



Рисунок 1 – Структурная схема сети связи с использованием технологии Li-Fi

Основными элементами сбора информации о состоянии пациента в медицинских палатах являются датчики температуры и влажности человеческого тела, датчики давления и сердцебиения. Собранные данные от датчиков передаются в оптический передатчик, который в свою очередь передает данные на приемный модуль Li-Fi, с использованием открытой оптической среды. Далее информационные данные о состоянии пациентов подается в модуль связи, который непосредственно соединен с центральным компьютером обработки данных.

Предлагаемая структура сети очень полезна, но требует выбору соответствующей инфраструктуры, т.е. существующие лампы освещения должны быть заменены лампами, совместимыми с технологией Li-Fi с соответствующими провода связи.

Сети Li-Fi могут использоваться как полностью автоматизированная система. Обычно врачи и медсестры должны периодически следить за состоянием здоровья пациента.

В этом предлагаемом методе измерения проводятся без какого-либо вмешательства человека, а также регистрируются различные статистические данные пациентов (система мониторинга работоспособности в реальном времени).

В заключении хотелось бы добавить, что технология Li-Fi становится более подходящей для создания телекоммуникационных сетей в медицинских службах следующего поколения, например в больнице.

Сеть с использованием технологии Li-Fi может успешно использоваться как высокоскоростная, безопасная и безопасная передача данных о пациентах для обеспечения мониторинга сердечных сокращений, артериального давления, температуры и других параметров в режиме реального времени. Использование этой технологии в медицинской области ускоряет диагностику и позволяет получить доступ к Интернету.

Предлагаемая система может быть полностью автоматизирована и стать важной вехой в медицинской области.

Л.В.МАЙОРОВ¹, С.М.БОРОВИКОВ¹, А.В.БУДНИК²

ПОДХОД К ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ УСТРОЙСТВ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

¹Учреждение образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», г. Минск, Республика Беларусь

²Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь

Микропроцессорные устройства находят широкое применение в аппаратуре систем телекоммуникаций и цифровой связи, благодаря их возможности выполнять большое число сложных функций. В микропроцессорном устройстве может возникнуть неисправность, проявляющаяся в устойчивом отказе. Такой отказ обычно приводит к полной потере работоспособности устройства, если не предусмотрено структурное резервирование [1, 2]. В этом случае для восстановления работоспособного состояния микропроцессорного устройства требуется его ремонт. В то же время,

даже технически исправное микропроцессорное устройство иногда может неправильно обработать поступающую информацию, хотя вероятность правильной обработки информации микропроцессорным устройством при его работе в системах телекоммуникаций достаточно высока и достигает значений 0,999 и выше.

Незначительная вероятность, приходящаяся на неправильную обработку информации микропроцессорным устройством, объясняется возникновением временных отказов устройства, называемых сбоями. Для устранения сбоя требуется незначительное вмешательство оператора, обычно – перезагрузка программного обеспечения. Сбои могут быть вызваны естественными и искусственными причинами (естественные – грозовые разряды, сопровождающие электромагнитным излучением; естественные – включение мощного генератора на близкорасположенном промышленном предприятии или же электрическая помеха по цепи электропитания микропроцессорного устройства и т.п.) [3]. Возникает вопрос, как оценить вероятность выполнения микропроцессорным устройством, возлагаемых на него функций (фактически определить надёжность) с учётом как возможных устойчивых отказов из-за возникающих технических неисправностей, так и временных отказов.

Вероятность правильной обработки микропроцессорным устройством поступающей информации, т.е. вероятность правильного выполнения устройством своих функций обычно рассматривают в качестве показателя эффективности его функционирования.

Для оценки показателя эффективности функционирования (E) микропроцессорного устройств может быть использовано общее выражение для определения такого показателя любых технических систем [2, 4]:

$$E = \sum_{i=1}^N h_i(t) \Phi_i, \quad (1)$$

где $h_i(t)$ – вероятность того, что микропроцессорное устройство в момент времени t находится в i -м техническом состоянии; Φ_i – коэффициент эффективности i -го технического состояния устройства; N – число возможных технических состояний (в нашем случае при отсутствии резервирования – два состояния).

Для определения вероятностей $h_i(t)$ пригодно выражение

$$h_i(t) = s, \quad (2)$$

где s – вероятность, характеризующая техническое состояние микропроцессорного устройства.

В качестве s необходимо использовать вероятность работоспособного состояния r , если микропроцессорное устройство технически исправно или $(1 - r)$ – вероятность неработоспособного состояния, если микропроцессорное устройство находится в неработоспособном состоянии по причине возникшей технической неисправности.

Учёт возможных временных отказов микропроцессорного устройства предлагается выполнять с помощью коэффициента Φ_i формулы (1). Коэффициент Φ_i характеризует вероятность правильной обработки информации микропроцессорным устройством в случае нахождения его в i -м техническом состоянии. Обозначим вероятность правильной обработки информации микропроцессорным устройством в случае нахождения его в работоспособном состоянии буквой p . Эта вероятность должна быть определена с учётом спектра возможных временных отказов и используется в случае, если микропроцессорное устройство является технически исправным. Значения вероятностей временных отказов (сбоев) q_1, q_2, \dots должны оцениваться путём анализа окружающей среды и условий, в которых будет работать микропроцессорное устройство.

Вероятность правильной обработки информации микропроцессорным устройством p в случае независимости сбоев, возникающих по разным физическим причинам, может быть оценена как

$$p = \prod_{j=1}^n (1 - q_j), \quad (3)$$

где n – число разновидностей сбоев микропроцессорного устройства, принятых во внимание (число физических явлений, объясняющих возникновения сбоев).

С учётом выражения (2) и (3) коэффициент Φ_i ($i = 1, 2$) формулы (1) определится системой следующих равенств:

$$\left. \begin{array}{l} \Phi_1 = p \text{ при } h_1 = r \text{ (микропроцессорное устройство находится} \\ \text{в работоспособном состоянии)} \\ \Phi_2 = 0 \text{) при } h_2 = 1 - r \text{ (микропроцессорное устройство находится} \\ \text{в неработоспособном состоянии из-за возникшей технической неисправности)} \end{array} \right\} (4)$$

Второе равенство системы (4) означает то, что в случае возникновения в микропроцессорном устройстве технической неисправности (устойчивого отказа) обработка информации устройством не может быть выполнена.

Вывод: предложенный подход позволяет оценить надёжность микропроцессорного устройства с учётом не только устойчивых отказов, но и сбоев (временных отказов), что особенно актуально для ответственных микропроцессорных технических систем, например систем телекоммуникаций, обеспечивающих военную или космическую связь.

ЛИТЕРАТУРА

1. Боровиков, С. М. Теоретические основы конструирования, технологии и надёжности : учебник для инж.-техн. спец. вузов / С. М. Боровиков. – Минск : Дизайн ПРО, 1998. – 336 с.
2. Надёжность технических систем : справочник / Ю. К. Беляев [и др.] ; под ред. И. А. Ушакова. – М. : Радио и связь, 1985. – 608 с.
3. Электромагнитные помехи: определения. Виды и характеристики помех. [Электронный ресурс]. – 2018. – <https://zdamsam.ru/b1466.html>
4. Боровиков, С. М. Оценка эффективности функционирования электронных систем обеспечения информационной безопасности. // Международная научно-техническая конференция, приуроченная к 50-летию МРТИ-БГУИР (Минск, 18-19 марта 2014 года) : материалы конф. В 2 ч. Ч. 1. - Минск, 2014. - С. 390-391.

Н.Е.ПАЦЕЙ¹, О.Р.ХОДАСЕВИЧ¹

МНОГОКРИТЕРИАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ КОММУТИРУЕМОЙ СЕТИ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ВРЕМЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОТОКОЛА STP

¹Учреждение образования «Белорусская государственная академия связи», г. Минск, Республика Беларусь

Протокол STP (Spanning Tree Protocol) в коммутируемой сети обеспечивает возможность создания резервирующих соединений и исключает вероятность ширококвещательного шторма, дублированию кадров, а также позволяет восстановить полную связность сети при отказе соединений имеющих резервное соединение. Для выполнения этих операций, а также для мониторинга состояния каналов между коммутаторами, используются служебные кадры протокола STP – BPDU (bridge protocol data unit). Наиважнейшими элементами в работе протокола STP (Spanning Tree Protocol) являются таймеры, по которым фиксируются события отказа и восстановления работоспособности соединения между коммутаторами, в том числе и интервал *hello*, который определяет частоту отправки BPDU коммутаторами.[1] Значения этих таймеров рекомендованы IEEE, исходя из максимально допустимого размера сети, что приводит к дополнительным задержкам в процессе передачи данных.[2] Авторами предлагается многопараметрическая многокритериальная модель коммутируемой сети, которая позволяет определить значение таймеров протокола STP исходя из ее текущего размера, структуры связи, а также сконфигурированных виртуальных локальных сетей (VLAN) на коммутаторах.

Задачу по оптимизации временных характеристик протокола STP сформулировали следующим образом: определить физическую топологию сети при заданном распределении оконечных устройств между VLAN, при которой значения таймеров протокола STP и максимальное количество BPDU обрабатываемое одним коммутатором за время равное *hello*-интервалу будут минимальны, а устойчивость топологии к одиночным отказам максимальна.

В предлагаемой модели входными данными являются: количество коммутаторов в топологии; распределение VLAN между коммутаторами; множество недопустимых соединительных сегментов между коммутаторами, если таковые имеются.

В качестве критериев выбраны: диаметр домена STP; максимальное количество BPDU, обрабатываемое одним коммутатором за время равное значению интервала *hello*; число