

12. Радиоприемные устройства: учеб. пособие для радиотехнич. спец. вузов / Давыдов Ю. Т., Данич Ю. С., Жуковский А. П. и др.; под ред. Жуковского А. – М.: Высш. шк., 1989. – 342 с.

13. Теория электрической связи: учебник для вузов / А. Г. Зюко, Д. Д. Кловский, В. И. Коржик, М. В. Назаров ; под ред. Д. Д. Кловского. – М.: Радио и связь, 1999. – 432 с.

14. Козленко М. І. Дослідження завадостійкості способу передавання та приймання інформації на основі широкосмугових сигналів зі змінною ентропією для дискретних повідомлень / Козленко М. І., Мельничук С. І. // Електроніка та зв'язок. – 2007. – № 2(37). – С. 82-92.

15. Волковец А. И. Теория вероятностей и математическая статистика: практикум для студ. всех спец. БГУИР дневной формы обучения / А. И. Волковец, А. Б. Гуринович. – Мн.: БГУИР, 2003. – 68 с.

16. Козлов М. В. Введение в математическую статистику / М. В. Козлов, А. В. Прохоров. – М.: изд-во МГУ, 1987. – 264 с.

17. Письменный Д. Т. Конспект лекций по теории вероятностей и математической статистике / Д. Т. Письменный. – М.: Айрис-пресс, 2004. – 256 с.

18. Барковський В. В. Теорія ймовірностей та математична статистика / В. В. Барковський, Н. В. Барковська, О. К. Лопатін. – Київ: ЦУЛ, 2002. – 448 с.

УДК 681.3 050 470 04 99

Турупалов В. В., к.т.н. (*Донецкий национальный технический университет*)

НАДЕЖНОСТЬ ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СЕТЕЙ

Турупалов В. В. Надійність промислових телекомунікаційних мереж. У статті розглянуті питання вибору топології технологічної мережі за критерієм надійності. Розглянуто приклад реалізації комплексу технологічного зв'язку «Талнах», визначені його переваги і недоліки.

Ключові слова: ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНА МЕРЕЖА, НАДІЙНІСТЬ, ТОПОЛОГІЯ, ТАЛНАХ

Турупалов В. В. Надежность промышленных телекоммуникационных сетей. В статье рассмотрены вопросы выбора топологии технологической сети по критерию надежности. Рассмотрен пример реализации комплекса технологической связи «Талнах», определены его достоинства и недостатки.

Ключевые слова: ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННАЯ СЕТЬ, НАДЕЖНОСТЬ, ТОПОЛОГИЯ, ТАЛНАХ

Turupalov V. V. Reliability of industrial telecommunications networks. In the article the author considers the problem of topology network on the criterion of reliability. In the article detailed description of each process functions.

Keywords: TELECOMMUNICATION NETWORK, RELIABILITY, TOPOLOGY, TALNACH

Актуальность проблемы. Технологические сети связи предназначены для обеспечения производственной деятельности организаций, управления технологическими процессами в производстве. Технологии и средства связи, применяемые для создания технологических сетей связи, а также принципы их построения устанавливаются в зависимости от области их использования (в шахтах, на объектах железных и автодорог, газо- и нефтепроводов, электроэнергетики, банков и центров обработки данных и т.п.). От корректного функционирования этих сетей зависит не только жизнеобеспечение людей, но и множество других параметров, именно это обуславливает необходимость обеспечения максимально возможной надежности.

Постановка задачи. При проектировании сети технологической связи необходимо провести расчеты надежности, как сети в целом, так и каждого элемента отдельно. Под

расчетом надежности понимаем получение количественных значений показателей надежности исследуемого объекта. В дальнейшем будет рассматриваться сеть, которая характерна для промышленных предприятий. Основной особенностью в структуре таких сетей является множество точек доступа – узкий канал – множество точек доступа.

Основная часть. При анализе надежности системы основную трудность представляет построение структурной схемы расчета и аналитических формул преобразований. Существующие в настоящее время расчетные формулы получены при большом числе ограничений (допущений) [1]. Наиболее часто такими ограничениями являются:

- обязательность экспоненциального распределения времени до отказа объекта и времени восстановления его работоспособности;
- исследуемые процессы – марковские, исследуемые потоки событий – простейшие;
- при расчетах учитываются только средние значения показателей надежности.

Технологическая сеть связи представляет собой сложный объект с точки зрения расчета. Однако практически каждая сложная система состоит из более простых объектов или элементов. В зависимости от характера влияния надежности элементов на надежность системы в целом, различают два типа соединения элементов:

- последовательное – отказ любого элемента системы приводит к отказу сети в целом;
- параллельное – отказ сети наступает только при отказе всех элементов (отказ не наступает если, хотя бы один элемент сети работоспособен).

Рассмотрим сеть, которая состоит из n элементов (рис.1). При последовательном соединении вероятность безотказной работы можно определить по выражению [2]:

$$P(t) = P_1(t) \cdot P_2(t) \cdot \dots \cdot P_n(t) = \prod_{i=1}^n P_i(t). \quad (1)$$

Зная вероятность безотказной работы, можем определить вероятность отказа системы при последовательном соединении элементов:

$$Q(t) = 1 - P(t) = 1 - \prod_{i=1}^n P_i(t) = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - Q_i(t)). \quad (2)$$

Интенсивность отказов сети определяется как:

$$P(t) = e^{-\int_0^t \lambda(t) dt} = \prod_{i=1}^n P_i(t) = e^{-\int_0^t \sum_{i=1}^n \lambda_i(t) dt}, \quad (3)$$

откуда
$$\lambda(t) = \sum_{i=1}^n \lambda_i(t). \quad (4)$$

В случае постоянной интенсивности отказов [$\lambda(t) = \lambda = const$]:

$$P(t) = e^{-\lambda t} = \prod_{i=1}^n P_i(t) = e^{-\left(\sum_{i=1}^n \lambda_i\right) t}, \quad (5)$$

откуда
$$\lambda = \sum_{i=1}^n \lambda_i. \quad (6)$$

Если разложить функцию $P(t)$ в ряд и учесть только два первых члена разложения,

получим:
$$P(t) = e^{-\lambda t} \approx 1 - \lambda t + \frac{(\lambda t)^2}{2!} \approx 1 - \lambda t = 1 - t \cdot \sum_{i=1}^n \lambda_i. \quad (7)$$

Средняя наработка системы на отказ:

$$\bar{t} = \int_0^{\infty} P(t) dt = \int_0^{\infty} e^{-t \sum_{i=1}^n \lambda_i} dt = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \lambda_i}. \quad (8)$$

При параллельном соединении элементов в сети вероятность отказа определяется как:

$$Q(t) = Q_1(t) \cdot Q_2(t) \cdot \dots \cdot Q_n(t) = \prod_{i=1}^n Q_i(t), \quad (9)$$

а вероятность безотказной работы:

$$P(t) = 1 - \prod_{i=1}^n Q_i(t) = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - P_i(t)) \approx 1 - (\lambda t)^n. \quad (10)$$

Допуская, что все элементы имеют одинаковую структуру, технические характеристики и используются при одинаковых условиях, т.е. $\lambda_i(t) = \lambda_0 = const$.

Тогда $Q(t) = (1 - e^{-\lambda_0 t})^n$, $P(t) = 1 - (1 - e^{-\lambda_0 t})^n$, откуда $\bar{t} = \frac{1}{\lambda_0} \sum_{i=1}^n \frac{1}{i}$ (11)

Эти выражения позволяют сделать вывод о том, что при параллельном соединении элементов надежность сети будет выше, чем надежность составляющих ее элементов. Следовательно, можно предложить структурную схему, приведенную на рис. 1 [1].

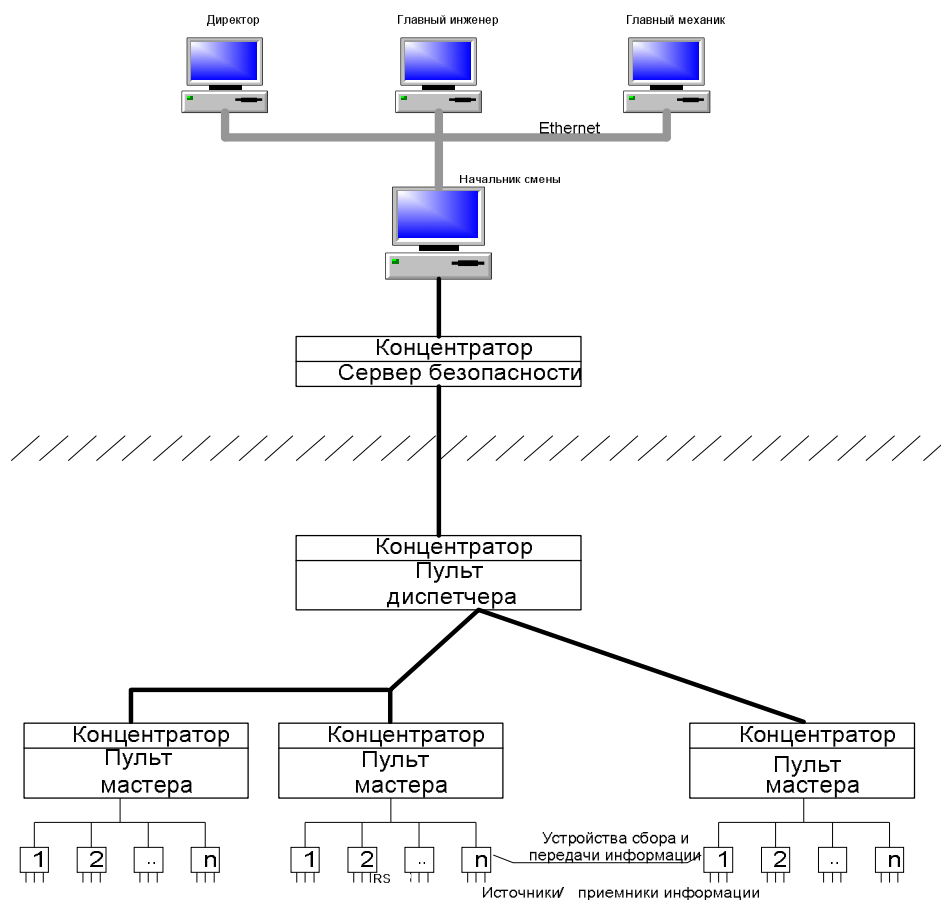


Рис. 1. Структурная схема компьютерной сети промышленного предприятия

Одним из основных представителей технологической связи является комплекс «Галнах» (рис. 2), предназначенный для построения кабельной сети, излучает, и обеспечивает функционирование системы радиосвязи и автоматизированных систем дистанционного управления различного назначения в подземной части шахт, в том числе опасных по газу и пыли.

Комплекс «Галнах» обеспечивает [2]:

- работу системы конвенциональной радиосвязи;
- работу системы транкинговой радиосвязи стандарта МРТ 1327;
- работу системы персонального радио вызова;
- работу систем аналогового и цифрового промышленного ТВ;

- организацию высокоскоростных (до 4 Мбит / с) каналов передачи данных от стационарных объектов;
- работу системы табельного учета и позиционирования персонала и техники;
- организацию дуплексных каналов передачи данных со скоростью до 64 кбит/с с интерфейсом RS-485;
- сбор телеметрической информации о работе линейного оборудования комплекса.

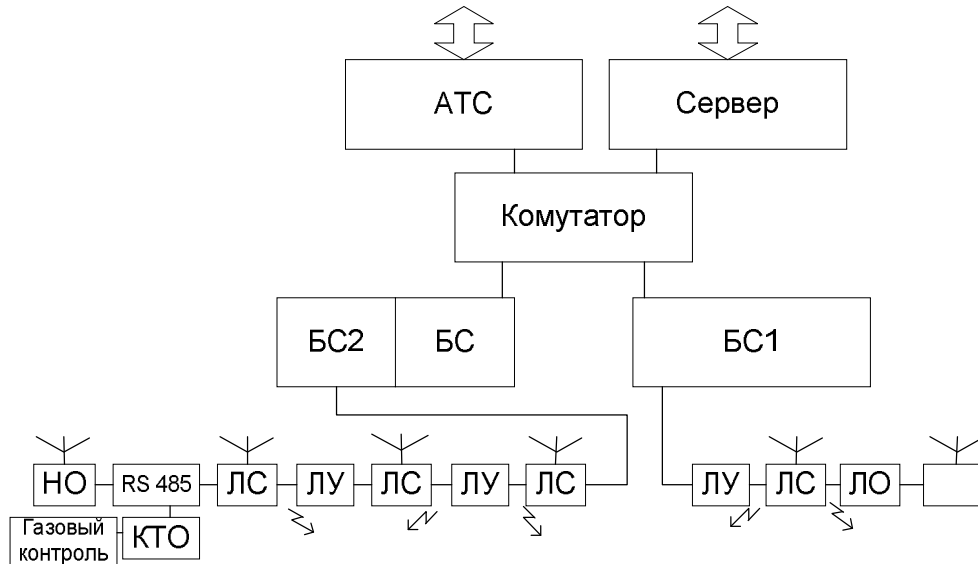


Рис. 2. Структурная схема комплекса «Талнах»

Оборудование комплекса «Талнах» обеспечивает возможность развития и модернизации сетей подземной радиосвязи, построенные с использованием оборудования системы подземной радиосвязи MCA1000 производства Mincom Australia Pty. Ltd., Австралия, а также другие системы подземной радиосвязи, использующих частотный диапазон 40-185 МГц.

Недостатком комплекса является то, что нужно использовать специализированный коаксиальный кабель и, соответственно, очень высокая стоимость оборудования, а также сложность в обслуживании кабельной линии связи, использование специализированных соединительных и переходных муфт, высокие профессиональные требования к персоналу, который обслуживает комплекс [3].

Выводы: для построения надежной телекоммуникационных сетей связи необходимо решить такие задачи:

- выбор топологии структурной схемы сети связи;
- выбор технологии для функционирования телекоммуникационной сети связи;
- создание условий функционирования с наименьшей вероятностью отказов;
- создание механизма и условий оперативного реагирования на угрозы безопасности.

Литература

1. Яковлев А.В. Надежность информационных систем. Курс лекций. Владимирский государственный университет / Яковлев А.В. – Муром: 2004. –63 с.
2. Молоковский И.А. Надежность промышленных телекоммуникационных систем / Молоковский И.А., Турупалов В.В., Шебанова Л.А. Сборник научных трудов Донецкого национального технического университета (факультет КИТА), серия: «Вычислительная техника и автоматизация». – 2011. – Вып. 20(182). – С.152-155.
3. Анализ современных средств связи в угольных шахтах и очистных забоях: Отчет о прохождении преддипломной практики на предприятии ОАО Автоматгорммаш им. В.А. Антипова / ДонНТУ; руководитель В.В.Турупалов. – Донецк, 2008. – 10 с.

4. Молоковский И.А. Исследование возможности передачи информации с помощью беспроводных технологий в телекоммуникационных сетях промышленных предприятий» / Молоковский И.А. Сборник научных трудов Донецкого национального технического университета (факультет КИТА), серия: «Вычислительная техника и автоматизация». – 2010. – Вып. 19(171). – С. 77-82.

5. Радиосвязь под землей на излучающем кабеле для создания телекоммуникационных систем на шахтах, рудниках и спецобъектах [Электронный ресурс]; матер. компанії «Інформаційна Індустрія», 2005 // – Режим доступу:

http://www.informind.ru/catalog/catalog_system_expo_4/

УДК 004.056.53

Букелкул Салих, асп. (Гос. унив-т информационно-коммуникационных технологий)

ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ ИЗУЧЕНИЯ ВРЕМЕНИ ПРЕБЫВАНИЯ ТРЕБОВАНИЯ В СИСТЕМЕ С БОЛЬШОЙ НАГРУЗКОЙ

Букелкул Саліх. Загальні принципи вивчення часу перебування вимоги в системі з великим навантаженням. Розглянуто загальні принципи вивчення часу перебування вимоги в системі з великим навантаженням, а також наведені способи знаходження граничного розподілу часу перебування вимоги в системі у разі докритичного, критичного і надкритичного навантажень.

Ключові слова: СИСТЕМА, ЗАВАНТАЖЕННЯ, ГРАНИЧНИЙ РОЗПОДІЛ, ЧАС ПЕРЕБУВАННЯ

Букелкул Салих. Общие принципы изучения времени пребывания требования в системе с большой нагрузкой. Рассмотрены общие принципы изучения времени пребывания требования в системе с большой нагрузкой, а также приведены способы нахождения предельного распределения времени пребывания требования в системе в случае докритической, критической и надкритического загрузок.

Ключевые слова: СИСТЕМА, ЗАГРУЗКА, ПРЕДЕЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ, ВРЕМЯ ПРЕБЫВАНИЯ

Bukelkul Salikh. General principles of the study of stay time of requirement in the system with the large loading. The general principles of studying the residence time requirements in the system with a large load, and shows how to find the limit distribution of the residence time requirements in the system in the case of sub-critical, critical and supercritical downloads.

Keywords: SYSTEM, LOADING, MAXIMUM DISTRIBUTION, STAY TIME

Известно, что в системах с бесконечной очередью при нагрузке $\rho \geq 1$ основные характеристики, такие как длина очереди и время пребывания в системе, с течением времени в том или ином смысле стремятся к бесконечности (например, сходимость в самом слабом месте – к бесконечности стремится математическое ожидание) [1]. Факт ухода на бесконечность справедлив и для стационарных характеристик систем при изменяющейся нагрузке $\rho \uparrow 1$. В системах $M/GI/1/\infty$ с различными дисциплинами обслуживания (впрочем, как и в системах $GI/GI/1/\infty$) это свойство является отражением узловой теоремы восстановления, примененной к процессам восстановления, образованным последовательными моментами начал периодов занятости. Как следует из соответствующих уравнений для распределения длин периодов занятости, средняя длина периода занятости стремится к бесконечности при $\rho \uparrow 1$, равна бесконечности при $\rho = 1$, а при $\rho > 1$ длина периода занятости с ненулевой вероятностью принимает значение бесконечность. В соответствии с этим задача нахождения предельного распределения времени пребывания требования в системе, которая исследуется в данной статье, ставится по разному для случаев докритической ($\rho < 1$), критической ($\rho = 1$) и надкритического ($\rho > 1$) загрузок.

Наиболее важными предоставляются следующие постановки задач. В случае докритической загрузки рассматривается стационарное распределение времени пребывания требования в системе и изучается его предельное поведение при $\rho \uparrow 1$. В случае критической загрузки изучается предельное при $t \rightarrow \infty$ распределение времени пребывания в системе