

Костюков Владимир Александрович

Технологический институт федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Южный федеральный университет» в г. Таганроге.

E-mail: salouma1@mail.ru.

Тел.: 88634371689.

347928, г. Таганрог, пер. Некрасовский, 44.

Феклистов Игорь Олегович

Kostukov Vladimir Aleksandrovich

Taganrog Institute of Technology – Federal State-Owned Educational Establishment of Higher Vocational Education “Southern Federal University”.

E-mail: salouma1@mail.ru.

44, Nekrasovskiy, Taganrog, 347928, Russia.

Phone: 88634371689.

Feklistov Igor Olegovich

УДК 621.395

А.М. Недужко

ОСОБЕННОСТИ УНИФИЦИРОВАННОЙ МОДЕЛИ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ СЕТИ ПЕРЕДАЧИ ДИСКРЕТНОЙ ИНФОРМАЦИИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Рассматриваются принципы моделирования распределенных сетей передачи дискретной информации энергопредприятий. Приведена алгоритмическая модель сети и структура устройств коммутации. Определены функции переходов и выходов модели.

Передача информации.

A.M. Neduzhko

We consider the principles of modeling distributed networks of digital data transmission utilities. Shows the algorithmic model of the network structure and switching devices. Functions of perehodoi and outputs of the model.

Communication; simulation modeling.

Унифицированная модель распределенной сети передачи дискретной информации (РСПДИ) является согласующим звеном моделей:

- ◆ исследования распределения потоков сообщений в сети;
- ◆ исследования функционирования узлов коммутации;
- ◆ исследования каналов связи;
- ◆ исследования надежности и живучести сети с применением разных математических схем – дифференциальные уравнения, стохастические модели, автоматные модели, нечеткие ситуационные модели, модели в виде нечеткого логического вывода и прочее.

В унифицированной абстрактной схеме введено понятие пространства B параметров агрегативной модели РСПДИ с элементами $\beta=(\beta_1,\dots,\beta_p)\in B\subseteq Z$, где Z – множество состояний распределенной сети, а $\beta=(\beta_1,\dots,\beta_p)$ – вектор конструктивных параметров.

Определение векторов конструктивных параметров и множества состояний Z унифицированной модели РСПДИ является одной из основных задач при состав-

лении агрегативной модели распределенной сети, причем компоненты вектора конструктивных параметров напрямую связаны с параметрами решаемых задач.

Исходя из принципов построения агрегативной модели задачу разработки унифицированной модели РСПДИ представим в виде совокупности подпрограмм, как это показано на рис. 1.

Логика последовательности работы подпрограмм унифицированной модели объясняется на следующем примере. На рис. 2 приведены временные диаграммы поступления в агрегат управляющих и входных сигналов и выдачи агрегатом выходных сигналов.

В момент времени t_0 задано начальное состояние агрегата $z(t_0)$ и поступает управляющий сигнал $g(t_0)$.

Согласно общей структуре унифицированной модели распределенной сети (рис. 1), в подпрограмме ввода исходных данных определяется начальное состояние $z(t_0)$.

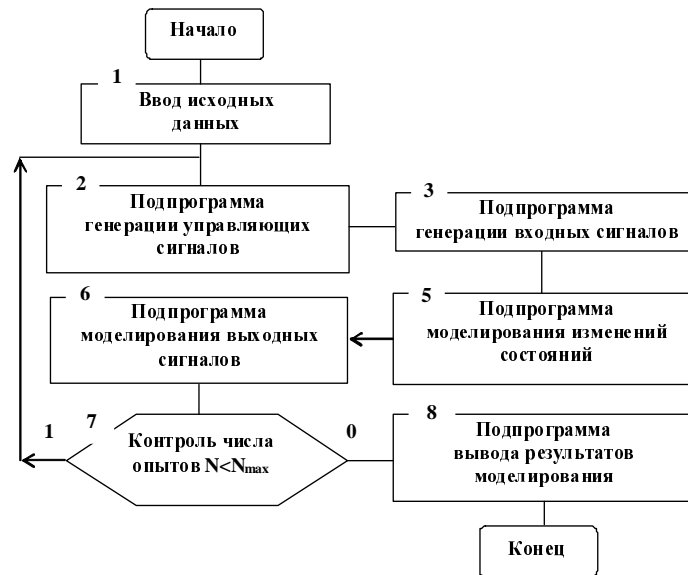


Рис. 1. Общая структура унифицированной модели распределенной сети передачи дискретной информации

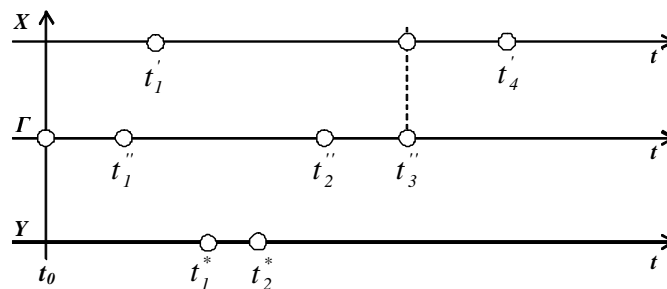


Рис. 2. Пример временных диаграмм функционирования агрегата

Затем определяется момент времени t_1'' поступления управляющего сигнала в подпрограмме генерации управляющих сигналов, момент времени t_1' поступления входного сигнала в подпрограмме генерации входных сигналов и моменты времени t_1^* и t_2^* выдачи выходных сигналов в подпрограмме генерации выходных сигналов, причем $t_1'' < t_1' < t_1^* < t_2^*$.

Затем определяется момент времени t_1'' поступления управляющего сигнала в подпрограмме генерации управляющих сигналов, момент времени t_1' поступления входного сигнала в подпрограмме генерации входных сигналов и моменты времени t_1^* и t_2^* выдачи выходных сигналов в подпрограмме генерации выходных сигналов, причем $t_1'' < t_1' < t_1^* < t_2^*$.

В подпрограмме моделирования изменения состояний (блок 5 на рис. 1) определяется состояние агрегата $z(t_0+0)$ для момента времени t_0+0 определяется в соответствии с формулой:

$$z(t_0+0) = V^{**}[t_0, z(t_0), g(t_0), \beta]. \quad (1)$$

Затем в этой же подпрограмме для всех моментов времени $t \in (t_0, t_1'']$ определяется изменение состояния $z(t)$ в соответствии с формулой

$$\forall t \in (t_0, t_1''] \quad z(t) = U[t, t_0, z(t_0+0), g(t_0), \beta]. \quad (2)$$

Так как в момент времени t_1'' поступил управляющий сигнал и известно состояние агрегата $z(t_1'')$ из формулы (1), то в подпрограмме моделирования изменения состояний определяется изменение состояния в соответствии с формулой:

$$z(t_1''+0) = V^{**}[t_1'', z(t_1''), g(t_1''), \beta]. \quad (3)$$

Затем в этой же подпрограмме моделирования изменения состояний для всех моментов времени $t \in (t_1'', t_1']$ определяется изменение состояния $z(t)$:

$$\forall t \in (t_1'', t_1'] \quad z(t) = U[t, t_1'', z(t_1''+0), g(t_1''), \beta]. \quad (4)$$

Так как в момент времени t_1' поступил входной сигнал и известно из формулы (4) состояние $z(t_1')$, то определяется состояние в соответствии с формулой

$$z(t_1'+0) = V^*[t_1', z(t_1'), g(t_1'), x(t_1')\beta]. \quad (5)$$

В подпрограмме моделирования изменения состояний для всех моментов времени $t \in (t_1', t_2']$ определяется изменение состояния $z(t)$:

$$\forall t \in (t_1', t_2'] \quad z(t) = U[t, t_1', z(t_1'+0), g(t_1'), \beta]. \quad (6)$$

Так как, в моменты времени t_1^* и t_2^* происходит выдача выходных сигналов, то в подпрограмме моделирования выходных сигналов (см. блок б на рис. 1) определяется содержание выходных сигналов в соответствии с формулой

$$y(t_1^*) = G^{**}\{t_1^*, z(t_1^*), g(t_1^*), \beta\}, \quad (7)$$

$$y(t_2^*) = G^{**}\{t_2^*, z(t_2^*), g(t_1^*), \beta\}. \quad (8)$$

Так известен момент времени t_2'' поступления управляющего сигнала, из формулы (6) известно состояние агрегата $z(t_2'')$, то в подпрограмме моделирования изменения состояний определяется изменение состояния в соответствии с формулой

$$z(t_2'' + 0) = V^{**}[t_2'', z(t_2''), g(t_2''), \beta]. \quad (9)$$

В подпрограмме моделирования изменения состояний для всех моментов времени $t \in (t_2'', t_3'')]$, где t_3'' – момент поступления управляющего сигнала и входного сигнала одновременно, определяется изменение состояния $z(t)$ в соответствии с формулой

$$\forall t \in (t_2'', t_3'')] z(t) = U[t, t_2'', z(t_2'' + 0), g(t_2''), \beta]. \quad (10)$$

В момент t_3'' одновременного поступления управляющего сигнала и входного сигнала, при известном состоянии $z(t_3'')$ (формула (10)), определяется изменение состояния в соответствии с формулой:

$$z(t_3'' + 0) = V^*[t_3'', V^{**}[t_3'', z(t_3''), g(t_3''), \beta]g(t_3''), x(t_3''), \beta]. \quad (11)$$

Затем в подпрограмме моделирования изменения состояний для всех моментов времени $t \in (t_3'', t_4']$, где t_4' – момент времени поступления входного сигнала, определенный подпрограммой генерации входных сигналов, определяется изменение состояния $z(t)$:

$$\forall t \in (t_3'', t_4'] z(t) = U[t, t_3'', z(t_3'' + 0), g(t_3''), \beta]. \quad (12)$$

В момент времени t_4' известно из формулы (12) состояние $z(t_4')$ и поступил входной сигнал $x(t_4')$. Определяется состояние в соответствии с формулой

$$z(t_4' + 0) = V^*[t_4', z(t_4'), g(t_3''), x(t_4'), \beta]. \quad (13)$$

Контроль числа опытов (см. блок 7 на рис. 1) осуществляется, исходя из числа переданных сообщений N_{max} . После моделирования передачи всех сообщений N_{max} , осуществляется вывод статистических данных (см. блок 8 на рис. 1).

Рассмотрим определение компонент унифицированной модели распределенной сети.

К компонентам унифицированной модели РСПДИ относятся:

- ◆ множество X входных сигналов (сообщения абонентов, служебные сообщения);
- ◆ множество Γ управляющих сигналов (статус (важность) сообщений);
- ◆ множество Y выходных сигналов (доставленные сообщения адресатам);
- ◆ множество Z состояний распределенной сети (емкости буферных накопителей, состояния каналов связи, исправность коммутационного оборудования и пр.);
- ◆ оператор переходов H ;
- ◆ оператор выходов G .

Для решения задачи оптимального использования ресурсов РСПДИ осуществим задание параметров унифицированной модели. Множество X входных сигналов определим в виде:

- ◆ x_{ij}^{1k} – поступление сообщения k -го приоритета в распределенную сеть передачи дискретной информации, адресованного от абонента, подключенного к УК_{*i*} к абоненту сети, подключенному к УК_{*j*};
- ◆ x_{ij}^{2k} – поступление в сеть служебного сообщения k -го приоритета, не несущего управляющей информации, и адресованного от УК_{*i*} к УК_{*j*}.

Множество Γ управляющих сигналов определим в виде;

- ◆ g_{ij}^1 – приоритет сообщения абонента, подключенного к УК_{*i*}, адресованного абоненту сети, подключенному к УК_{*j*};
- ◆ g_{ij}^2 – приоритет служебного сообщения, адресованного от УК_{*i*} к УК_{*j*};
- ◆ g_{ij}^{3k} – служебное сообщение, несущее управляющую информацию об отказе (неисправности) k -го канала связи в пучке каналов между УК_{*i*} и УК_{*j*};
- ◆ g_i^4 – служебное сообщение, несущее управляющую информацию о неисправности УК_{*i*}.

Пусть множество выходных сигналов Y содержит элементы $(t_{ij}^f, t_{ij}^e, s_{ij})$, определяющие доставку сообщения адресату, причем:

- ◆ t_{ij}^f – время поступления сообщения, адресованного от УК_{*i*} к УК_{*j*} в распределенную сеть передачи дискретной информации;
- ◆ t_{ij}^e – время доставки адресату сообщения, адресованного от УК_{*i*} к УК_{*j*};
- ◆ s_{ij} – показатель обслуживания сообщения (например, $s_{ij} = s_{ij}^1 + s_{ij}^2$, s_{ij}^1 – себестоимость передачи сообщения, s_{ij}^2 – стоимость передачи сообщения, которую должен оплатить абонент).

Рассмотрим определение вектора конструктивных параметров унифицированной модели на примере работ [1 – 4], в которых проводились исследования сетей передачи дискретной информации.

В функции узлов коммутации (УК) РСПДИ входит прием сообщения, анализ его адреса назначения, выбор направления передачи (коммутации) и передача сообщения соседнему УК. Анализ многочисленных источников позволяет обобщить структурную схему УК, вид которой показан на рис. 3.

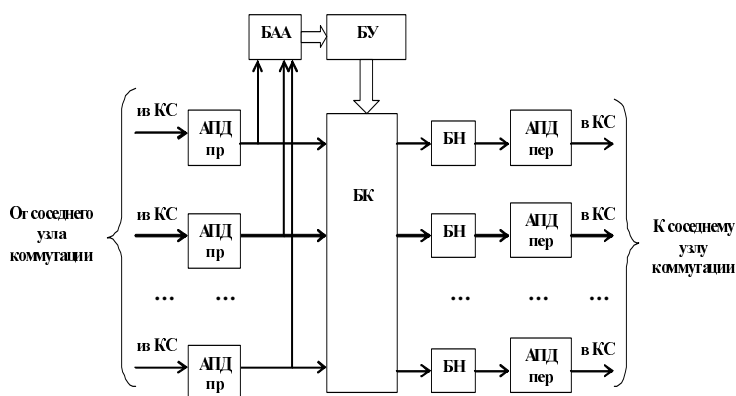


Рис. 3. Структурная схема узла коммутации

АПДпр – приемник аппаратуры передачи данных; АПДпер – передатчик аппаратуры передачи данных; БАА – блок анализа адреса; БН – буферный накопитель; - БУ – блок управления; БК – блок коммутации; КС – канал связи

К множеству Z состояний агрегата относятся:

- ◆ z_{ij}^i – состояние (число сообщений в очереди) буферного накопителя (см. рис. 3) направления передачи от УК_i к УК_j;
- ◆ b_{ij}^i – состояние канала связи, обеспечивающего передачу сообщений от УК_i к УК_j;
- ◆ z_i – состояние УК_i.

Введение вышеперечисленных параметров соответствует общей структуре унифицированной модели РСПДИ (см. рис. 1).

Появление сигнала x_{ij}^{1k} определено матрицей интенсивностей адресных связей $A_k = \|\alpha_{ij}^k\|$, $i, j = \overline{1, n}$, компоненты которой могут получены путем сбора и обработки статистических данных о появлении сообщений каждого из k приоритетов абонентов, подключенных к каждому УК_i.

Поступление в сеть служебного сообщения x_{ij}^{2k} определяется также матрицей интенсивностей служебных сообщений $AS_k = \|\alpha_{sij}^k\|$, $i, j = \overline{1, n}$, компоненты которой могут быть получены путем обработки статистических данных генерации либо центром управления (централизованный способ управления), либо на УК_i (децентрализованный способ управления) служебных сообщений каждого из k приоритетов.

Поступление в сеть управляющего сигнала g_{ij}^1 связано с генерацией сообщений k -го приоритета, что также определено матрицей интенсивностей адресных связей $A_k = \|\alpha_{ij}^k\|$, $i, j = \overline{1, n}$.

Поступление в сеть управляющего сигнала g_{ij}^2 определено генерацией служебного сообщения k -го приоритета в соответствии с матрицей интенсивностей служебных сообщений $AS_k = \|\alpha_{sij}^k\|$, $i, j = \overline{1, n}$.

Появление управляющего сигнала g_{ij}^3 определено моделью состояний каналов связи, которая представлена в виде матрицы

$$H_{ij} = \begin{pmatrix} h_{0ij}^1 & h_{1ij}^1 \\ h_{0ij}^2 & h_{1ij}^2 \\ \dots & \dots \\ h_{0ij}^M & h_{1ij}^M \end{pmatrix}, \quad (6)$$

где h_{0ij}^m – вероятность того, что исправен m -й канал связи в пучке каналов направления коммутации от УК_i к УК_j; h_{1ij}^m – вероятность того, что неисправен m -й канал связи в пучке каналов направления коммутации от УК_i к УК_j.

Появление управляющего сигнала g_i^4 определено моделью состояний УК, которая задана в виде матрицы вероятностей

$$P = \begin{pmatrix} p_0^1 & p_1^1 \\ p_0^2 & p_1^2 \\ \dots & \dots \\ p_0^n & p_1^n \end{pmatrix}, \quad (7)$$

где p_0^i – вероятность того, что исправен i -й УК; p_1^i – вероятность того, что неисправен i -й УК.

Формирование операторов выходов G^* и G^{**} , операторов U , V^* и V^{**} осуществляется в рамках конкретных решаемых задач при выбранных моделях потоков сообщений и времени передачи, способах выбора направлений коммутации, моделях отказов и восстановления аппаратуры сети, как составляющих унифицированной модели РСПДИ.

Таким образом, в рамках унифицированной модели РСПДИ сформирован перечень параметров модели. Динамика изменений параметров задается в подпрограммах генерации управляющих сигналов (согласно параметрам моделей в виде матриц $A_k = \|\alpha_{ij}^k\|$ и $AS_k = \|\alpha_{sij}^k\|$, $i, j = \overline{1, n}$), входных сигналов (согласно параметрам модели в виде матрицы $A_k = \|\alpha_{ij}^k\|$) и выходных сигналов (работа операторов U , V^* и V^{**} с учетом модели состояний каналов связи (6) и модели состояний УК (7)), а также в подпрограмме моделирования изменения состояний (работа операторов G^* и G^{**}) (см. рис. 1).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Уолрэнд Дж. Телекоммуникационные и компьютерные сети. – М.: Постмаркет, 2001.
2. Нужнов Е.В. Компьютерные сети и телекоммуникации: Учебное пособие. Часть 2. Технология локальных и глобальных сетей. – Таганрог: Изд-во ТПИ ЮФУ, 2007. – 144 с.
3. Гузик В.Ф., Решетняк В.Н., Сидоренко В.Г. Проектирование распределенных информационно-вычислительных сетей: Учебное пособие. – Таганрог: ТРТУ, 1996. – 103 с.
4. Пушкин А.В. Разработка аналитико-эвристических системных методов синтеза структур и управления потокораспределением в сетях связи. Диссертация на соискание ученой степени канд. техн. наук. – Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2000.

Недужко Андрей Михайлович

Технологический институт федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Южный федеральный университет» в г. Таганроге.

E-mail: fin_val_iv@tsure.ru.

347928, г. Таганрог, пер. Некрасовский, 44.

Тел.: 88634371689.

Neduzhko Andrey Mihajlovich

Taganrog Institute of Technology – Federal State-Owned Educational Establishment of Higher Vocational Education “Southern Federal University”.

E-mail: fin_val_iv@tsure.ru.

44, Nekrasovskiy, Taganrog, 347928, Russia.

Phone: 88634371689.