

Выводы. Проанализировав современные DLP системы не было найдено решения, которое бы могло защитить от утечек данных с использованием стеганографических методов сокрытия информации; не были найдены способы выявления стегано-сообщений в изображениях. Предложенные методы повышения защищённости от утечек не представляют собой универсального решения, описанной проблемы, и требуют усовершенствований.

В данной статье описаны методы повышения защиты от утечек информации, предусматривающие простую защиту на основе конкретных программных решений. Показано, что как включение в чёрные списки антивирусных решений, так и уничтожение служебных данных в контейнерах не дадут возможность злоумышленникам пользоваться общедоступными средствами сокрытия информации с использованием стеганографии.

Литература

1. Утечки корпоративной информации и персональных данных в 2010 году [Электронный ресурс] // – Режим доступа : <http://www.anti-malware.ru/node/3632>
2. Стеганография [Электронный ресурс] // – Режим доступа : <http://ru.wikipedia.org/wiki/>
3. Грибунин В.Г. Цифровая стеганография [Электронный ресурс] / В.Г. Грибунин, И.Н. Оков, И.Н. Туринцев, 2002 г. – 261 с. – Режим доступа : <http://bookwork.ru/book/gribunin2002>
4. Shishir Nagaraja, Amir Houmansadr, Pratch Piyawongwisal, Vijit Singh, Pragma Agarwal, Nikita Borisov Stegobot. A covert social network botnet. Indraprastha Institute of Information Technology, New Delhi, India, University of Illinois at Urbana-Champaign, Urbana, IL, USA
5. DeviceLock [Электронный ресурс] // – Режим доступа : <http://www.deviceclock.com>
6. SearchInform [Электронный ресурс] // – Режим доступа : <http://searchinform.ru>
7. OutGuess [Электронный ресурс] // – Режим доступа : <http://www.outguess.org>

УДК 621.391:006

Бірюков М.Л., к.т.н.; **Тріска Н.Р.**, к.т.н. (*Український науково-дослідний інститут зв'язку*)
Поляков М.В., магістр (*Національний технічний університет України «КПІ»*)

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОГРАМНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ СТАНДАРТУ IEEE 1588 В ФОРМАТІ ВІДКРИТОГО ПРОТОКОЛУ RTPd

Бірюков М.Л., Тріска Н.Р., Поляков М.В. Дослідження програмної реалізації стандарту IEEE 1588 в форматі відкритого протоколу RTPd. Аналізуються можливості застосування відкритого протоколу RTPd для вирішення задач підстроювання шкал часу. Представлені результати експериментальної перевірки процесу синхронізації локальної комп'ютерної мережі за протоколом RTPd.

Ключові слова: ПРОТОКОЛ RTPd, СИНХРОНІЗАЦІЯ, ШКАЛА ЧАСУ, СТАНДАРТ IEEE 1588

Бірюков М.Л., Тріска Н.Р., Поляков М.В. Исследование программной реализации стандарта IEEE 1588 в формате открытого протокола RTPd. Анализируются возможности применения открытого протокола RTPd для решения задач подстройки шкал времени. Представлены результаты экспериментальной проверки процесса синхронизации локальной компьютерной сети по протоколу RTPd. **Ключевые слова:** ПРОТОКОЛ RTPd, СИНХРОНИЗАЦИЯ, ШКАЛА ВРЕМЕНИ, СТАНДАРТ IEEE 1588

Biriukov M.L., Poliakov M.V., Triska N.R. The research of the software implementation of the IEEE 1588 standard as an open RTPd protocol. The capability of the time scales adjustment using RTPd open protocol is analyzed. The results of testing of synchronization process in local area network using RTPd are given.

Key words: RTPd PROTOCOL, SYNCHRONIZATION, TIME SCALES, IEEE 1588 STANDARD

Вступ. Однією з актуальних задач частотно-часового забезпечення сучасних телекомунікаційних систем та мереж є підстроювання тактової частоти та шкал часу в умовах роботи в пакетному транспортному середовищі, зокрема, з використанням протоколу передавання точного часу RTP (Precision Time Protocol) IEEE 1588 [1, 2].

Перша версія стандарту IEEE 1588 була розроблена IEEE для підтримки вимог промислової автоматизації. Версія IEEE 1588-2008 [3] є більш адаптованою до потреб телекомунікаційної галузі, забезпечуючи вищу точність передавання часу. Розширення функцій протоколу PTP в сфері телекомунікацій (розробку детального “телеком-профілю”) було покладено на МСЕ, який активно працює над створенням відповідної нормативної бази.

Інший напрямок досліджень протоколу PTP, який підтримується багатьма дослідницькими університетами, становлять роботи на базі вільного програмного забезпечення. Такий підхід сприяє швидкому впровадженню протоколу PTP на ґрунті комп’ютерних технологій в різні прикладні сфери. Прикладом цього підходу може слугувати протокол PTPd (PTP daemon – “демон”) [4], який є відкритою кодовою реалізацією стандарту IEEE1588-2008 для операційних систем типу Unix (а також FreeBSD, Linux, Mac OSX, Minix3 і QNX OS) і використовує принцип розподіленої розробки вільного програмного забезпечення (free software – див. <http://en.wikipedia.org/wiki/PTPd>). Дану статтю присвячено дослідженню можливостей використання відкритого протоколу PTPd для вирішення задач підстроювання шкал часу.

Загальна характеристика протоколу PTPd. Протокол PTPd передбачає повністю програмну реалізацію функцій провідного (Master) та веденого (Slave) годинників. Базовий код цієї реалізації написаний мовою програмування C. Більша частина системи PTPd, включаючи стек протоколів та годинник, працює в якості фонового процесу (“демон”). Це дозволяє даній реалізації добре працювати в типовому багатозадачному обчислювальному середовищі. Для забезпечення синхронізації частоти та відправки відліків часу, PTPd спирається на найбільш прості функції ядра системи [4]. PTPd призначений для вбудованих комп’ютерних платформ, що мають мінімальні обчислювальні ресурси. Він не вимагає обчислення чисел з плаваючою точкою – використовуються тільки цілочисельні операції.

Протокол може бути легко запущений на операційних системах типу Linux. Він забезпечує частотну та часову синхронізацію мережі. Дана реалізація протоколу є повністю програмною. Це означає, що PTPd сам програмно генерує часові відліки: він записує та отримує повідомлення на високих рівнях стека мережевих протоколів. Також PTPd використовує програмний годинник. Він регулює величину приросту часу комп’ютера, яка зберігається в пам’яті. Для регулювання тактової частоти генерації міток PTPd використовує програмний годинник ядра Linux в поєднанні з інтерфейсом Adjtimex(). Таке поєднання є ефективним, оскільки ведений годинник є менш чутливим до часових затримок, а інтерфейс Adjtimex() є більш точним та краще реагує на зміни [4].

Протокол PTPd взаємодіє з ядром системи через прості виклики системи Linux. Отримання міток часу фіксується за допомогою драйверу Network Interface Card (NIC). Отримані мітки часу передаються користувачеві за допомогою виклику функції ioctl(). Механізм отримання міток підтримується у версіях 2.4 та 2.6 ядра Linux, в інших версіях аналогічний механізм може бути доданий шляхом незначних модифікацій. PTPd може працювати і без часових відліків, згенерованих ядром, але тоді збільшується часовий джитер (тремтіння фази), особливо при великих навантаженнях на процесор.

Слід відзначити, що Linux не є операційною системою реального часу, а, отже, часові відліки та повідомлення є подіями, що можуть перериватись. Різні затримки зумовлюють джитер, що є суттєвою проблемою для чіткої координації часу.

Підстроювання частоти та часу в протоколі PTPd. На рис. 1 представлена схема організації підстроювання часу та частоти з використанням протоколу PTPd [4]. Зліва направо показано шлях передавання та перетворення даних від блоку PTPd до годинника. Протокол регулярно визначає величину затримки передавання даних від провідного пристрою до веденого та періодично – величину затримки передавання від веденого пристрою до провідного. Величина зсуву від веденого пристрою регулярно оновлюється, в той час як одностороння затримка оновлюється періодично. В схемі задіяні фільтр відхилю часу між провідним та веденим пристроями (типу LP FIR – low-pass, finite impulse response, фільтр нижніх частот з кінцевою імпульсною характеристикою), фільтр односторонньої

затримки (типу LP IIR – low-pass, infinite impulse response, фільтр нижніх частот з нескінченною імпульсною характеристикою), PI-контролер (PI – proportional-integral, пропорційно-інтегральний), а також програмний годинник ядра Linux з функцією автоматичного підстроювання частоти FFL (frequency-locked loop).

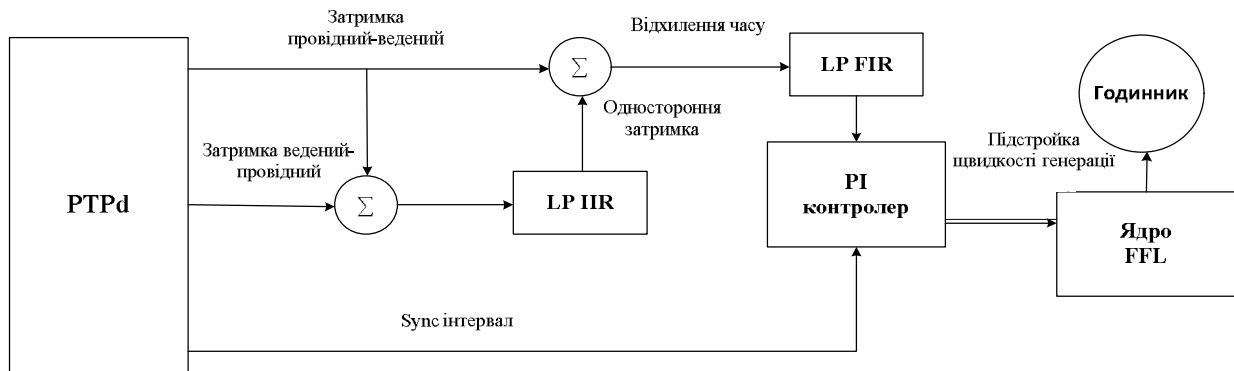


Рис.1. Схема підстроювання частоти та часу годинника за допомогою PTPd

Розглянемо основні характеристики даної схеми. *По-перше*, це час стабілізації (перехідний процес), протягом якого система входить у стан стабільного відстеження провідного годинника. Прийнятним вважається час стабілізації порядку кількох хвилин.

Другою характеристикою є часова помилка, тобто відхил часу між годинниками. Ця характеристика є важливою для залежних від часу застосувань, коли двом годинникам потрібно зчитувати часову інформацію в будь-який момент часу або існує необхідність точного оцінювання співпадання в часі двох подій. В таких випадках корисною метрикою може бути середньоквадратична різниця в часі між годинниками.

Третьою характеристикою є частотна помилка, тобто рівень точності частоти. Вона є критичною у випадках, коли необхідно забезпечити роботу двох генераторів з однаковою частотою протягом певного періоду часу. Прикладом може слугувати система, що вимірює частотний склад сигналів. На перший погляд може здатися, що при малих значеннях часової помилки частотна помилка теж буде незначною, однак це не так. Мінімізація часових помилок може відбуватись за рахунок частотних помилок, і навпаки. Зручною метрикою для оцінювання частотної помилки протягом певного періоду часу є модифікована дисперсія Алана, графік якої дозволяє ідентифікувати різні типи фазових спотворень в системі [4].

Згідно схеми на рис. 1, значення відхилу від годинника провідного пристрою надходить на вхід PI-контролера для отримання міток, які підстроюють час годинника веденого пристрою. PI-контролер коригує час і частоту веденого годинника. В стабільному режимі PI-контролер зводить часову помилку до нуля, а також добре відстежує частотні помилки на малих та великих інтервалах часу спостереження. Але на середніх інтервалах спостереження PI-контролер є недостатньо ефективним. Для послаблення негативного впливу вхідного джитера на роботу PI-контролера протокол PTPd використовує фільтри нижніх частот (ФНЧ), що дозволяє відфільтрувати від вхідного сигналу постійний шум та імпульсні завади. Але при реалізації низькочастотної фільтрації слід враховувати кілька важливих факторів (зокрема, внесення часових затримок та вплив кольорового шуму).

Фільтрація відхилення часу між провідним та веденим пристроями відбувається за допомогою ФНЧ з кінцевою імпульсною характеристикою (блок LP FIR на рис. 1), який вносить мінімальну часову затримку. Такий фільтр ефективно придушує високочастотні шуми, які не послаблюються PI-контролером. При цьому одностороння затримка, що проходить через даний фільтр, майже не зазнає похибки.

Фільтрація односторонньої затримки є більш складним процесом. Ця затримка фільтрується за допомогою ФНЧ з нескінченною імпульсною характеристикою (блок LP IIR на рис. 1). Слід відзначити, що одностороння затримка сигналу відображає затримку поширення повідомлень, тому її характеристики залежать від топології мережі. Для деяких топологій схема фільтрації, що застосовується в протоколі PTPd, може вимагати додаткової корекції та удосконалень.

Експериментальне дослідження роботи протоколу RTPd. Ключовим питанням оцінювання роботи системи за протоколами розгалуження часу (в тому числі й за протоколом RTPd) є оцінювання якості підстроювання часу або тактової частоти ведених пристроїв. Якщо досліджувані пристрої мають стандартні інтерфейси для проведення вимірювань з точності підстроювання шкал часу або тактової частоти (наприклад, згідно ГСТУ 45.023-2001 або ДСТУ 5061:2008, гармонізованих з Рекомендацією ІТУ-Т G.703), то для оцінювання якості можуть бути застосовані методики, використані, наприклад, в [1]. За відсутності такої можливості необхідно використовувати інші методики оцінювання точності та стабільності параметрів, а також мати засоби порівняння їх з традиційними метриками, визначеними в Рекомендаціях ІТУ-Т G.810 [5] та G.8260 [6].

З метою дослідження роботи протоколу RTPd було проведено експеримент на базі локальної обчислювальної мережі (ЛОМ) з трьох персональних комп'ютерів (ПК), з'єднаних за допомогою маршрутизатора типу D-Link DES-10506 (див. рис. 2 та табл. 1). На кожному з комп'ютерів було встановлено операційну систему UNIX (Ubuntu 12.10) та програмний пакет rtpd-2.2.0 для підстроювання часу системи. Вимірювання проводились в двох режимах: з двома елементами (точка-точка, рис. 2,а) та трьома елементами (рис. 2,б).

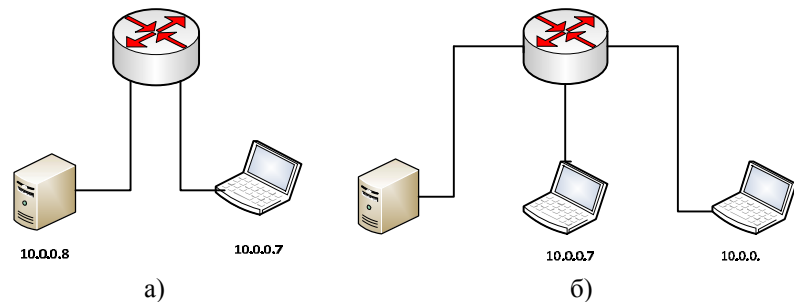


Рис. 2. Схеми перевірки роботи протоколу RTPd в ЛОМ

Програма випробовувань включала [7, 8]:

- відстеження процесу первинної синхронізації після пуску режиму RTPd на всіх комп'ютерах, зі збереженням файлів запису процесу (log file);

- зміну часу провідного годинника – ПГн, з фіксацією часу підстроювання ведених ПК;
- зміну часу веденого годинника – ВГн, з фіксацією часу підстроювання під ПГн;
- відстеження процесу вибору нового ПГн після втрати провідного годинника;
- відстеження поведінки ПК після наступної втрати провідного годинника;

На першому етапі була перевірена працездатність створеної конфігурації. Після запуску програми на всіх комп'ютерах, програма визначила провідний та ведені годинники – ПГн та ВГн. Створена мережа продемонструвала коректну роботу за протоколом RTPd: після зміни часу на ПГн спостерігались відповідні зміни на інших ПК, тобто мала місце синхронізація шкал часу всіх елементів мережі.

На другому етапі перевірялася здатність протоколу RTPd підтримувати синхронізм при втраті джерела синхронізації. В створеній мережній конфігурації було штучно імітовано втрату зв'язку з комп'ютером, який виконував функції провідного годинника (ПГн), і спостерігались відповідні зміни на інших елементах мережі. Експеримент підтвердив коректну роботу протоколу RTPd за даних умов: при втраті зв'язку з провідним пристроєм протокол за власним алгоритмом поклав функції ПГн на інший елемент мережі, а після відновлення зв'язку з "початковим" ПГн йому було повернуто статус провідного.

Результати експерименту зберігались в спеціальних логфайлах, що дало можливість ретельно проаналізувати отримані дані за допомогою програмного забезпечення Matlab. Зокрема, було визначено та проаналізовано значення зсуву часу між пристроями ПГн та ВГн, а також час входження в синхронізм на різних етапах експерименту. Загалом, при проведенні вимірювань була досягнута точність синхронізації порядку 50 ppm.

На рис. 3 представлені результати вимірювань, отримані при використанні режиму синхронізації точка-точка (за схемою рис. 2а) – зсув шкал часу між ПГн та ВГн, а також гістограма, що показує щільність розподілу цього зсуву.

З графіку на рис. 3 видно, що входження в синхронізм тривало біля 200 с. Зсув шкал часу між ПГн та ВГн після входження в синхронізм не перевищував 50 мкс. При побудові гістограми щільність розподілу була взята в межах ± 50 мкс, а крок стовпців дорівнював 10 мкс. Більша щільність розподілу в правій частині гістограми обумовлена початковим перехідним процесом.

На рис. 4 представлені аналогічні результати, отримані для мережі синхронізації з трьома елементами (за схемою рис. 2б). При підключенні третього ПК спостерігалось зростання часу входження в синхронізм – біля 250 с, але значення зсуву часу між ПГн та ВГн після входження в синхронізм не перевищує 50 мкс, тобто точність синхронізації залишилася такою ж, як в схемі синхронізації з двома пристроями.

При зміні шкали ПГн на 2 години відстежувався процес входу в синхронізм. На 430-й секунді годинник ПГн було переставлено на 2 год. вперед, а ВГн – на 2 год. назад. Як видно з рис. 5, синхронізація відбулася майже миттєво.

Висновки. 1. Враховуючи загальносвітову тенденцію активного впровадження інформаційно-комунікаційних систем на базі вільного програмного забезпечення, відпрацювання технічних рішень з передавання точного часу на базі відкритого протоколу RTRP є досить цікавим і перспективним напрямком.

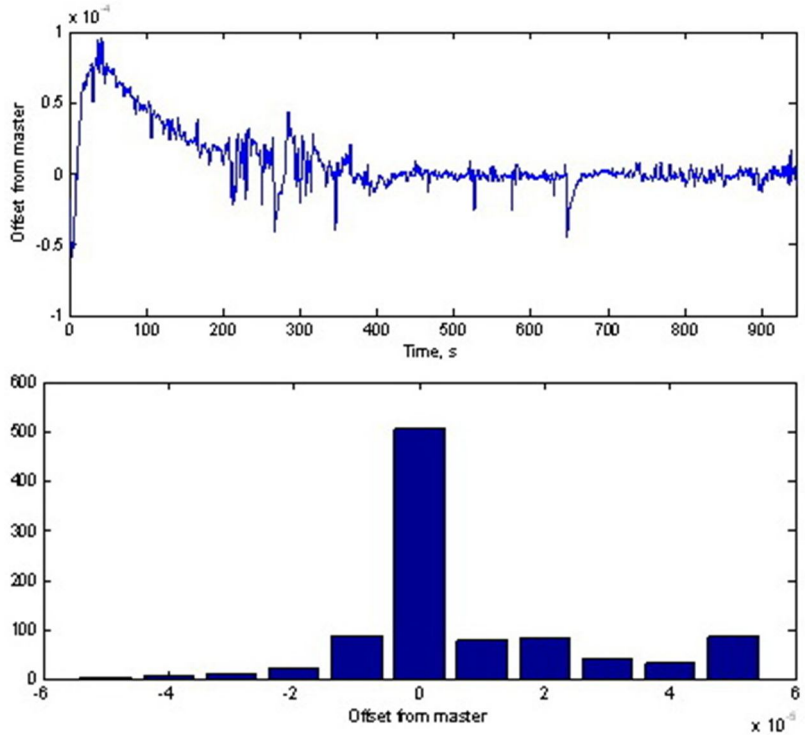


Рис. 3. Зсув шкал часу між ПГн та ВГн (режим точка-точка)

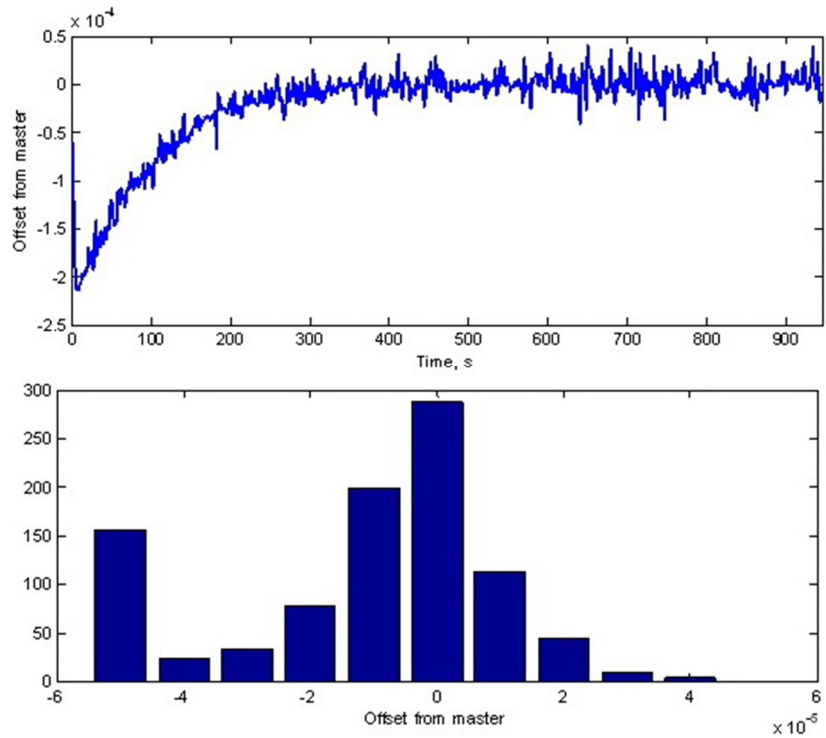


Рис. 4. Зсув шкал часу між ПГн та ВГн в мережі з трьома елементами

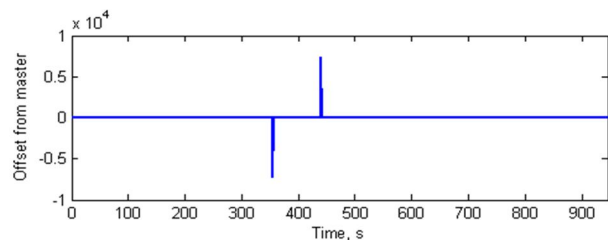


Рис. 5. Зсув шкал часу між ПГн та ВГн при змушеному відстроюванні шкали

2. Протокол RTPd продемонстрував свою працездатність на рівні ЛОМ. Можливості використання даного протоколу в більш складних мережних конфігураціях (зокрема, в телекомунікаційних системах та мережах) потребують подальшого вивчення. Зокрема, слід приділити увагу реалізації придушення шумів, компенсації затримок тощо.

3. В подальшому планується провести дослідження роботи протоколу RTPd в технологічних мережах, що базуються на комп'ютерних технологіях, провести порівняння метрик, а також вимірювання частот на фізичному рівні.

Література

1. Бирюков Н. Л. Анализ использования двухстороннего протокола для подстройки сигналов тактовой синхронизации / Н.Л. Бирюков, Н.А. Макурин, Н.Р. Триска // Наукові записки Українського науково-дослідного інституту зв'язку. – 2010. – №4(16). – С. 5-11.

2. Бирюков Н.Л. Анализ показателей протокола RTP при подстройке тактовой синхронизации в сетях с передачей пакетов // Н.Л. Бирюков, Н.Р. Триска. – // Матер. наук.-техн. симпозиуму «Нові технології в телекомунікаціях». – К.: ДУІКТ, 2012.

3. Standard for a Precision Clock Synchronization Protocol for Networked Measurement and Control Systems // IEEE Std 1588-2008.

4. Correll K., Barendt N., Branicky M. Design Considerations for Software Only Implementations of the IEEE 1588 Precision Time Protocol/ VXI Technology, Inc., 6 p.

5. Definitions and terminology for synchronization networks // ITU-T Recom. G.810 (08/96).

6. Definitions and terminology for synchronization in packet networks // ITU-T Recom. G.8260 (02/2012).

7. Дослідження можливостей підстроювання шкал часу за допомогою відкритого протоколу RTPd // М.Л. Бірюков, М.О. Макурин., М.В. Поляков, Н.Р. Триска // Матер. наук.-техн. симпозиуму «Нові технології в телекомунікаціях». – К.: ДУІКТ, 2013. – С. 146-148.

8. Експериментальні дані обміну за протоколом RTPd // М.Л. Бірюков, М.О. Макурин., М.В. Поляков, Н.Р. Триска // Матер. наук.-техн. симпозиуму «Нові технології в телекомунікаціях». – К.: ДУІКТ, 2013. – С. 152-154.

УДК 004.78 (045)

Артамонов Є.Б. к.т.н. (Національний авіаційний університет)

МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ ПРИЧИН І МІСЦЬ ВТРАТИ ТЕПЛОНОСІЯ У ТЕПЛОВІЙ МЕРЕЖІ

Артамонов Є.Б. Метод визначення причин і місць втрати теплоносія у тепловій мережі. Стаття присвячена проблемі автоматизації визначення причин і місць втрати теплоносія у теплових мережах за умови використання обмеженої кількості контролюючих пристроїв. Розроблений метод передбачає за даними контролюючих пристроїв виділити з загальної мережі несправну гілку, на якій проводиться багатопараметричний аналіз стану окремих ділянок.

Ключові слова: АВТОМАТИЗАЦІЯ ДІАГНОСТУВАННЯ, БАГАТОПАРАМЕТРИЧНИЙ АНАЛІЗ, МЕРЕЖА

Артамонов Е.Б. Метод определения причин и мест потери теплоносителя в тепловой сети. Статья посвящена проблеме автоматизации определения причин и мест потери теплоносителя в тепловых сетях при условии использования ограниченного числа контролирующих устройств. Разработанный метод предусматривает по данным контролирующих устройств выделить из общей сети неисправную ветку, на которой проводится многопараметрический анализ состояния отдельных участков.

Ключевые слова: АВТОМАТИЗАЦИЯ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ, МНОГОПАРАМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ, СЕТЬ

Artamonov Ie.B. Method of determining the cause and location of the loss of coolant in the heating systems. Article is devoted to automation and determine the cause of a loss of coolant in the heating systems with using a limited number of monitoring devices. The developed method provides the data monitoring devices separate from the general network defective branch on which conducted multivariate analyzes of heating system's part.