая переход из первого в третий узел. Аналогично формируются оставшиеся шесть строк рассматриваемого графа. В данном случае матрица имеет следующий вид:

$$K_1 = \begin{pmatrix} 0 & 15 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 4 & 10 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 3 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 6 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 4 & 7 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 3 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}.$$

В данном случае матрица K_1 характеризует длину отдельных участков между распределительными средствами. При этом узел 1 – оператор связи, узел 7 – абонент сети. Рассматриваемая задача может сводиться к поиску кратчайшего пути на анализируемом графе.

Аналогично можно составить и матрицы сопротивлений (R), индуктивности (L), емкости (C) и др., которые характеризуют отдельные участки кабельной системы.

Существует несколько алгоритмов поиска кратчайшего пути на графе [7]. В статье будет использован алгоритм Дijkstra. Этот алгоритм требует, чтобы длины всех дуг были положительны (к счастью, это выполняется в сетях передачи данных). Объем вычислений в худшем случае для этого алгоритма значительно меньше, чем у алгоритма Беллмана – Форда. Основная идея алгоритма состоит в том, чтобы отыскивать кратчайшие пути в порядке возрастания длины пути.

Результат анализа графа, представленного на рис. 1, с помощью этого алгоритма при поиске кратчайшего пути с 1 узла (от сервера оператора) к 7 (компьютеру абонента) следующий. Кратчайший путь составляет $d_1 = 15$ единиц, при этом путь проходит через следующие узлы: 1, 3, 5, 7. При этом кратчайший путь образуется следующими элементами матрицы K

$$d_1 = K(1,3) + K(3,5) + K(5,7).$$

Для выбранного маршрута целесообразно проанализированы основные параметры линии передачи (сопротивление, емкость, индуктивность и проводимость изоляции). Например, используя, указанные элементы соответствующих матриц можем оценить характеристики пути доставки услуги, например, сопротивление, будет следующим

$$r_1 = R(1,3) + R(3,5) + R(5,7).$$

Если расчетная величина r будет больше допустимой величины $R_{доп}$, необходимо выявить и исключить из рассмотрения участок с наибольшим сопротивлением. Например, допустим, что таким является участок от 1 к 3 узлу, т.е. $R(1,3)$ превышает заданные величины. Тогда необходимо уточнить содержание матрицы K_1 , т.е. обнулить элемент матрицы $K(1,3)$. В этом случае матрица K_1 примет вид

$$K_2 = \begin{pmatrix} 0 & 10 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 4 & 10 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 3 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 6 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 4 & 7 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 3 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}.$$

Повторное применение алгоритма Дijkstra дает следующие результаты. Кратчайший путь составляет $d = 15$ единиц, при этом путь проходит через следующие узлы: 1, 2, 3, 5, 7. При этом кратчайший путь образуется следующими элементами матрицы K

$$d_2 = K(1,2) + K(2,3) + K(3,5) + K(5,7).$$

Общая схема аналитической модели выбора пути доставки услуги от оператора к абоненту представлена на рис. 2.

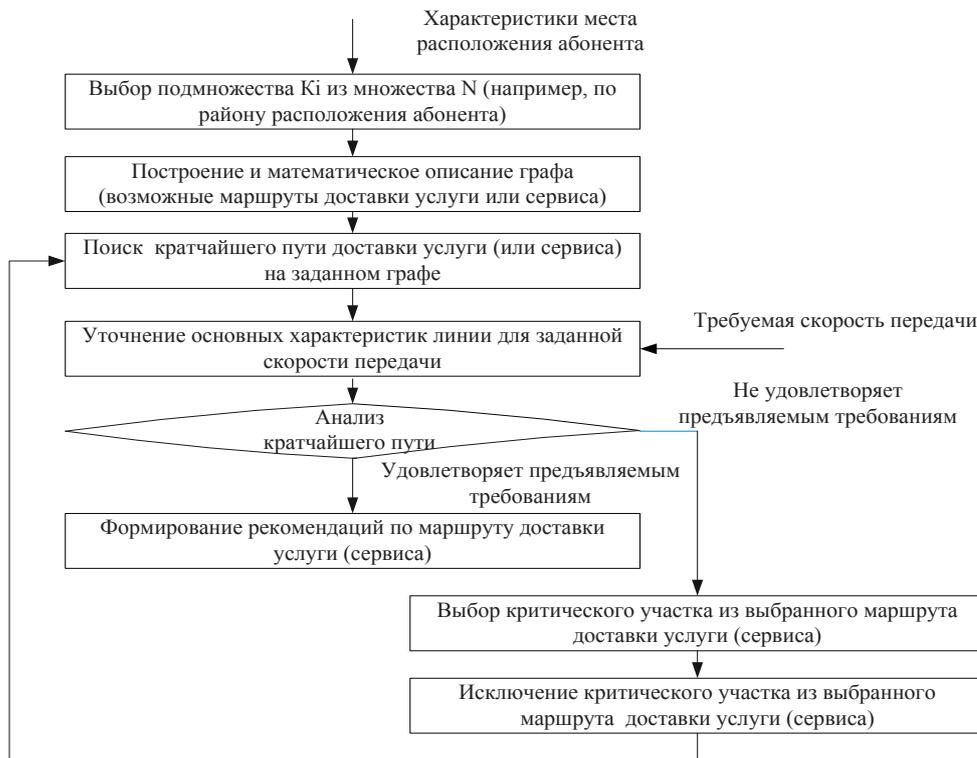


Рис. 2. Общая структурная схема аналитической модели выбора маршрута передачи данных от оператора к абоненту

При этом под критическим участком понимается кабельная система (дуга графа), которая не удовлетворяет предъявляемым требованиям (сопротивлению, емкости, индуктивности и проводимости изоляции).

Основные выводы и рекомендации

Предложенная аналитическая модель позволяет выполнить структурный анализ и оперативно выбрать маршрут доставки услуги (сервиса) от оператора к абоненту. При этом есть возможность учесть основные характеристики абонентской линии передачи. Вместе с тем, остается открытым ряд вопросов, которые целесообразно уточнить в последующем. К ним относятся, в первую очередь, выбор требуемой линии передачи в кабельной системе при одновременном использовании нескольких абонентских линий при передаче данных разным потребителям, оценка влияния высокоскоростной передачи данных на соседние линии передачи, учет «замокших муфт» и неоднородностей в среде передачи и др.

Литература

1. Кочеров А.В. Ограничение скоростного потенциала асимметричной цифровой абонентской линии электрическими характеристиками медных кабелей. – Электросвязь. №11, 2004, с.20...,29.

2. Гроднев И.И., Шварцман В.О. Теория направляющих систем связи. – М.: Связь, 1978. – 296 с., ил.
3. Кочеров А.В. Анализатор систем передачи и кабелей связи AnCom A-7 – неочевидные возможности. – Электросвязь. №2, 2006, с.10...,19.
4. Балашов В.А., Копийка О.В., Кочеров А.В. и др. Применение моделирования в задачах разработки норм проектирования и эксплуатации сети цифрового абонентского доступа. – Вестник связи, № 12, 2005, с. 11...15.
5. Крикун В.С., Ощепков М.Ю. Методика оценки качества существующих проводных линий связи. Радиотехника: Всеукраинский межведомственный научно-технический сборник.–Х.:ХНУРЭ.–2009.– Вып.159.– С.224...228.
6. T. Magesacher, W. Henkel, G. Taubock, and T. Nordstrom, Cable measurements supporting future DSL technologies, OVE-Zeitschrift E&I, Vol 2, pp. 37-43, Feb., 2002.
7. Сухаревский И.В., Гринберг С.И., Иванова П.Л. и др. Военно-технические вопросы высшей математики и математические основы военной кибернетики. – Х.: ВИРТА ПВО, – 1979. – 383 с.

Запропоновано метод знаходження параметрів вітрильної регресійної моделі, що має задовільні показники збіжності
Ключові слова. Вітрильна регресія, параметри регресійної моделі

Предложен метод нахождения параметров парусниковой регрессивной модели, которая имеет удовлетворяющие показатели сходимости

Ключевые слова. Парусниковая регрессия, параметры регрессивной модели

A Method of obtaining the sail regression parameters was proposed. This method showed the satisfactorily convergence rate

Key words. Sail regression, parameter of regression model

Вступ

На практиці часто виникає потреба апроксимації експериментальних даних, коли за перший період відомі дані про одне спостереження, за другий період

ІТЕРАЦІЙНІ МЕТОДИ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧ ВІТРИЛЬНОЇ РЕГРЕСІЇ

УДК 519.65

Б.І. Мороз

Доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри*
 Контактний тел.: (0562)-45-92-13

О.В. Трофімов

Кандидат фізико-математичних наук, доцент*
 Контактний тел.: (0562)-45-92-86

Л.В. Кабак

Кандидат технічних наук, доцент*
 *Кафедра інформаційних систем і технологій
 Академія митної служби України
 вул. Дзержинського, 2, м. Дніпропетровськ, Україна,
 49000
 Контактний тел.: 050-452-17-41

– про два спостереження і т.д. Отримані таким чином дані розташовуються у вигляді трикутної таблиці. Апроксимація подібних даних називається «вітрильною регресією» за схожість трикутної таблиці даних з вітрилом.