

УДК 681.3

**И.А. Молоковский (асп.), В.В. Турупалов (канд. техн. наук, доц.),
Е.Г. Игнатенко (канд. техн. наук, доц.)**

Донецкий национальный технический университет, г. Донецк
кафедра «Автоматика и телекоммуникации»

E-mail: igor.molokovskiy@gmail.com

РАСЧЕТ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ В СЕТЯХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ

В статье рассмотрены вопросы мониторинга сетей промышленного назначения с целью повышения надежности передачи данных. Рассмотрен расчет времени проведения мониторинга сети промышленного предприятия.

Ключевые слова: Мониторинг – Сеть – Расчет.

Актуальность проблемы. Современные телекоммуникационные системы и сети характеризуются интенсивным развитием систем различного назначения и применения. Постоянно меняются технологии построения промышленных систем и возрастают требования к повышению их надежности. Все это требует разработки методов и средств исследования, синтеза систем с заданными техническими характеристиками и контроль корректности работы.

Постановка задачи. Главной целью системы связи, с точки зрения надежности, является ее устойчивое функционирование, информационная безопасность, предотвращение угроз, недопущение несанкционированного доступа к информации и обеспечение нормальной производственной деятельности для всех пользователей. Данная работа направлена на определение и расчет основных показателей функционирования системы мониторинга в технологической сети промышленного предприятия.

Основная часть

Промышленная телекоммуникационная сеть — это сложная система, которая предусматривает передачу сигналов управления и взаимодействия, передачу голоса и мониторинга. В качестве примера будем рассматривать промышленную телекоммуникационную сеть для горнодобывающего комплекса. В данной сети в современных условиях необходимо передавать информацию в обоих направлениях. Как правило, телекоммуникационные сети горнодобывающего комплекса имеют структуру звезду, что определяется сетью горных выработок, которые также представляют собой звезду. Как и большинство телекоммуникационных систем — промышленные системы для шахты имеют вход (датчики и исполнительные механизмы) и выход (наземная вычислительная телекоммуникационная сеть). Передача сигналов происходит в двух направлениях: от центра к периферии и от периферии к центру. В данной статье будут рассмотрены вопросы только вопросы мониторинга. Задача мониторинга заключается в обнаружении регистрируемых событий. Обслуживающее устройство производит периодический опрос (мониторинг) регистраторов событий (каналов) и обрабатывает информацию об обнаруженных там событиях. Поскольку в данном случае потери невозможны, то задача состоит в том, чтобы обнаружить эти события как можно быстрее, чтобы успеть предпринять необходимые меры для предотвращения последствий, связанных с событием. Таким образом, необходимо определить оптимальный период опроса каждого канала и синтезировать систему опроса.

Система мониторинга, может состоять из N каналов. Каждый канал соответствует одному из параметров наблюдения, т.е. в каждом канале происходят и регистрируются только события одного типа. Все каналы считаем занумерованными.

Пусть для канала - i определены следующие параметры:

- длительность интервала между моментами контроля канала — T_i (это и есть период мониторинга данного канала);
- интенсивность потока сообщений в канале — λ_i ;
- затраты на проведение наблюдения события — a_{0i} (запись в журнал регистрации);
- затраты на проведение мониторинга a_{1i} (опрос канала, обработка результатов);
- затраты на устранение последствий от воздействия на систему обнаруженного события — a_{2i} ;
- затраты связанные с пребыванием в системе необнаруженного события в течение единицы времени — a_{3i} .

Необходимо обратить внимание на то, что соотношение между затратами, зависит от конкретного назначения и сферы применения системы, от условий эксплуатации и возможностей программного и аппаратного обеспечения.

При использовании модели также предполагается, что во время проведения наблюдения со 100 % вероятностью выявляются все события. Это условие поставлено в нормативно — правовом акте по охране труда НПАОП 10.0-1.01-10 «Правила безопасности в угольных шахтах» [1].

Входящий поток по i-му каналу представляет собой комбинацию из «0» и «1», т.е. возможны только два взаимно исключающих состояния канала. Состояние «0» означает, что в канале отсутствует информация, «1» — что в канале есть сообщение. Состояния «0» и «1» могут наступать поочередно и иметь фиксированные законы распределения длительности. $G_{1i}(t)$ — функция распределения длительности интервала пребывания канала в состоянии «1», $G_{0i}(t)$ — функция распределения длительности интервала пребывания канала в состоянии «0». На рис. 1 приведена схема входящего сообщения для i-го канала системы мониторинга [2,3].

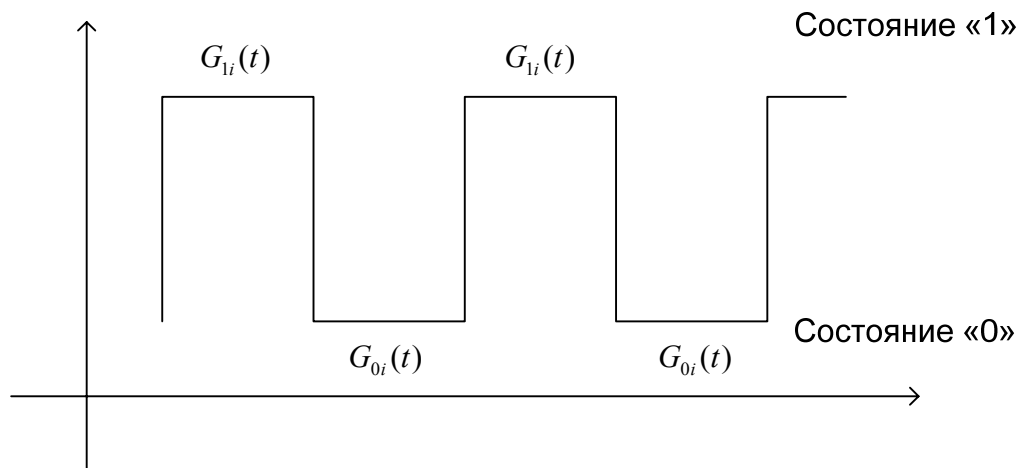


Рисунок 1 — Схема входящего сообщения для i-го канала системы мониторинга

С помощью преобразования Лапласа можно определить $p_{1i}(t)$ — вероятность нахождения i-го канала в состоянии «1» в момент времени t:

$$f_{1i(s)} = \frac{1}{s} - \frac{(1 - \gamma_{oi(s)}) * (1 - \gamma_{1i(s)})}{s^2(1 - \gamma_{oi(s)}\gamma_{1i(s)})} * (p_{0i}(0)a_i + p_{1i}(0)b_i) \quad (1)$$

где $p_{0i}(0), p_{1i}(0)$ — вероятности начальных состояний канала;

$\mathcal{Y}_{oi(s)}$, $\mathcal{Y}_{li(s)}$ — преобразования Лапласа функции $G_{li}(t)$ и $G_{oi}(t)$ соответственно.

Рассмотрим сначала систему с одним каналом. Модель предназначена для оптимизации средних затрат на проведение контроля за регистрируемыми событиями в канале. При этом определяются, оптимальные периоды мониторинга канала в зависимости от соотношения между затратами, необходимыми на проведение мониторинга, устранение последствий выявленного события и затратами, связанными с пребыванием системы в состоянии, когда событие зарегистрировано но не обнаружено.

Суммарные затраты, связанные с мониторингом событий канала складываются из затрат на мониторинг, затрат на ликвидацию последствий от воздействий на систему обнаруженного события и затрат, связанных с пребыванием в системе необнаруженного события.

Предположим, что система функционирует в течение времени t . Рассмотрим затраты на мониторинг канала i за это время. Суммарные затраты на наблюдение будут равны:

$$a_{0i}\lambda_i t. \quad (2)$$

Затраты на мониторинг:

$$a_{1i}\left(\frac{t}{T_i}\right) = \frac{a_{1i}t}{T_i}, \quad (3)$$

где равенство справедливо при больших значениях t .

Затраты на устранения последствий от воздействия события на систему вычисляются по формуле:

$$\frac{a_{2i}(1-p_{0i})t}{T_i}, \quad (4)$$

где p_{0i} — вероятность того, что за период T_i в канале не произойдет ни одного события и определяется по формуле:

$$p_{0i} = e^{-\lambda_i T_i}.$$

Затраты связанные с пребыванием системы в состоянии, когда событие не обнаружено, равны:

$$\frac{a_{3i}(T_i/2)(1-p_{0i})t}{T_i}, \quad (5)$$

где средняя длительность от момента возникновения события до его обнаружения принята равной $T_i/2$, что соответствует свойствам пуассоновского потока на заданном интервале времени.

Если взять сумму (2),(3),(4),(5) и разделить на t , то получим удельные затраты:

$$Q_i(T_i) = a_{0i}\lambda_i + a_{1i}/T_i + a_{2i}(1-p_{0i}) + a_{3i}(1-p_{0i}) + a_{3i}(1-p_{0i})/2. \quad (6)$$

Необходимо определить следующую основную характеристику — оптимальное значение T_i . Это можно выполнить путем дифференцирования выражения (6) по T_i , приравняв нулю производную и решения полученного уравнения.

Однако на практике, как правило, события, интересующие администратора безопасности, происходят весьма редко, т.е. значение интенсивности потока этих событий много меньше единицы (скорее близко к нулю). Кроме того, очень часто затраты на устранения последствий выявленного события не учитываются как затраты на мониторинг, поскольку сама процедура устранения может проводиться не сразу при выявлении события, а гораздо позже.

В связи с этим для проведения быстрых предварительных расчетов можно упростить формулу (6) за счет аппроксимации экспоненты первым членом ее разложения в ряд Тейлора и приравнявая нулю коэффициент a_{2i} .

Отсюда получаем:

$$Q_i(T_i) = a_{1i}/T_i + a_{3i}T_i\lambda_i / 2. \quad (7)$$

Поскольку целью построения данной модели является определение оптимальных значений периодов проведения мониторинга канала системы — T_i , то для этого необходимо продифференцировать полученную функцию $Q(T_i)$ по T_i , приравняв полученную производную нулю и решив полученное уравнение относительно T :

$$T_i = \sqrt{2a_{1i}/a_{3i}\lambda_i}. \quad (8)$$

Если отношение a_{1i}/a_{3i} заменить коэффициентом k_i , и подставить в выражение (8) получим формулу для вычисления оптимальных периодов проведения мониторинга 1-го канала информационной системы в зависимости от интенсивности потока регистрируемых в канале событий и соотношения между затратами. При этом использование коэффициента кажется более предпочтительным, т.к. часто проще указать величину отношения затрат, чем конкретные значения этих затрат.

Таким образом, окончательно получим:

$$T_i = \sqrt{2/k_i\lambda_i}. \quad (9)$$

Ниже приведены графики зависимости оптимальных периодов проведения мониторинга канала от соотношения между затратами (значения коэффициента) при а) $\lambda=1$ и б) $\lambda=5$. В качестве единицы времени взят один день.

Из графиков следует, что чем больше коэффициенты k_i и λ_i , тем чаще нужно проводить наблюдение за системой, в противном случае затраты, связанные с повреждением и модификацией информации, превысят затраты на контроль.

Кроме того, частота периодов проведения наблюдения сильно зависит от интенсивности потока нарушений в системе.

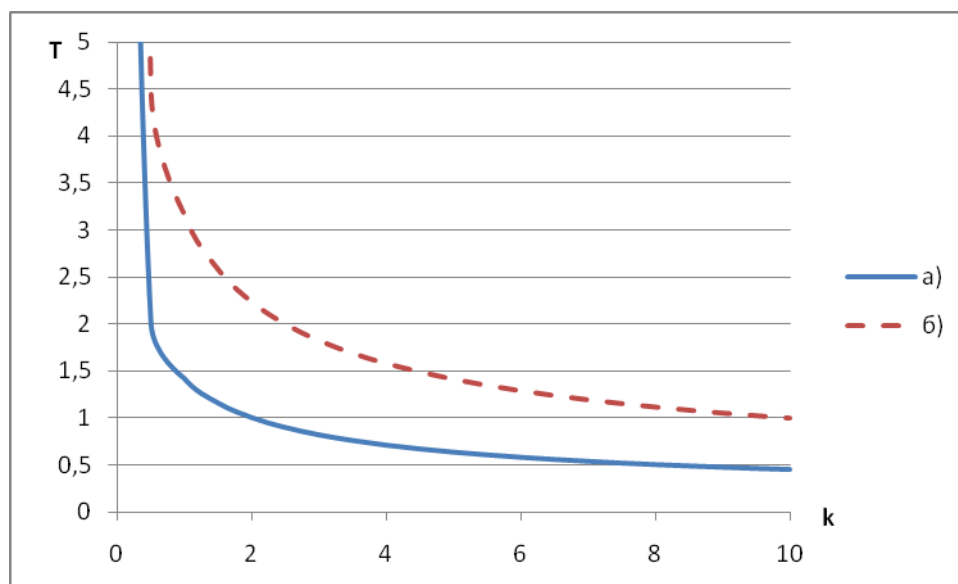


Рисунок 2 — Зависимости оптимальных периодов проведения мониторинга канала от соотношения между затратами при а) $\lambda = 1$ и б) $\lambda = 5$

Вывод. Задачу оптимизации можно решить для каждого канала системы $i = 1, 2, \dots, N$, тогда получим множество оптимальных значений периодов мониторинга для всех каналов системы T_1, T_2, T_N . Возникает задача создания системы управления мониторингом регистрируемых событий в системе таким образом, чтобы удовлетворить требованиям по оптимальным значениям периодов мониторинга для каждого канала системы. Если

предположить, что время опроса канала значительно меньше требуемого значения периода его мониторинга, то задача решается достаточно просто. Необходимо использовать программные таймеры, которые настроены на период мониторинга для каждого канала и выдают сигналы прерывания при наступлении моментов мониторинга. Здесь конечно возможен случай, когда несколько сигналов от различных таймеров могут совпасть по времени, но при сделанном выше допущении погрешность относительно требуемого периода для каналов будет невелика.

Список использованной литературы

1. Правила безпеки у вугільних шахтах: НПАОП 10.0-1.01-10.
2. Питерсон Дж. Теория сетей Петри и моделирование систем / Дж. Питерсон. — М.: Мир, 1984. — 264 с.
3. Котов В.Е. Сети Петри / В.Е. Котов. — М.: Наука, 1984. — 158 с.
4. Подиновский В.В. Парето-оптимальные решения многокритериальных задач / В.В. Подиновский, В.Д. Ногин. — М.: Физматлит, 2007. — 256 с.
5. Турупалов В.В. Повышение надежности технологических сетей связи / В.В. Турупалов, И.А. Молоковский // Сучасні інформаційно-комунікаційні технології: VII Міжнародна науково-технічна конференція: збірник тез. - К., 2011. - С. 152–154.
6. Турупалов В.В. Спеціалізована телекомунікаційна мережа в системі управління вугільною шахтою / В.В. Турупалов, Р.В. Федюк, В.О. Попов // Автоматика-2004: 11-я міжнародна конференція по автоматическому управлінню, 27–30 вересня 2004 г.: тези докл. – К, 2004. - Т. 4. - С. 113.
7. Молоковський І.А. Надійність промислових телекомунікаційних систем / І.А. Молоковський, В.В. Турупалов, Л.А. Шебанова // збірник наукових праць Донецького національного технічного університету (факультет КИТА), серія: Висчислювальна техніка і автоматизація.
8. Яковлев А.В. Надійність інформаційних систем: курс лекцій / А.В. Яковлев. — Муром, 2004. — 63 с., ил.

Надійшла до редакції
31.01.2012 р.

Рецензент:
д-р техн. наук, проф. Скобцов Ю.О.

I. Molokovsky, V. Turupalov, E. Ignatenko. The calculation of basic parameters of data transmission networks in industrial telecommunications. In the article the author considers the problem of monitoring networks. The timing of the monitoring network of the industrial enterprise were calculated.

Keywords: *Monitoring – Network – Calculation.*

І.О. Молоковський, В.В. Турупалов, Є.Г. Ігнатенко. Розрахунок основних параметрів передачі даних в мережах промислових телекомунікацій. У статті розглянуті питання моніторингу мереж промислового призначення з метою підвищення надійності передачі даних. Розглянуто розрахунок часу проведення моніторингу мережі промислового підприємства.

Ключові слова: *Моніторинг – Мережа – Розрахунок.*

© Молоковський І.А., Турупалов В.В., Ігнатенко Є.Г., 2012