

9. Зейдель, А. Н. Ошибки измерения физических величин [Текст] / А. Н. Зейдель. – Л.: Наука, 1974. – 108 с.
10. Астапенко, П. Д. Авиационная метеорология [Текст] : учеб. пособие / П. Д. Астапенко, А. М. Баранов, И. М. Шварев и др. – М.: Транспорт, 1979. – 263 с.
11. Тузов, Г. И. Выделение и обработка информации в доплеровских системах [Текст] / Г. И. Тузов. – М.: Сов. радио, 1976. – 256 с.
12. Little, C. G. Acoustic methods for the remote probing of the lower atmosphere [Text] / C. G. Little // Pros. IEEE. – 1969. – Vol. 57, №. 4. – P. 571-578. doi:10.1109/proc.1969.7010.
13. Калистратова, М. А. Экспериментальные исследования рассеяния звуковых волн в атмосфере [Текст] / М. А. Калистратова // Тр. ИФА СССР. – 1962. – №4. – С. 203-256.
14. Smith, P. L. Remote measurement of wind velocity by the electromagnetic acoustic probe I: System analysis [Text] / P. L. Smith // Proc. Natnl. Conv. Mil. Electron 5th. – Kansas city, 1961. – P. 48-53.
15. Бронштейн, И. Н. Справочник по математике [Текст] / И. Н. Бронштейн, К. А. Семендяев. – М.: ГИИТЛ, 1956. – 608 с.

У статті представлено метод прогнозування зміни ймовірності втрати циклової синхронізації на основі моніторингу коефіцієнта бітових помилок у мережі рівня розподілу/агрегації оператора мобільного зв'язку в умовах застосування режиму емуляції каналу. Розроблений метод прогнозування зміни ймовірності втрати циклової синхронізації формалізовано за допомогою алгоритму. Розроблений метод має стати основою експертної системи мережного моніторингу

Ключові слова: емуляція каналів, прогнозування ймовірності втрати циклової синхронізації, мережа мобільного оператора

В статье представлен метод прогнозирования изменений вероятности потери цикловой синхронизации на основе мониторинга коэффициента битовых ошибок в сети уровня распределения/агрегации оператора мобильной связи в условиях применения режима эмуляции канала. Разработанный метод прогнозирования изменений вероятности потери цикловой синхронизации формализован с помощью алгоритма. Разработанный метод должен стать основой экспертной системы сетевого мониторинга

Ключевые слова: эмуляция каналов, прогнозирование вероятности потери цикловой синхронизации, сеть мобильного оператора

УДК 621.391

DOI: 10.15587/1729-4061.2014.28005

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ ВЕРОЯТНОСТИ ПОТЕРИ ЦИКЛОВОЙ СИНХРОНИЗАЦИИ В КОНВЕРГЕНТНЫХ СЕТЯХ

Ю. О. Бабич

Старший преподаватель*

E-mail: babich159@gmail.com

Л. А. Никитюк

Кандидат технических наук, профессор,

заведующий кафедрой*

E-mail: nikityuk_l@mail.ru

*Кафедра сетей связи

Одесская национальная академия

связи им. А. С. Попова

ул. Кузнечная, 1, г. Одесса, Украина, 65029

1. Введение

В современных конвергентных сетях, к которым можно отнести сети уровня распределения/агрегации мобильных операторов связи, особую актуальность приобретают вопросы мониторинга вероятностно-временных характеристик их состояния.

Мониторинг является основным способом отображения текущего состояния объекта технического обслуживания (его рабочих характеристик), а также обеспечивает возможность диагностики и прогнозирования изменений состояния объекта [1], что дает возможность техническому персоналу принимать упреждающие меры и предотвращать внештатную ситуацию.

В данной работе предлагается метод прогнозирования изменений вероятности потери цикловой

синхронизации P_{AL} на основе мониторинга коэффициента битовых ошибок ϵ в сети уровня распределения/агрегации оператора мобильной связи в условиях применения режима эмуляции канала. Метод позволяет отслеживать изменения величины P_{AL} , прогнозировать ситуации выхода ее за пороговое значение P_{ALT} , характеризуемое коэффициентом битовых ошибок, за пределами которого невозможно установить, что является причиной ошибок cyclic redundancy check (CRC) – сбой цикловой синхронизации или битовые ошибки, возникающие при передаче [2]. Метод так же позволяет вырабатывать рекомендации относительно числа циклов TDM-потока, которые инкапсулируются в кадр Ethernet, обеспечивающего эффективное использование полосы пропускания канала связи.

2. Анализ исследований и публикаций

Возможные сценарии взаимодействия сетей с синхронным и асинхронным режимами переноса информации подробно рассматриваются в работе [3]. Здесь же даются определения основных терминов используемых в данной работе.

В работе [4] предложена формула вычисления вероятности правильного распознавания синхрослова. Данная формула может быть модифицирована для применения ее к случаю применения сервиса эмуляции каналов в сети уровня распределения/агрегации мобильного оператора.

В Технических Спецификациях MEF 3 [5] и MEF 8 [6] определен сервис эмуляции каналов, поддерживающий соответственно структурированный и неструктурированный режимы работы CESoETH (Circuit Emulation Services over Ethernet). Отличие структурированного метода эмуляции каналов от неструктурированного заключается в том, что функция взаимодействия (ФВ) в первом случае может вносить структурные изменения в передаваемый поток. Например, биты сигнализации могут передаваться отдельно от бит пользовательской информации, а биты цикловой синхронизации могут изыматься на передающей стороне и добавляться ФВ при реконструкции TDM-потока на приемной стороне. При неструктурированном методе ФВ обеспечивает перенос бит поступившего TDM-потока без структурных изменений.

Как следует из Рекомендации МСЭ G.706 [2], цикловая синхронизация считается потерянной, если поступившее синхрослово не распознано три раза подряд. Вероятность P_{AL} такого события, с учетом правила умножения вероятностей, можно определить как:

$$P_{AL} = (1 - P)^3, \quad (1)$$

где P – вероятность распознавания синхрослова.

В работах [7, 8] показано, что вероятность $P = f(\epsilon, n_C)$ и может быть определена для заданных значений коэффициента ошибок ϵ в TDM потоке и числа циклов n_C TDM-потока, инкапсулируемых в кадр Ethernet с использованием выражения следующего вида:

$$P = (1 - \epsilon)^a \cdot (1 - \beta \cdot n_C), \quad (2)$$

где a – количество бит в синхрослове; $\beta = ESR \cdot 0,175 \cdot L / f_0$ – коэффициент, учитывающий принятые условия TDM-потока (ESR – регламентируемая частота появления секундных интервалов, в которых наблюдается одна и более битовых ошибок [9]; f_0 – номинальная скорость TDM потока; L – длина цикла, выраженная в битах).

В работе [10] приведен математический аппарат полиномиальной экстраполяции, который с учетом выражений (1) и (2) положен в основу разработанного метода прогнозирования изменений вероятности потери цикловой синхронизации P_{AL} на основе мониторинга коэффициента битовых ошибок ϵ в сети уровня распределения/агрегации оператора мобильной связи в условиях применения режима эмуляции канала.

В работе [11] раскрыто соотношение между степенью утилизации канала, вероятностью потери цикловой синхронизации и временем ее восстановления при разных значениях n_C , что необходимо для принятия решения при выборе оптимального значения n_C в конкретных условиях работы сервиса эмуляции канала.

Моделирование ϵ в беспроводном сегменте объекта исследования осуществляется с использованием математического аппарата приведенного в работе [12].

Основываясь на результатах, приведенных в анализируемых источниках, авторы в данной работе предлагают метод прогнозирования изменений вероятности потери цикловой синхронизации P_{AL} на основе мониторинга коэффициента битовых ошибок ϵ в сети уровня распределения/агрегации оператора мобильной связи. Данный метод позволяет не только выявлять потенциальные моменты потерь цикловой синхронизации, но и повышать эффективность использования канала передачи в зависимости от конкретных условий работы сервиса эмуляции канала.

3. Формирование целей и задач

Объектом исследования является участок сети мобильной связи (рис. 1), включающий сегменты как с синхронным, так и с асинхронным режимами переноса информации.

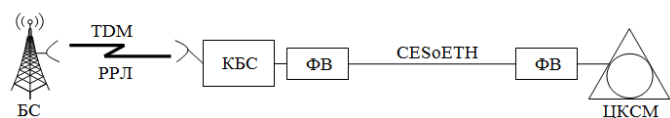


Рис. 1. Функциональная схема объекта исследования

Между базовой станцией (БС) и контроллером базовой станции (КБС) информация передается по РРЛ потоком со скоростью 2 Мбит/с. В состав оборудования БС, КБС, ЦКСМ входят устройства цикловой синхронизации. На участке между КБС и центром коммутации сети (ЦКСМ) реализуется режим эмуляции каналов. В данной работе рассматривается случай использования неструктурированного метода эмуляции каналов CESoETH (Circuit Emulation Services over Ethernet), поскольку риск потери синхронизма, в этом случае, возрастает [7].

Целью данной работы является разработка метода прогнозирования изменений вероятности потери цикловой синхронизации P_{AL} на основе мониторинга коэффициента битовых ошибок ϵ в сети уровня распределения/агрегации оператора мобильной связи в условиях применения режима эмуляции канала.

Поставленная цель достигается решением следующих задач.

1. Вычисления вероятности потери цикловой синхронизации P_{AL} , в условиях применения неструктурированного режима эмуляции каналов в сети уровня распределения/агрегации оператора мобильной связи.

2. Определение наличия тренда на множестве значений $\{P_{AL}(i)\}$, подбор экстраполирующего полинома и определение допустимой точности прогноза.

3. Вычисление порогового значения P_{ALT} вероятности потери цикловой синхронизации для текущих условий работы объекта исследования.

4. Метод прогнозирования изменений вероятности потери цикловой синхронизации на основе мониторинга коэффициента битовых ошибок

С учетом (2) выражение для вычисления вероятности потери цикловой синхронизации P_{AL} , в условиях применения неструктурированного режима эмуляции каналов в сети уровня распределения/агрегации оператора мобильной связи, может быть представлено в следующем виде:

$$P_{AL} = \left[1 - (1 - \epsilon)^a \cdot (1 - \beta \cdot n_c) \right]^3. \quad (3)$$

В процессе работы объекта исследования, коэффициент ошибок ϵ в РРЛ с течением времени может меняться, что влечет за собой изменение величины P_{AL} и соответственно может быть отображено рядом ее значений $\{P_{AL}(i)\}$. Для прогнозирования изменений P_{AL} и определение наличия тренда в указанном ряде воспользуемся полиномиальной экстраполяцией.

Задача определения наличия тренда на множестве значений $\{P_{AL}(i)\}$; $i = \overline{1, n}$ (где n – степень экстраполирующего полинома при допустимой точности прогноза) решается с помощью метода Фостера-Стюарта [10].

Каждому $P_{AL}(i)$ ставятся в соответствие две переменные u_i и l_i , которые могут принимать следующие значения:

$$u_i = \begin{cases} 1, & \text{если } P_{AL}(i) > P_{AL}(j); j = \overline{1, n}; j \neq i, \\ 0, & \text{в остальных случаях,} \end{cases} \quad (4)$$

$$l_i = \begin{cases} 1, & \text{если } P_{AL}(i) < P_{AL}(j); j = \overline{1, n}; j \neq i, \\ 0, & \text{в остальных случаях.} \end{cases}$$

Далее вычисляются величины S и d для обнаружения тренда соответственно в изменении значений дисперсии и величины среднего:

$$S = \sum_{i=1}^n u_i + l_i, \quad d = \sum_{i=1}^n u_i - l_i. \quad (5)$$

При известных значениях S и d , проверку гипотезы о наличии тренда в ряде $\{P_{AL}(i)\}$ можно осуществить с помощью t -критерия Стьюдента [10] проверкой справедливости следующих неравенств:

$$\frac{d}{\sigma_2} > t_\alpha, \quad \frac{S - \mu}{\sigma_1} > t_\alpha, \quad (6)$$

где μ – математическое ожидание величины S ; σ_1 – среднеквадратическая ошибка величины S ; σ_2 – среднеквадратическая ошибка величины d ; t_α – значение t -статистики Стьюдента. В случае выполнения неравенств (6), гипотеза о наличии тренда принимается.

В случае обнаружения тренда в ряде $\{P_{AL}(i)\}$, предполагается нахождение экстраполирующего полинома, степень которого может быть определена с помощью метода последовательных разностей [10]. При этом необходимо вычислить первые, вторые, и т. д. разности членов ряда $\{P_{AL}(i)\}$:

$$\begin{aligned} g_i &= P_{AL}(i) - P_{AL}(i-1), \\ g_i^{(2)} &= g_i - g_{i-1}, \\ &\vdots \\ g_i^{(k)} &= g_i^{(k-1)} - g_{i-1}^{(k-1)}. \end{aligned} \quad (7)$$

Расчет ведется до тех пор, пока разности не будут примерно равными друг другу. Порядок разностей принимается за степень λ экстраполирующего полинома.

Далее, на основе метода наименьших квадратов [10], определяем уравнение полинома, которое в общем виде может быть представлено выражением:

$$\widehat{P}_{AL}(i) = a_0 + a_1 \cdot i + a_2 \cdot i^2 + \dots + a_\lambda \cdot i^\lambda, \quad (8)$$

где a_j – параметры полинома; $j = \overline{0, \lambda}$.

Нахождение значений a_j возможно с помощью системы уравнений следующего вида:

$$\begin{aligned} \sum P_{AL}(i) &= a_0 \cdot n + a_1 \cdot \sum i + a_2 \cdot \sum i^2 + \dots + a_\lambda \cdot \sum i^\lambda, \\ \sum P_{AL}(i) \cdot i &= a_0 \cdot \sum i + a_1 \cdot \sum i^2 + a_2 \cdot \sum i^3 + \dots + a_\lambda \cdot \sum i^{\lambda+1}, \\ &\vdots \\ \sum P_{AL}(i) \cdot i^\lambda &= a_0 \cdot \sum i^\lambda + a_1 \cdot \sum i^{\lambda+1} + a_2 \cdot \sum i^{\lambda+2} + \dots + a_\lambda \cdot \sum i^{\lambda+\lambda}. \end{aligned} \quad (9)$$

Следует отметить, что в предлагаемом методе прогнозирования вероятности потери цикловой синхронизации в условиях применения режима эмуляции канала CEsOETH будем использовать полиномы 1–3 степени, как наиболее часто применимые в статистическом прогнозировании [10].

Экстраполирующий полином вида (8) дает точечные значения, совпадение которых с реальными значениями $\{P_{AL}(i)\}$ маловероятно, следовательно, для повышения точности прогноза следует воспользоваться доверительным интервалом, что позволит получать прогнозируемые значения ряда $\{P_{AL}(i)\}$ в виде интервала с заданной точностью. Доверительный интервал определяется следующим образом [10]:

$$\widehat{P}_{AL}(i) \pm t_\alpha \cdot S_y, \quad (10)$$

где t_α – значение t -статистики Стьюдента; S_y – среднеквадратическая ошибка тренда, которая определяется выражением:

$$S_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (P_{AL}(i) - \widehat{P}_{AL}(i))^2}{f}}, \quad (11)$$

где f – число степеней свободы.

Следующим шагом является вычисление порогового значения P_{ALT} вероятности потери цикловой синхронизации для текущих условий работы и сравнение с ним прогнозируемого значения $\widehat{P}_{AL}(i) \pm t_\alpha \cdot S_y$.

Для определения порогового значения P_{ALT} запишем выражение (3) с учетом Рекомендации МСЭ G.706 [2] для $\varepsilon=10^{-3}$:

$$P_{ALT} = [1 - 0,993 \cdot (1 - \beta \cdot n_c)]^3. \quad (12)$$

Если значение выражения (10) превышает значение P_{ALT} при заданном числе циклов TDM-потока, инкапсулируемых в кадр Ethernet, то разработанный метод предполагает интерпретацию выходных данных с целью уведомления технического персонала о возможных сбоях синхронизации. Если значение выражения (10) значительно меньше P_{ALT} , то возможно повышение утилизации канала за счет увеличения значения n_c [11].

Предложенный метод прогнозирования вероятности потери цикловой синхронизации на основе мониторинга ε может быть формализован в виде алгоритма, который представлен на рис. 2.

Для проверки работоспособности алгоритма была разработана имитационная модель, позволяющая отслеживать работу РРЛ тракта, использующего оборудование Nokia FlexiHorper [13], при следующих условиях:

– соотношение — меняется в пределах от 5,8 до 4,7,

что обеспечивает получение значений коэффициента битовых ошибок ε , удовлетворяющих требованиям Рекомендации МСЭ G.706 [2];

– число циклов n_c TDM-потока, которые инкапсулируются в кадр Ethernet меняется от двух до сорока шести [7].

Число n членов ряда $\{P_{AL}(i)\}$ можно определить, задавшись точностью прогноза. Для этого необходимо, чтобы значение среднеквадратической ошибки тренда S_y для экстраполируемого значения $\widehat{P}_{AL}(i)$ не превышало значение S_y для известных значений ряда $\{P_{AL}(i)\}$. Как показано в [10], при применении полинома третьей степени для экстраполяции на один шаг вперед с условием, оговоренным выше, необходимо 23 значения ряда. Для полиномов первой и второй степени, при аналогичных допущениях, требуется соответственно 6 и 13 значений ряда. Таким образом, для осуществления экстраполяции необходимо знать 23 значения ряда $\{P_{AL}(i)\}$.

При моделировании вероятности потери цикловой синхронизации PAL, для рассматриваемого объекта исследования для нахождения значений ε воспользуемся известной формулой вычисления битовой ошибки в радиоинтерфейсе, в предположении когерентного обнаружения и М-ичной системы фазовой модуляции [12]. В этом случае выражение (3) примет вид:

$$P_{AL} = \left[1 - \left(1 - 2 \cdot Q \left(\sqrt{\frac{2 \cdot E_s}{N_0}} \cdot \sin \frac{\pi}{M} \right) \right)^a \cdot (1 - \beta \cdot n_c) \right]^3, \quad (13)$$

где E_s – энергия, приходящаяся на один символ; M – мощность множества символов; Q – гауссовый интеграл ошибок; N_0 – спектральная плотность мощности шума.

Результат моделирования работы алгоритма приведен на рис. 3. Точками представлены значения $\{P_{AL}(i)\}$,

а штриховая кривая описывает экстраполирующий полином. Прогнозируемое с учетом доверительного интервала значение $P_{AL}(24)$ сравнивается с пороговым значением P_{ALT} , которое для $n_c=2$ составляет $3,402 \times 10^{-7}$.

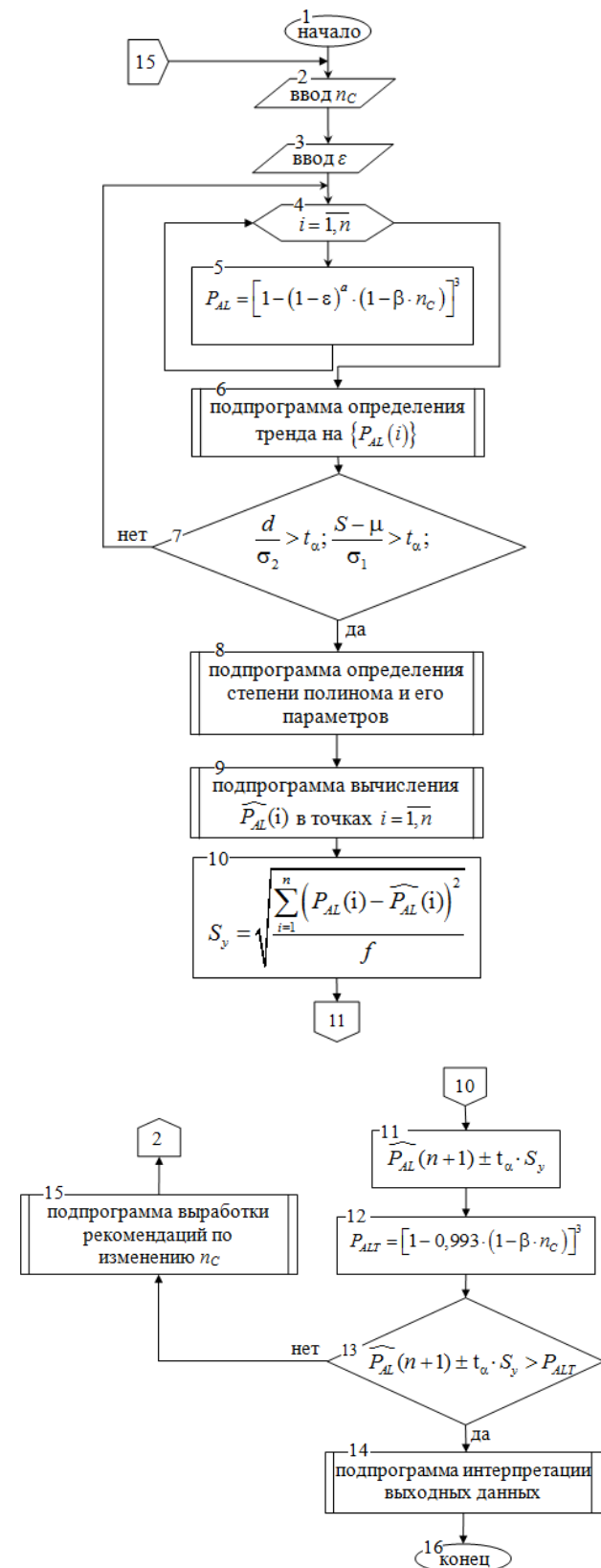


Рис. 2. Алгоритм прогностического мониторинга

На рис. 4 показаны фрагменты зависимостей P_{AL} от ε при разных значениях n_C , полученные с использованием разработанной модели. Как следует из графика, большим значениям n_C соответствуют большие пороговые значения P_{ALT} . Таким образом, с увеличением n_C вероятность выхода величины P_{AL} за ее пороговое значение возрастает, что является нежелательным фактором.

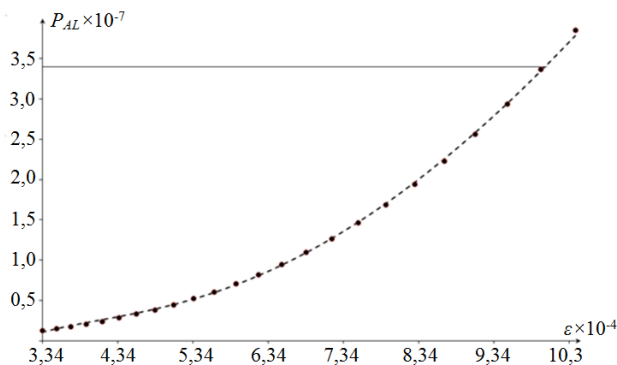


Рис. 3. Прогнозирование зависимости P_{AL} от ε при $n_C=2$

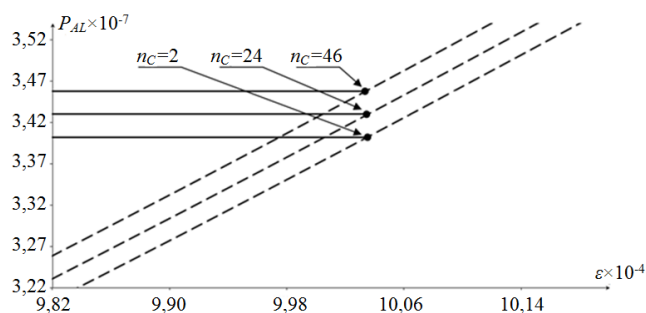


Рис. 4. Превышение пороговых значений P_{ALT} при разных n_C

Предложенный алгоритм обеспечивает возможность нахождения вероятности P_{AL} потери цикловой

синхронизации в условиях применения неструктурированного режима эмуляции каналов в сети уровня распределения/агрегации оператора мобильной связи на основе мониторинга ε , а также позволяет спрогнозировать превышение этой величиной порогового значения P_{ALT} для любого технически возможного числа циклов TDM-потока, инкапсулируемых в кадр Ethernet.

5. Выводы

В данной работе предложены метод и алгоритм, позволяющие прогнозировать изменение вероятности потери цикловой синхронизации в условиях применения неструктурированного режима эмуляции каналов в сети уровня распределения/агрегации оператора мобильной связи на основе мониторинга битовой ошибки. Данный метод позволяет определять моменты превышения вероятностью потери цикловой синхронизации порогового значения для любого технически возможного числа циклов TDM-потока, инкапсулируемых в кадр Ethernet.

Предлагаемый метод базируется на полиномиальной экстраполяции и использует аппарат вычисления вероятности распознавания синхрослова, вероятности потери цикловой синхронизации, которые были предложены авторами в работах опубликованных ранее. Наличие тренда подтверждается методом Фостера-Стюарта. Для выбора формы экстраполирующего полинома используется метод последовательных разностей, а коэффициенты полинома являются решением соответствующей системы уравнений.

Метод позволяет принимать решение о повышении утилизации канала связи путем увеличения числа циклов TDM-потока, инкапсулируемых в кадр Ethernet, на основе данных прогнозирования изменений вероятности потери цикловой синхронизации.

Представленный алгоритм прогнозистического мониторинга может быть использован для построения экспертной системы сетевого мониторинга.

Литература

1. ITU-T Recommendation G.8001 Terms and definitions for Ethernet frames over Transport [Text] / Approved 2008-03-29. – Geneva: ITU, 2008. – 12 p.
2. ITU-T Recommendation G.706 Frame Alignment and Cyclic Redundancy Check (CRC) Procedures Relating to Basic Frame Structures Defined in Recommendation G.704 [Text] / Approved 1991-04-05. – Geneva: ITU, 1991. – 18 p.
3. Бирюков, Н. Сети синхронизации: сценарии взаимодействия [Электронный ресурс] / Н. Бирюков, Н. Триска // Сети и телекоммуникации – Режим доступа: \www/URL: http://www.seti-ua.com/?in=seti_show_article&seti_art_ID=148&_by_id=2&_CATEGORY=14/ – 21.09.2005 г. – Загл. с экрана.
4. Bregni, S. Synchronization of digital telecommunications networks [Text] / S. Bregni. – West Sussex: John Wiley & Sons, Ltd, 2002. – 395 p. doi:10.1002/0470845880.
5. MEF 3 Circuit Emulation Service Definitions, Framework and Requirements in Metro Ethernet Networks [Electronic resource] / The Metro Ethernet Forum. – Available at: \www/URL: http://www.metroethernetforum.org/Assets/Technical_Specifications/PDF/MEF3.pdf. – 13.04.2004. – Title from the screen.
6. MEF 8 Implementation Agreement for the Emulation of PDH Circuits over Metro Ethernet Networks [Electronic resource] / The Metro Ethernet Forum. – Available at: \www/URL: http://www.metroethernetforum.org/Assets/Technical_Specifications/PDF/MEF8.pdf. – October 2004. – Title from the screen.
7. Бабич, Ю. О. Анализ и оптимизация параметров режима эмуляции каналов в сетях мобильной связи [Текст] / Ю. О. Бабич, Л. А. Никитюк // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2013. – №4/9(64). – С. 59–62.

8. Бабич, Ю. О. Оценка числа вынужденных потерь цикловой синхронизации [Текст] / Ю. О. Бабич // Наукові праці ОНАЗ ім. О.С. Попова. – 2012. – №2. – С. 117-119.
9. ITU-T Recommendation G.826 Error performance parameters and objectives for international, constant bit rate digital paths at or above the primary rate [Text] / Approved 2002-12-14. – Geneva: ITU, 2002. – 34 p.
10. Четыркин, Е. М. Статистические методы прогнозирования [Текст] / Е. М. Четыркин. – М.: Статистика, 1977. – 200 с.
11. Nikityuk, L. Influence of Frame Aligner's Probabilistic and Time Characteristics on CESoETH Channel Usage Efficiency [Text] / L. A. Nikityuk, Y. O. Babich // Proceedings of the International Conference TCSET'2014 Dedicated to the 170th anniversary of Lviv Polytechnic National University (Lviv-Slavske, Ukraine). – Lviv: Publishing House of Lviv Polytechnic, 2014. – P. 465–466.
12. Сукачев, Э. А. Сотовые сети радиосвязи с подвижными объектами [Текст] / Э. А. Сукачев. – Одесса: ОНАС им. А.С. Попова, 2013. – 256 с.
13. Спецификация оборудования Nokia FlexiHopper [Электронный ресурс] / ТелекомКонсалтинг. – Режим доступа: \www\ URL: <http://telekom.org.ru/katalog-naimenovaniy-res/nokia-flexihopper-7/> – 06.07.2014 г. – Загл. с экрана.

У статті проаналізовані різні моделі збору інформації з бездротової сенсорної мережі, що існують на даний час. Аналіз показав, що вибір моделі встановлює обмеження застосування мережі. Пропонуються різні підходи, по яким можливо оптимізувати такий збір інформації. Встановлено, що гібридна модель збору інформації дозволяє об'єднати декілька моделей для рішення конкретної задачі роботи мережі

Ключові слова: модель збору інформації, бездротові сенсорні мережі, маршрутизація, оптимізація, хвилені подібна передача

В статье проанализированы различные модели сбора информации с беспроводной сенсорной сети, которые существуют в настоящее время. Анализ показал, что выбор модели накладывает ограничение применимости сети. Предлагаются различные подходы, по которым можно оптимизировать сбор информации. Установлено, что гибридная модель сбора информации позволяет объединить несколько моделей для решения конкретной задачи работы сети

Ключевые слова: модель сбора информации, беспроводные сенсорные сети, маршрутизация, оптимизация, волнообразная передача

УДК 004.75:621.396.1

DOI: 10.15587/1729-4061.2014.28008

АНАЛІЗ МОДЕЛЕЙ ТА ОПТИМІЗАЦІЇ ЗБОРУ ІНФОРМАЦІЇ В БЕЗДРОТОВИХ СЕНСОРНИХ МЕРЕЖАХ

П. В. Галкін

Асистент

Кафедра проектування та
експлуатації електронних апаратівХарківський національний
університет радіоелектроніки

пр. Леніна, 16, м. Харків, Україна 61166

E-mail: galkinletter@ukr.net

1. Вступ

За останнє десятиріччя широке поширення одержали бездротові сенсорні мережі (БСМ). Бездротова сенсорна мережа являє собою розподілену систему збору, зберігання і обробки інформації.

Побудова системи моніторингу розподілених в просторі сенсорних вузлів являє собою досить складну задачу. Вимірювання різних параметрів спостережуваної характеристики, що змінюється як у просторі, так і в часі, може породжувати значний потік інформації. БСМ повинна забезпечувати надійну і своєчасну доставку цього трафіку. В багатьох системах, особливо природних, важко або зовсім неможливо підготувати інфраструктуру для побудови такої мережі. Всі ці чинники обумовлюють інтерес дослідників у даній області до розподілених систем збору, доставки та обробки інформації. Існуючі моделі збору інформації в БСМ накладають

обмеження на їх використання. В той же час не існує моделі збору, яка здатна, з деякими обмеженнями, застосовуватися для різних за призначенням БСМ. Єдиною моделлю, що частково задовольняє цю вимогу, є гібридна.

В роботі розглядаються моделі збору інформації в бездротовій сенсорній мережі, що існують на даний час, та пропонуються підходи, по яким можливо оптимізувати такий збір інформації.

2. Аналіз літературних даних і постановка проблеми

Проблема організації та оптимізації збору даних в бездротових сенсорних мережах активно вивчається вченими з різних країн світу. У числі наукових шкіл, які зробили серйозний внесок у проблематику розробки протоколів і моделей для бездротових мереж, слід перелічити багато дослідницьких центрів.