

УДК 004.7

В.Е. Мухин, канд. техн. наук

Национальный технический университет Украины “Киевский политехнический институт”, г. Киев, Украина

**СТРУКТУРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ МАРШРУТИЗАТОРА
ДЛЯ МНОГОКАНАЛЬНЫХ КОМПЬЮТЕРНЫХ СИСТЕМ****В.Є. Мухін**, канд. техн. наук

Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна

**СТРУКТУРНА ОРГАНІЗАЦІЯ МАРШРУТИЗАТОРА
ДЛЯ БАГАТОКАНАЛЬНИХ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ****Vadim Mukhin**, PhD in Technical Sciences

National Technical University of Ukraine “Kiev Polytechnical Institute”, Kiev, Ukraine

**STRUCTURAL ORGANIZATION OF THE ROUTER FOR THE MULTICHANNEL
COMPUTER SYSTEMS**

Предложен специализированный маршрутизатор для распределенных компьютерных систем (РКС), в котором используются внутренние многоканальные связи. Данный маршрутизатор обеспечивает устранение взаимных блокировок маршрутизируемых потоков данных при реализации различных механизмов маршрутизации, что позволяет поддержать множество одновременно функционирующих безопасных каналов связи и повысить эффективность функционирования и защищенность обрабатываемых данных в компьютерных системах.

Ключевые слова: потоки данных, маршрутизатор, многоканальные связи.

Запропоновано спеціалізований маршрутизатор для розподілених комп'ютерних систем (РКС), в якому використовуються внутрішні багатоканальні зв'язки. Цей маршрутизатор забезпечує усунення взаємних блокувань маршрутизованих потоків даних під час реалізації різних механізмів маршрутизації, що дозволяє підтримати декілька одночасно функціонуючих безпечних каналів зв'язку і підвищити ефективність функціонування та захищеність оброблюваних даних у комп'ютерних системах.

Ключові слова: потоки даних, маршрутизатор, багатоканальні зв'язки.

In this paper we suggest a specialized router for distributed computer systems, which has the internal multichannel links. This router allows to eliminate the deadlocks in the routed data flows for the various routing mechanisms that supports a variety of simultaneous secured communication channels and allow to improve the functioning of the computer systems and security of the processed data there.

Key words: data flow, router, multichannel links.

Введение. Постановка проблемы. Для повышения безопасности передачи данных в распределенных компьютерных системах эффективным является механизм т. н. направленной маршрутизации, который предусматривает передачу данных по определенному каналу связи, сформированному по критерию максимальной безопасности передачи данных по каждому из составляющих подканалов связи между узлами. Критерий безопасности определяется как вероятность реализации угроз безопасности передачи данных по конкретному подканалу. Эта вероятность фактически функционально связана с параметром уровня доверия к действиям узла РКС.

Рассмотрим случай, когда параметр уровня доверия к узлам варьируется в интервале от 0 до 1. Рассмотрим в качестве примера схему топологии распределенной компьютерной системы с предопределенными уровнями доверия к действиям узлов РКС (рис. 1). При передаче данных от узла *A* к узлу *M* доступны несколько путей. Так, в том случае, если условием безопасной передачи является то, что уровень доверия к действиям узлов на всем пути следования пакетов не должен снижаться ниже, чем 0,6, то возможна передача данных по более короткому пути 1, если же требованием является то, что параметр уровня доверия не должен снижаться ниже, чем 0,5, то передача данных должна проходить по пути 2, который, с другой стороны, не является наиболее оптимальным с точки зрения расстояния передачи данных. Таким образом, необходима разработка специального механизма направленной маршрутизации данных по заданному пути, что позволит обеспечить передачу данных с учетом критерия уровня доверия к действиям узлов системы, который функционально связан с безопасностью передачи данных по этому пути.

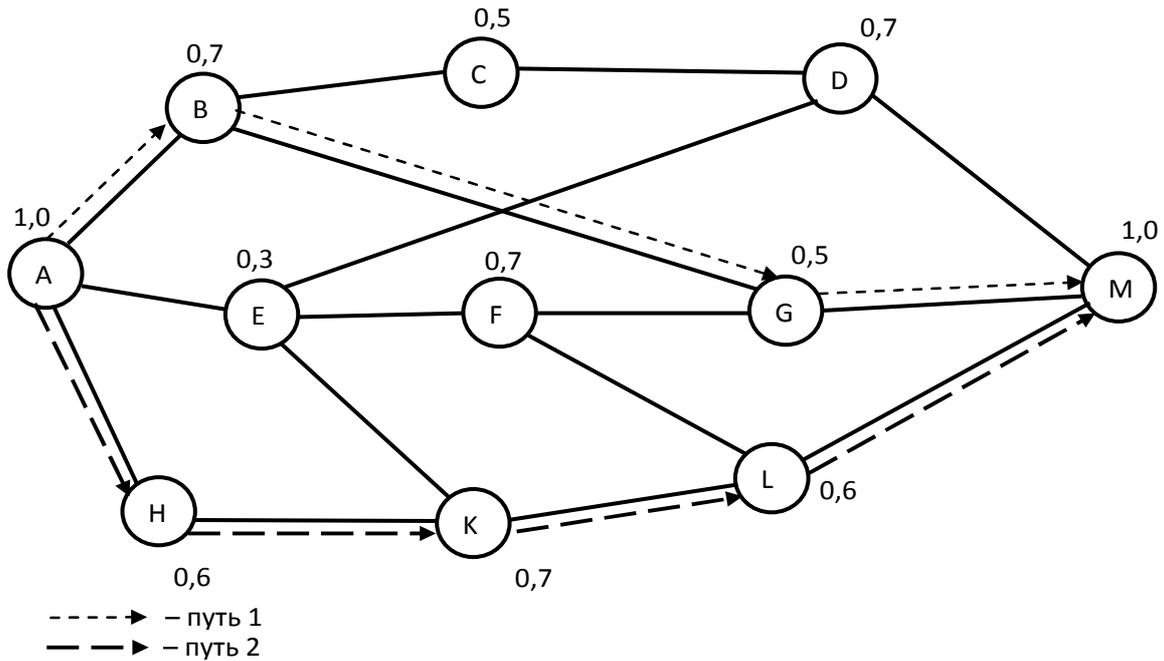


Рис. 1. Топология РКС с predeterminedными уровнями доверия к действиям узлов РКС

При реализации механизма направленной маршрутизации возникает еще одна сопутствующая проблема. Направленная маршрутизация предусматривает передачу данных по определенному каналу связи, который формируется по критерию максимальной безопасности передачи данных. Пусть требуется передать сообщение от узла А к узлу М, используя наиболее безопасный маршрут А – F – G – L – М (рис. 2).

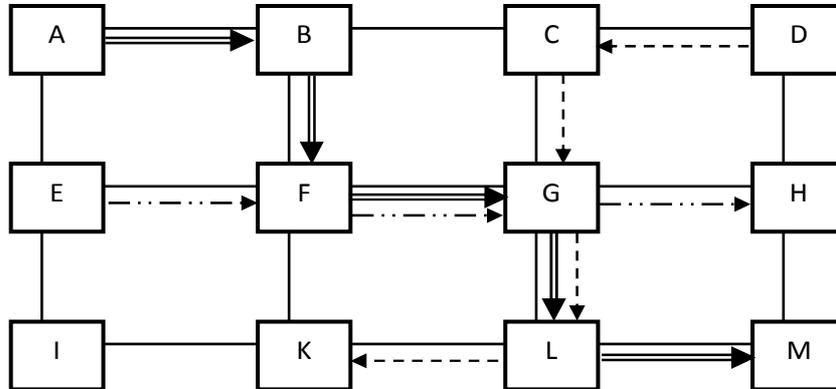


Рис. 2. Множественные пересекающиеся потоки данных в топологии распределенной компьютерной системы

В результате формируется временный канал А – F – G – L – М, который на некоторое время перекрывает возможность реализации ряда других каналов связи в данной топологии, например, канала D – C – G – L – К или канала E – F – G – H. Фактически, возникает классическая взаимная блокировка передачи данных, что существенно увеличивает время передачи данных по другим каналам. Кроме того, при интенсивном трафике существует вероятность того, что какой-либо пакет окажется заблокированным в буфере, заняв ряд буферов по своему маршруту, что, в свою очередь, вызовет увеличение времени доставки других пакетов.

Проблема взаимной блокировки каналов возникает также и при реализации механизма маршрутизации на основе виртуальных каналов связи. Таким образом, актуальной является задача реализации специализированного маршрутизатора для распределенных компьютерных систем, позволяющего обслуживать одновременно несколько конкурентных потоков данных.

Анализ последних достижений и публикаций. Теория построения маршрутизаторов достаточно развита. Известен целый ряд публикаций в данной области, в частности [1; 2].

Обобщенная структура классического маршрутизатора для распределенных компьютерных систем и коммутируемых сетей представлена на рис. 3.

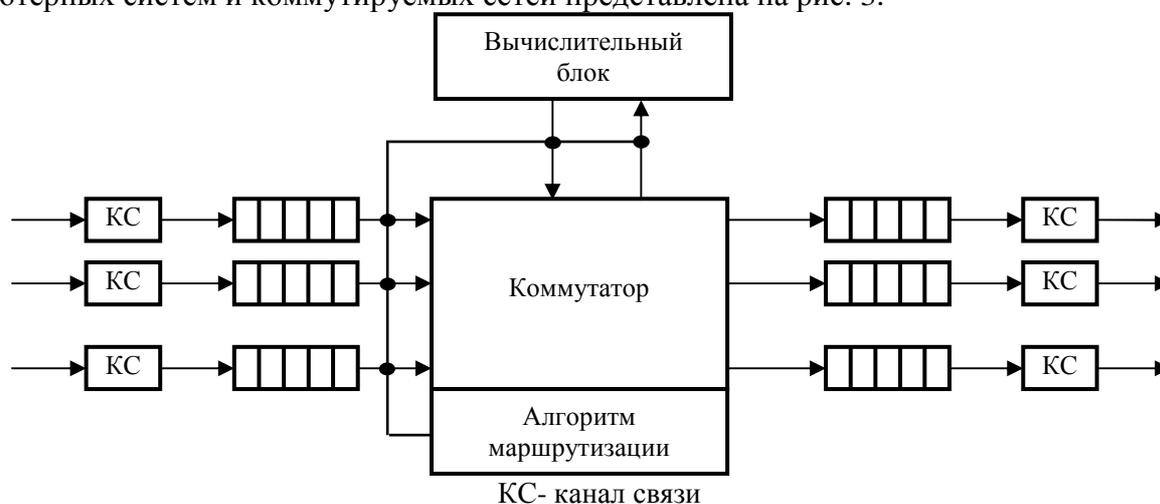


Рис. 3. Обобщенная структурная схема маршрутизатора распределенных компьютерных систем и коммутируемых сетей

Данный маршрутизатор выполняет обработку и передачу сообщений за четыре этапа [3; 4]:

- входная буферизация: сообщение поступает во входной буфер;
- расчет маршрута и формирование пути маршрутизации: на основании адреса приемника определяется выходной порт маршрутизатора;
- передача бит через маршрутизатор: сообщение проходит через маршрутизатор на выходной буфер;
- передача бит по каналу связи (КС): сообщение передается по каналу связи на следующий маршрутизатор.

Следует отметить, что классический маршрутизатор ориентирован на компьютерные системы с одноканальными связями, что вызывает проблему маршрутизации множественных одновременных потоков данных.

Цель статьи. Целью статьи является разработка структурной организации маршрутизатора для компьютерных систем с многоканальными связями, который позволит реализовать множество одновременно функционирующих каналов передачи данных.

Изложение основного материала. Маршрутизатор для распределенных компьютерных систем на основе внутренних многоканальных связей. Для решения рассмотренной выше проблемы взаимного блокирования потоков данных (дейтаграмм) предлагается применить механизм многоканальных связей. Вместо одноканального буфера связи в маршрутизаторе предлагается установить ряд параллельно функционирующих буферов и многоканальную линию связи, которая позволит разбить канал передачи данных на определенное число подканалов, при этом подканалы являются независимыми и передача данных по ним может осуществляться в параллельном режиме, тем самым устраняя задержки, связанные взаимной блокировкой, которая вызвана захватом буфера пакетами или виртуальным каналом.

Схема маршрутизатора с многоканальными линиями связи представлена на рис. 4.

Для мультиплексирования каналов передачи данных применяются временное разделение каналов (ВРК), оно же временное мультиплексирование (ТДМА), либо частотное разделение каналов (ЧРК), оно же мультиплексирование с разделением по частоте (FDMA). На входе маршрутизатора находится буферная память для промежуточного

хранения данных и пакетов. Выборка пакетов и данных реализуется в соответствии с алгоритмом маршрутизации.

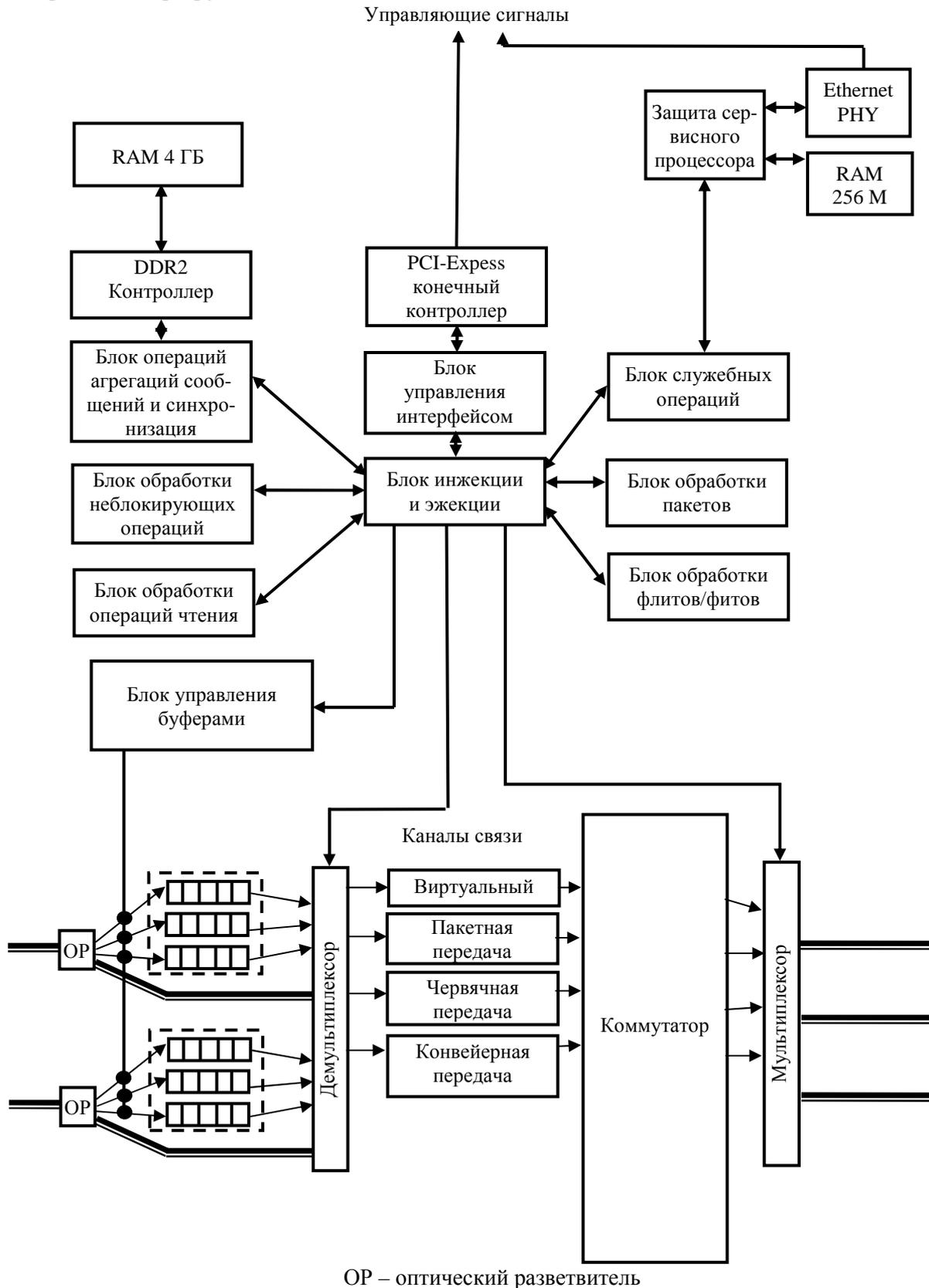


Рис. 4. Структурная схема маршрутизатора с внутренними многоканальными связями

В режиме многоканальных связей происходит разделение канала передачи данных между множеством источников пакетов или флитов. Для поддержки механизма многоканальности применяются специальные протоколы передачи данных с фиксированным или случайным доступом, реализующие схему разделения каналов. Более просты в реализации протоколы фиксированного доступа, которые отличаются бесконфликтностью и минимизацией сбоев в канале связи за счет разделения каналов передачи в статическом или динамическом режиме по времени, частоте, или по комбинации времени и частоты.

В протоколах с частотным разделением (FDMA) вся доступная пропускная способность канала γ подразделяется на K полос со скоростью передачи данных γ/K для одного пользователя. Протокол FDMA прост в реализации, он не требует специального управления или синхронизации при передаче данных, однако в этом случае не всегда эффективно используются ресурсы канала. В протоколах с временным разделением доступа (TDMA) для каждого пакета предварительно выделяются временные интервалы (слоты) и каждый пакет передается строго в пределах слота.

Одним из наиболее эффективных протоколов поддержки многоканальности является протокол ALOHA, который обеспечивает обмен данными между источником и приемником в среде многоканальных связей. Классический вариант протокола ALOHA без использования временных слотов является достаточно сложно управляемым, так как пакеты могут передаваться в любой момент времени и независимо друг от друга.

Модификацией данного протокола является слотированный протокол ALOHA (S-ALOHA), в котором реализовано разделение трафика на слоты и все пакеты посылаются целиком в рамках слота, что позволяет повысить пропускную способность по сравнению с классическим протоколом ALOHA путем сокращения числа конфликтующих пакетов за счет запрета передачи данных в следующем слоте в том случае, если возник конфликт и отсутствует частичное перекрытие конфликтующих пакетов.

Следует отметить, что число одновременно используемых каналов на уровне буфера может быть различным, однако при фиксированном числе каналов упрощается механизм управления многоканальной передачей. Число каналов определяется интенсивностью трафика в распределенной системе, что в свою очередь определяет число требуемых виртуальных каналов передачи данных, которые формируются одновременно. На практике, число каналов фактически должно быть равно числу узлов-источников, которые с высокой интенсивностью генерируют и передают пакеты. Также следует отметить, что и в данной реализации при повышении интенсивности трафика могут возникать проблемы блокировки, но число случаев блокировки будет существенно снижено.

Таким образом, применение предложенного механизма многоканальной буферизации трафика в процессе коммутации каналов позволяет разрешить проблему взаимной блокировки виртуальных каналов и блокировки пакетами буферов, что повышает эффективность процедуры маршрутизации в распределенных компьютерных системах. В результате, появляется возможность реализации множества одновременно функционирующих виртуальных безопасных каналов для передачи критичных данных, а также открытых каналов связи для передачи открытой информации без их взаимной блокировки, что повышает эффективность функционирования и защищенность обработки данных в распределенных компьютерных системах.

Выводы. Для решения проблемы взаимного блокирования потоков данных (дейтаграмм) предложено применение механизма многоканальных связей, при этом вместо одноканального буфера связи в маршрутизаторе предложено установить ряд параллельно функционирующих буферов и многоканальную линию связи, которая позволит разбить канал передачи данных на определенное число подканалов. Подканалы являются независимыми, и передача данных по ним осуществляется в параллельном режиме, тем самым устраняя задержки, связанные взаимной блокировкой, которая вызвана

захватом буфера пакетами или виртуальным каналом. В результате реализуется множество одновременно функционирующих виртуальных безопасных каналов для передачи критичных данных, а также открытых каналов связи для передачи открытой информации без их взаимной блокировки, что повышает эффективность функционирования и защищенность обработки данных в распределенных компьютерных системах.

Список использованных источников

1. *Nelakuditi S., Lee S., Yu Y., Zhang Z.-L., and Chuah C.-N.* Fast local rerouting for handling transient link failures," *IEEE/ACM Trans. Netw.* 15(2), pp. 359-372.
2. *Labovitz C., Ahuja A., Bose A., and Jahanian F.* Delayed internet routing convergence. *IEEE/ACM Trans. Networking*, 9(3), pp. 293-306.
3. *Yashpaul Singh E.R., and Swarup A.* Analysis of Equal cost Adaptive Routing Algorithms using Connection-Oriented and Connectionless Protocols. *World Academy of Science, Engineering and Technology* 51 2009, pp.299-302.
4. *Hansen A. F., Cicic T., Gjessing S., Kvalbein A., and Lysne O.* Multiple Routing Configurations For Fast IP Network Recovery, *IEEE/ACM Trans. Netw.* 17 (2), pp. 473-486.

УДК 681.518.5

Є. В. Нікітенко, канд. фіз.-мат. наук

Чернігівський національний технологічний університет, м. Чернігів, Україна

ПРОГРАМНА СИСТЕМА ПОШУКУ НЕСПРАВНОСТЕЙ У СКЛАДНИХ ЕЛЕКТРОННИХ ПРИСТРОЯХ

Е. В. Никитенко, канд. физ.-мат. наук

Черниговский национальный технологический университет, г. Чернигов, Украина

ПРОГРАММНАЯ СИСТЕМА ПОИСКА НЕИСПРАВНОСТЕЙ В СЛОЖНЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВАХ

Yevhen Nikitenko, PhD in Physics and Mathematical Sciences

Chernihiv National Technological University, Chernihiv, Ukraine

SOFTWARE SYSTEM OF TROUBLESHOOTING IN COMPLEX ELECTRONIC DEVICES

Представлено архітектуру модульної системи, що реалізує покращений метод пошуку несправностей. Розглянуто роль кожного модуля у системі, представлена діаграма класів системи.

Ключові слова: несправність, функціональний блок, радіоелектронні пристрої.

Представлена архитектура модульной системы, реализующей улучшенный метод поиска неисправностей. Рассмотрена роль каждого модуля в системе, представлена диаграмма классов системы.

Ключевые слова: неисправность, функциональный блок, радиоэлектронные устройства.

The architecture of modular system implementing an improved method of troubleshooting was presented in the article. The role of each module in the system is examined, the class diagram of the system is represented.

Key words: fault, functional block, radioelectronic devices.

Постановка проблеми. Несправність радіоелектронних пристроїв проявляється у вигляді спотворення вихідної інформації або її відсутності за наявності вхідного сигналу. Джерелом несправності можуть бути один або декілька елементів, а також зовнішні дії і чинники – температура, вологість і т. ін. Кожен функціональний елемент пристрою впливає на формування вихідних параметрів. Залежність між станами елементів і вихідними параметрами є неоднозначною. Більшість елементів впливає відразу на декілька параметрів, а самі параметри можуть залежати від багатьох елементів [1].

Роботу радіоелектронних пристроїв можна оцінювати різними показниками:

- фізичним станом елементів (оцінюється зовнішнім оглядом);
- якістю інформації, що видається;
- формою і значенням напружень у різних точках (оцінюються за показниками вимірювальних приладів).

Починати пошук несправностей необхідно з виявлення істотних протиріч у цих показниках. На визначенні цих протиріч засновані всі методи пошуку несправностей.