**Несимметричная многомаркерная кольцевая локальная сеть с буферами конечной емкости и ординарной дисциплиной обслуживания**

Содержание

Введение

1 Математические модели функционирования несимметричных, многомаркерных КЛВС с конечными буферами различной емкости и ординарной дисциплиной обслуживания

* 1. Математическая модель функционирования многомаркерной, несимметричной КЛВС с N АС, с k маркерами (1<k<N) и

буферами различной емкости

1.2 Математическая модель функционирования многомаркерной, несимметричной КЛВС с буферами , с 3 АС и 2-мя маркерами, с ординарной дисциплиной обслуживания

1.3 Математическая модель функционирования многомаркерной, несимметричной КЛВС с N АС, с k маркерами (k=N) и буферами

различной емкости

2 Определение стационарных вероятностей состояний

несимметричных, многомаркерных КЛВС

2.1 Определение стационарных вероятностей состояний многомаркерной,

несимметричной КЛВС с буферами различной емкости, с N АС и k

маркерами, с ординарной дисциплиной обслуживания

2.2 Определение стационарных вероятностей состояний многомаркерной,

несимметричной КЛВС с буферами , с 3 АС и 2-мя маркерами, с ординарной дисциплиной обслуживания

2.3 Определение стационарных вероятностей состояний многомаркерной,

несимметричной КЛВС с буферами различной емкости, с N АС и

k=N маркерами, с ординарной дисциплиной обслуживания

3 Характеристики функционирования несимметричных, многомаркерных КЛВС

3.1 Характеристики функционирования многомаркерной, несимметричной КЛВС с буферами различной емкости, с N АС и k маркерами (1<N<k), с ординарной дисциплиной обслуживания

3.2 Характеристики функционирования состояний многомаркерной, несимметричной КЛВС с буферами , с 3 АС и 2-мя маркерами, с ординарной дисциплиной обслуживания

3.3 Характеристики функционирования состояний многомаркерной, несимметричной КЛВС с буферами различной емкости, с N АС и k=N маркерами, с ординарной дисциплиной обслуживания

Заключение

Cписок используемых источников

Введение

Одним из важнейших направлений развития вычислительной техники является разработка методов и средств распределенной обработки информации. Термин ***распределенная обработка*** ***информации*** означает применение множества связанных друг с другом компьютеров с целью скоординированного выполнения одной или нескольких задач. Таким образом, распределенная обработка информации предполагает наличие двух и более компьютеров и средств коммуникации между ними. В настоящее время она осуществляется, как правило, посредством ***вычислительных сетей***, или сетей компьютеров.

Среди различных классов вычислительных сетей особый интерес для автоматизации производства, а также и ряда других областей, например автоматизации в области образования, научных исследований и разработок, учрежденческой деятельности, представляют локальные вычислительные сети.

***Локальной вычислительной сетью*** называется совокупность взаимосвязанных и распределенных по сравнительно небольшой территории вычислительных ресурсов (микро- и мини – ЭВМ, терминалов и т.д.), взаимодействие которых обеспечивается специальной системой передачи данных. Такая сеть обычно предназначается для сбора, передачи, рассредоточенной и распределенной обработки информации в пределах одного предприятия, организации и т.д.

К основным характеристикам ЛВС относятся следующие:

• территориальная протяженность сети (длина общего канала);

• максимальная скорость передачи данных;

• максимальное число узлов в сети (оно может быть от нескольких десятков до нескольких сотен);

• максимально возможное расстояние между узлами сети;

• физическая структура или топология сети;

• физическая среда передачи и данных;

• метод доступа абонентов в сеть;

• условия надежной работы сети и др.

Абонентские устройства сети (узлы, станции), к которым относятся ЭВМ и различное территориальное оборудование (дисплеи, внешние запоминающие устройства, печатающие устройства и др.), связаны между собой передающей средой, называемой каналом, моноканалом или магистралью, с помощью сетевых адаптеров, состоящих из приемопередатчиков и контролеров адаптера. Контролеры адаптера, называемые также блоками доступа, выполняют следующие основные функции: прием данных из канала и выдачу их в канал. Приемопередатчики осуществляют согласование электрических сигналов канала и абонентских станций.

Под ***физической структурой*** или ***топологией*** ЛВС понимают структуру соединения узлов сети используемой средой передачи (линиями связи). В ЛВС могут быть реализованы различные виды топологии: шинная, кольцевая, звездообразная, древовидная (рис. 1). Однако наиболее распространенными являются два первых типа структур, отличающихся простотой методов управления, возможностью расширения и изменения конфигурации сети без заметного усложнения средств управления сетью, высокой эффективностью использования каналов связи.

Древовидная структура

Кольцевая структура

Звездообразная структура

Шинная структура

Другой важной характеристикой ЛВС является ***физическая среда передачи***, представляющая собой одну или несколько линий связи, по которым осуществляется информационный обмен между узлами (станциями) ЛВС. Выбор физической среды передачи зависит от ***пропускной способности*** ЛВС, или, другими словами, от максимальной скорости информационного обмена, которая может быть достигнута в ЛВС.

Под ***методом доступа*** к физической среде передачи понимают совокупность правил (алгоритмов), диктующих порядок посылки и приема ***пакетов***, или ***кадров***, данных узлами сети. Следует отметить, что о методе доступа имеет смысл говорить лишь в том случае, когда узлы сети используют общую для них физическую среду передачи. При этом необходимо, чтобы в каждый момент времени эта среда обслуживала передачу не более одного узла. Чаще всего вопрос о методе доступа рассматривается применительно к ЛВС с шинной или кольцевой топологией.

Различают два основных класса методов доступа – детерминированные и случайные. Случайный метод доступа характеризуется тем, что любой узел может сделать попытку передать информацию в сеть в произвольный момент времени, Однако в этом случае возможно столкновение передач двух узлов и более. В случае столкновения узлы, начавшие передачу, должны прекратить ее и возобновить попытку передачи после некоторой случайной задержки времени. Этот метод применяется лишь в незагруженных сетях, его основной недостаток – низкий коэффициент использования общего канала.

Детерминированные методы доступа позволяют полностью использовать каналы связи. Они обеспечивают гарантию каждому абоненту определенного времени выхода в сеть. При этом могут устанавливаться приоритеты абонентам. Конфликтные ситуации, вызванные одновременным обращением к каналу нескольких абонентов, отсутствуют. Все это достигается за счет невозможности доступа абонентов в сеть в любой момент времени. Из детерминированных методов доступа наибольшее распространение получил маркерный метод.

При использовании маркерного метода передачу производит только та абонентская станция, у которой в данный момент имеется маркер (эстафетная палочка). Остальные станции в это время осуществляют только прием. Последовательность передачи маркера от одной станции к другой, т.е. последовательность подключения станций для передачи информации, задается управляющей станцией сети. Абонентская станция, получившая маркер (полномочия на передачу информации), передает свой подготовленный кадр в шину, если кадра для передачи нет, АС сразу посылает маркер другой станции согласно установленному порядку передачи полномочий. Так продолжается до тех пор, пока управляющая станция не инициирует новую последовательность передач маркера. ЛВС с циркулирующим маркером позволяет передавать сообщения произвольной длины.

В 1980 г. в рамках Института инженеров по электротехнике и радиоэлектронике (IEEE) был образован комитет 802 по стандартизации ЛВС, задачей которого являлось определение набора процедур, посредством которых различные устройства могут взаимодействовать. Для подготовки проектов отдельных стандартов были учреждены подкомитеты. Стандартом маркерного кольца занимался подкомитет 802.5. Разработка этого стандарта была завершена в 1984 г., а в 1985 г. Американский национальный институт стандартов (ANSI) утвердил стандарт ANSI/IEEE 802.5 в качестве национального стандарта США. В 1986 г. этот стандарт был утвержден в качестве международного. В Европе в 1982 г. Европейская ассоциация производителей ЭВМ (ECMA) независимо от ANSI выпустила стандарт маркерного кольца ECMA-89. Стандарт ANSI/IEEE 802.5 совместим со стандартом ECMA-89.

КЛВС с маркерным доступом относится к протоколам детерминированного множественного доступа циклического типа. ЛВС «маркерное кольцо» представляет собой совокупность станций, соединенных последовательно двухточечными линиями. Каждая станция действует как активный повторитель, регенерирует сигналы, поступающие из входящей линии, и выдает их в исходящую линию. Станции имеют право на передачу кадра при получении специального кадра-маркера, циркулирующего по кольцу в промежуток между передачей информации, станция, имеющая кадр для передачи, удерживает поступивший маркер, преобразует его в кадр (для передачи, удерживает поступивший маркер), добавлением адресной информации, данных и других необходимых полей и выдает в исходящую линию. Каждая станция анализирует адресную информацию кадра и при несовпадении адреса назначения и собственного адреса копирует кадр в исходящую линию. Станция, обнаружившая адресованный ей кадр, копирует его в приемный буфер, устанавливает в нем признак того, что пакет принят, обнаружив вернувшийся кадр, анализирует признак приема пакета и в случае, если пакет принят, удаляет его из кольца и из своей очереди пакетов на передачу. Если пакет не принят, станция удаляет его из кольца и оставляет в своей очереди для передачи при получении маркера. Одна из станций кольца выполняет функции активного монитора, обеспечивая нормальное функционирование сети. Другие станции выполняют функции неактивного монитора, и в случае его отказа готовы перейти в состояние активного монитора. Кроме того, станции определяют ошибки функционирования сети и информируют о них все остальные станции для восстановления нормального функционирования.

Преимущества КЛВС с маркерным доступом:

• гарантируется доступ каждого абонента в сеть через определенные промежутки времени независимо от нагрузки сети;

• отсутствие проблемы маршрутизации сообщений, т. к. маршруты передачи сообщений фиксированы;

• возможность расширения;

• низкая стоимость подключения новых узлов в сеть;

• невысокая стоимость сетевых интерфейсов, реализующих прямые методы передач и управления доступа в сеть;

Недостатки КЛВС:

• сложное управление;

• при добавлении или замене узла необходимы остановка в работе сети и временный разрыв кольца;

• выход из строя узла сети прерывает работу всей сети.

В математических моделях, описывающих функционирование ЛВС, принимаются предложения о числе станций в сети (конечное или бесконечное), наличии (размере) буферов у станции, содержащих ожидающие передачу сообщения, предложения о входящем потоке сообщения, времени перехода маркера между станциями и некоторые другие.

Математическими моделями описанной ЛВС «маркерное кольцо» являются циклические СМО. Теория циклических СМО получила развитие в работах иностранных ученых, обзор которых насчитывает более 200 наименований.

Под ***циклической*** понимается СМО с N очередями и одним прибором, обслуживающим очереди в циклическом порядке. Емкость накопителей (буферов) может быть конечной или бесконечной. В циклических СМО существует несколько дисциплин обслуживания, регламентирующих пребывание прибора у каждой очереди. Наиболее распространенными являются следующие:

1. исчерпывающие или с опустошением, когда прибор отключается от очереди в момент, когда в ней нет сообщений;
2. вентильное, когда прибор отключается от очереди, обслужив все сообщения, находящиеся в ней к моменту подключения прибора к очереди;
3. с ограничением ***κ***, когда прибор отключается от очереди, обслужив в ней не более ***κ*** сообщений (если в системе не осталось сообщений, то прибор отключается, обслужив менее ***κ*** сообщений);
4. ординарное, когда прибор обслуживает по одному сообщению в каждой очереди;
5. Бернулли, когда прибор обслуживает одно сообщение в очереди (если оно там есть), а затем отключается с вероятностью p, и берет следующее с вероятностью 1-р (если сообщений в системе нет, то прибор отключается с вероятностью 1);
6. с сокращением ***κ***, когда прибор отключается от очереди, обслужив ***r*** сообщений, где ***r=min(ξ,κ),*** где ***ξ*** – это число сообщений в очереди в момент подключения к ней прибора.

Обслуживание сообщения в КЛВС эквивалентно передаче пакета, время переналадки прибора с очереди на очередь – времени передачи маркера от одной станции к другой. Имитационное моделирование, учитывающее подробности функционирования КЛВС, показало адекватность этой математической модели.

Наиболее распространенным подходом к анализу функционирования ЛВС является исследование средних значений таких вероятностно-временных характеристик как времена задержки сообщений (заявок), длины очередей, коэффициентов загрузки сообщений и некоторые другие.

**1 Математические модели функционирования несимметричных, многомаркерных КЛВС с конечнымибуферами различной емкости и ординарной дисциплиной обслуживания**

* 1. **Математическая модель функционирования многомаркерной, несимметричной КЛВС с N АС, с k маркерами (1<k<N) и буферами различной емкости**

Рассмотрим несимметричную КЛВС с протоколом маркерного доступа, которая состоит из N абонентских станций, на i-тую АС поступает простейший поток сообщений интенсивности

На каждой АС имеется буфер с емкостью , который служит для отправки сообщений по кольцу, а также есть приемный буфер, который позволяет принимать любое количество сообщений. АС пронумерованы таким образом, что номер АС увеличивается по направлению движения свободных маркеров, причем после прохождения N-ой АС свободный маркер поступает на первую АС. Для передачи сообщений используются k маркеров, 1<k<N.

Буфер на i-той станции назовем полностью свободным, если на АС нет сообщений для передачи и полностью занятым, если на АС имеется сообщений, подлежащих передаче.

Если свободный маркер поступает на свободную АС (не содержащую ни одного сообщения), то он немедленно отправляется на очередную АС. Если маркер поступает на АС, где имеется хотя бы одно сообщение, то немедленно начинается передача имеющихся сообщений в соответствии с дисциплиной обслуживания.

Дисциплина обслуживания – ординарная, т.е. при поступлении маркера на АС обслуживается не более одного сообщения, стоящего в очереди в момент прихода маркера.

Будем считать, что во время передачи сообщения все поступающие на эту АС сообщения, подлежащие передаче, теряются. Т.е. в этом случае на АС, с которой передаются сообщения, происходит блокировка буфера, в котором находились сообщения в момент прихода маркера. Время блокировки равно времени передачи сообщения, находившихся на АС-отправителе в момент прихода маркера.

Время перехода свободного маркера между соседними АС будем считать одинаковым для всех станций и равно δ. Скорость движения сообщения по кольцу такая же, как и скорость движения свободного маркера. Время, необходимое для передачи и приема сообщения в кольце, обозначим через **a**.

Интервал времени между последовательными приходами маркеров на станции равен либо Δ=δ+aпри наличии хотя бы одного сообщения для передачи на АС кольца, либо δ, если ни на одной АС нет ни одного сообщения для передачи.

После того, как АС-адресат приняла сообщение, квитанция о приеме передается по кольцу на АС-отправитель этого сообщения. При получении квитанции о приеме АС-отправитель освобождается от переданного сообщения, отправляет маркер на очередную АС.

* 1. **Математическая модель функционирования многомаркерной, несимметричной КЛВС с буферами , с 3 АС и 2-мя маркерами, с ординарной дисциплиной обслуживания**

Рассмотрим несимметричную КЛВС с протоколом маркерного доступа, которая состоит из 3 абонентских станций, на i-тую АС поступает простейший поток сообщений интенсивности

На первой АС имеется буфер емкостью на второй АС буфер емкостью , на третьей АС буфер , которые служат для отправки сообщений по кольцу, а также есть приемные буфера, которые позволяют принимать любое количество сообщений. АС пронумерованы таким образом, что номер АС увеличивается по направлению движения свободных маркеров, причем после прохождения третьей АС свободный маркер поступает на первую АС. Для передачи сообщений используются 2 маркера.

Буфер на i-той станции назовем полностью свободным, если на АС нет сообщений для передачи и полностью занятым, если на АС имеется сообщений, подлежащих передаче.

Если свободный маркер поступает на свободную АС (не содержащую ни одного сообщения), то он немедленно отправляется на очередную АС. Если маркер поступает на АС, где имеется хотя бы одно сообщение, то немедленно начинается передача имеющихся сообщений в соответствии с дисциплиной обслуживания.

Дисциплина обслуживания – ординарная, т.е. при поступлении маркера на АС обслуживается не более одного сообщения, стоящего в очереди в момент прихода маркера.

Будем считать, что во время передачи сообщения все поступающие на эту АС сообщения, подлежащие передаче, теряются. Т.е. в этом случае на АС, с которой передаются сообщения, происходит блокировка буфера, в котором находились сообщения в момент прихода маркера. Время блокировки равно времени передачи сообщения, находившихся на АС-отправителе в момент прихода маркера.

Время перехода свободного маркера между соседними АС будем считать одинаковым для всех станций и равно δ. Скорость движения сообщения по кольцу такая же, как и скорость движения свободного маркера. Время, необходимое для передачи и приема сообщения в кольце, обозначим через **a**.

Интервал времени между последовательными приходами маркеров на станции равен либо Δ=δ+aпри наличии хотя бы одного сообщения для передачи на АС кольца, либо δ, если ни на одной АС нет ни одного сообщения для передачи.

После того, как АС-адресат приняла сообщение, квитанция о приеме передается по кольцу на АС-отправитель этого сообщения. При получении квитанции о приеме АС-отправитель освобождается от переданного сообщения, отправляет маркер на очередную АС.

* 1. **Математическая модель функционирования многомаркерной, несимметричной КЛВС с N АС, с k маркерами (k=N) и буферами различной емкости**

Рассмотрим несимметричную КЛВС с протоколом маркерного доступа, которая состоит из N абонентских станций, на i-тую АС поступает простейший поток сообщений интенсивности

На каждой АС имеется буфер с емкостью , который служит для отправки сообщений по кольцу, а также есть приемный буфер, который позволяет принимать любое количество сообщений. АС пронумерованы таким образом, что номер АС увеличивается по направлению движения свободных маркеров, причем после прохождения N-ой АС свободный маркер поступает на первую АС. Для передачи сообщений используются k маркеров, k=N.

Буфер на i-той станции назовем полностью свободным, если на АС нет сообщений для передачи и полностью занятым, если на АС имеется сообщений, подлежащих передаче.

Если свободный маркер поступает на свободную АС (не содержащую ни одного сообщения), то он немедленно отправляется на очередную АС. Если маркер поступает на АС, где имеется хотя бы одно сообщение, то немедленно начинается передача имеющихся сообщений в соответствии с дисциплиной обслуживания.

Дисциплина обслуживания – ординарная, т.е. при поступлении маркера на АС обслуживается не более одного сообщения, стоящего в очереди в момент прихода маркера.

Будем считать, что во время передачи сообщения все поступающие на эту АС сообщения, подлежащие передаче, теряются. Т.е. в этом случае на АС, с которой передаются сообщения, происходит блокировка буфера, в котором находились сообщения в момент прихода маркера. Время блокировки равно времени передачи сообщения, находившихся на АС-отправителе в момент прихода маркера.

Время перехода свободного маркера между соседними АС будем считать одинаковым для всех станций и равно δ. Скорость движения сообщения по кольцу такая же, как и скорость движения свободного маркера. Время, необходимое для передачи и приема сообщения в кольце, обозначим через **a**.

Интервал времени между последовательными приходами маркеров на станции равен либо Δ=δ+aпри наличии хотя бы одного сообщения для передачи на АС кольца, либо δ, если ни на одной АС нет ни одного сообщения для передачи.

После того, как АС-адресат приняла сообщение, квитанция о приеме передается по кольцу на АС-отправитель этого сообщения. При получении квитанции о приеме АС-отправитель освобождается от переданного сообщения, отправляет маркер на очередную АС.

Данная модель интересна тем, что любая станция может передавать сообщение (если оно имеется). Это объясняется тем, что количество маркеров совпадает с количеством станций. Это модель имеет также особенности и в виде матрицы переходов из одного периодического класса в другой.

2. **Определение стационарных вероятностей состояний несимметричных, многомаркерных КЛВС**

**2.1 Определение стационарных вероятностей состояний многомаркерной, несимметричной КЛВС с буферами различной емкости, с N АС и k маркерами, с ординарной дисциплиной обслуживания**

Будем рассматривать поведение КЛВС в моменты поступления маркеров на АС. В этом случае изменение состояний КЛВС образуют конечную цепь Маркова.

Под состоянием КЛВС будем понимать состояние всех АС кольца в момент поступления на них маркеров. Каждая АС может находиться всегда в одном из состоянии.

Все состояния КЛВС делятся на N периодических классов, каждый из которых содержит в рассматриваемом случае состояние.

Особенности протокола приводят к тому, что указанная цепь Маркова является неприводимой, периодической с периодом, равным N.

Некоторый j-тый класс (j{1,2,…, N}) соответствует поступлению некоторого фиксированного маркера на j-тую АС. Вероятности переходов из j-того периодического класса в (j+1) – ый образуют () матрицу.

Закодируем состояния КЛВС парами чисел (i, r), i=(), 0.Здесь i определяет класс состояний, т.е. равно номерам тех станций, на которых находятся маркеры, r определяет номер состояния.

Введем обозначение M=() – множество номеров тех станций, на которых находятся маркера, R=(), , l{1,…, N}, - обозначает количество сообщений на l-той АС. Также обозначим через P() – вектор-строку вероятностей состояний КЛВС.

Обозначим через - вероятность того, что за время на i-тую АС не поступит ни одного сообщения; - вероятность того, что за время на i-тую АС поступит m сообщений; - вероятность того, что за время на i-тую АС поступит m и более сообщений.

Так как поток сообщений пуассоновский, то имеем:

=

=

, i{1,2,…, N}

Изучая поведение КЛВС во вложенные Марковские моменты, получим следующую процедуру определения стационарных вероятностей сети.

Теорема. Стационарные вероятности рассматриваемой КЛВС вычисляются из соотношений:

P()=P() A(;)

 (1)

где А - матрица вероятностей переходов из i-того периодического класса в состояние (i+1) – го класса, элементы которой вычисляются по формуле:

a()=++, времена вычисляются по следующим формулам:





а также вероятность перехода равна нулю, если:

1) >0 , Q={1,2,3,…, N}

2)

Доказательство:

P() – вектор-строка вероятностей состояний i-того периодического класса; матрица А размерности , элементами которой являются вероятности переходов из i-того периодического класса в (i+1) – ый.

Вследствие периодичности цепи Маркова если либо (i, j)(N, 1). Из этих рассуждений имеем Р(1)=Р(N)

Р(J)=P (J-1) J{2,3,…, N}, J определяет периодический класс.

J определяет те, станции на которых находятся маркеры в данном периодическом классе, с учетом постановки математической модели любой маркер может переходить только на соседнюю станцию. Это и обуславливает то, что маркер с N-ной станции переходит на первую АС.

Таким образом, учитывая условие нормировки, имеем процедуру (1) определения векторов стационарных вероятностей КЛВС.

Доказано.

Для обоснования правильности формул времени необходимо учитывать следующие положения:

1. если поступает сообщение, а соответствующий буфер занят полностью, то сообщение теряется, и при подсчете поступивших сообщений оно не учитывается;
2. если сообщение не передается, то из данного буфера оно никуда не может исчезнуть, поэтому если при переходе из некоторого состояния в соседнее какое-то сообщение теряется, то вероятность данного перехода равна 0;
3. при передаче сообщения из АС, на которой есть маркер, буфер данной станции блокируется;
4. со станции с маркером может передаваться не более одного сообщения.
5. на тех станциях, на которых нет маркеров, может быть вероятность равна единице в том случае, если в i-том периодическом классе и в (i+1) – вом буфер станции был полностью занят.

2.2 **Определение стационарных вероятностей состояний многомаркерной, несимметричной КЛВС с буферами , с 3 АС и 2-мя маркерами, с ординарной дисциплиной обслуживания**

Будем рассматривать поведение КЛВС в моменты поступления маркеров на АС. В этом случае изменение состояний КЛВС образуют конечную цепь Маркова.

Под состоянием КЛВС будем понимать состояние всех АС кольца в момент поступления на них маркеров. Каждая АС может находиться всегда в одном из состоянии.

Все состояния КЛВС делятся на 3 периодических классов, каждый из которых содержит в рассматриваемом случае 12 состояний.

Особенности протокола приводят к тому, что указанная цепь Маркова является неприводимой, периодической с периодом, равным 3.

Некоторый j-тый класс (j{1,2,3}) соответствует поступлению некоторого фиксированного маркера на j-тую АС. Вероятности переходов из j-того периодического класса в (j+1) – ый образуют матрицу.

Закодируем состояния КЛВС парами чисел (i, r), i=(), 011. Здесь i определяет класс состояний, т.е. равно номерам тех станций, на которых находятся маркера, r определяет номер состояния.

Введем обозначение M=() – множество номеров тех станций, на которых находятся маркера, R=(), , l{1,2,3}, - обозначает количество сообщений на l-той АС. Также обозначим через P() – вектор-строку вероятностей состояний КЛВС.

Обозначим через - вероятность того, что за время на i-тую АС не поступит ни одного сообщения; - вероятность того, что за время на i-тую АС поступит m сообщений; - вероятность того, что за время на i-тую АС поступит m и более сообщений.

Так как поток сообщений пуассоновский, то имеем:

=

=

, i{1,2,3}

Изучая поведение КЛВС во вложенные Марковские моменты, получим следующую процедуру определения стационарных вероятностей сети, которая является частным случаем теоремы из пункта 2.1: стационарные вероятности рассматриваемой КЛВС вычисляются из соотношений:

P (2,3)=P (1,2) A (1,2);

P (3,1)=P (2,3) A (2,3);

P (1,2)=P (3,1) A (3,1);

А – матрица вероятностей переходов из i-того периодического класса в состояние (i+1) – го класса, элементы которой вычисляются по формуле:

a()=

времена вычисляются по следующим формулам:

а также вероятность перехода равна нулю, если:

1) >0 , Q={1,2,3}

2)

Для обоснования правильности формул времени необходимо учитывать следующие положения:

1. если поступает сообщение, а соответствующий буфер занят полностью, то сообщение теряется, и при подсчете поступивших сообщений оно не учитывается;
2. если сообщение не передается, то из данного буфера оно никуда не может исчезнуть, поэтому если при переходе из некоторого состояния в соседнее какое-то сообщение теряется, то вероятность данного перехода равна 0;
3. при передаче сообщения из АС, на которой есть маркер, буфер данной станции блокируется;
4. со станции с маркером может передаваться не более одного сообщения;
5. на тех станциях, на которых нет маркеров, может быть вероятность равна единице в том случае, если в i-том периодическом классе и в (i+1) – вом буфер станции был полностью занят.

В приложении будет предоставлены матрицы переходов для рассматриваемой КЛВС. Обозначение означает, что маркеры находились на первой и второй станциях.

**2.3 Определение стационарных вероятностей состояний многомаркерной, несимметричной КЛВС с буферами различной емкости, с N АС и k=N маркерами, с ординарной дисциплиной обслуживания**

Будем рассматривать поведение КЛВС в моменты поступления маркеров на АС. В этом случае изменение состояний КЛВС образуют конечную цепь Маркова.

Под состоянием КЛВС будем понимать состояние всех АС кольца в момент поступления на них маркеров. Каждая АС может находиться всегда в одном из состоянии.

Все состояния КЛВС делятся на N периодических классов, каждый из которых содержит в рассматриваемом случае состояние.

Особенности протокола приводят к тому, что указанная цепь Маркова является неприводимой, периодической с периодом, равным N.

Некоторый j-тый класс (j{1,2,…, N}) соответствует поступлению некоторого фиксированного маркера на j-тую АС. Вероятности переходов из j-того периодического класса в (j+1) – ый образуют () матрицу. Зафиксируем некоторый маркер и будем рассматривать поведение сети в моменты поступления этого маркера АС.

Закодируем состояния КЛВС парами чисел (i, r), i=(), 0.Здесь i определяет класс состояний, т.е. равно номеру станции, на которой находятся маркеры, r определяет номер состояния.

Введем обозначение M=() – множество номеров тех станций, на которых находятся маркера, R=(), , l{1,…, N}, - обозначает количество сообщений на l-той АС. Также обозначим через P() – вектор-строку вероятностей состояний КЛВС.

Обозначим через - вероятность того, что за время на i-тую АС не поступит ни одного сообщения; - вероятность того, что за время на i-тую АС поступит m сообщений; - вероятность того, что за время на i-тую АС поступит m и более сообщений.

Так как поток сообщений пуассоновский, то имеем:

=

=

, i{1,2,…, N}

Изучая поведение КЛВС во вложенные Марковские моменты, получим следующую процедуру определения стационарных вероятностей сети, которую можно записать в виде:

P()=P() A



где А - матрица вероятностей переходов из i-того периодического класса в состояние (i+1) – го класса, элементы которой вычисляются по формуле:

a()=++,

времена вычисляются по следующим формулам:



а также вероятность перехода равна нулю, если:

1) >0 , Q={1,2,3,…, N}

2)

Для обоснования правильности формул времени необходимо учитывать следующие положения:

1. если поступает сообщение, а соответствующий буфер занят полностью, то сообщение теряется, и при подсчете поступивших сообщений оно не учитывается;
2. если сообщение не передается, то из данного буфера оно никуда не может исчезнуть, поэтому если при переходе из некоторого состояния в соседнее какое-то сообщение теряется, то вероятность данного перехода равна 0;
3. при передаче сообщения из АС, на которой есть маркер, буфер данной станции блокируется;
4. со станции с маркером может передаваться не более одного сообщения.
5. на тех станциях на которых нет маркеров может быть вероятность равна единице в том случае, если в i-том периодическом классе и в (i+1) – вом буфер станции был полностью занят.

**3 Характеристики функционирования несимметричных, многомаркерных КЛВС**

**3.1 Характеристики функционирования многомаркерной, несимметричной КЛВС с буферами различной емкости, с N АС и k маркерами (1<N<k), с ординарной дисциплиной обслуживания**

Следующие характеристики определяют эффективность функционирования рассматриваемой КЛВС:

1. вероятность того, что в сети нет сообщений (все АС свободны) :

Верность данной формулы очевидна, т. к. чтобы в сети не было сообщений, необходимо, чтобы на любой станции не было ни одного сообщения в любом периодическом классе, т.е. при любом расположении маркеров в КЛВС на станциях буфера должны быть пусты.

1. вероятность того, что все АС заняты (т.е. на каждой станции имеется хотя бы одно сообщение) :

Справедливость данной формулы следует из того, что АС занята, когда на ней есть хотя бы одно сообщение, т.е. . Сумма по i от 0 до N-1 означает, что мы любым фиксированным маркером прошли все кольцо и вернулись в начальное состояние.

1. вероятность того, что все АС полностью заняты (т.е. на каждой АС все буфера полностью заняты) :

Справедливость данной формулы следует из того, что АС полностью занята, когда на ней есть ровно сообщений. Сумма по i от 0 до N-1 означает, что мы любым фиксированным маркером прошли все кольцо и вернулись в начальное состояние.

1. среднее число занятых станций :

Выражение означает, что мы суммируем те вероятности при которых на станциях буфер не пустой. Если же на станции нет сообщений для передачи, то индикатор равен 0 и вероятность обнуляется.

1. вероятность того, что l-тая АС занята :

Эта формула справедлива для любой фиксированной АС.

1. коэффициент загрузки l-той АС :

Справедливость данной формулы следует непосредственно из формулы (6) и того факта, что загрузка АС означает разницу между единицей и вероятностью того, что она свободна.

1. среднее время обслуживания сообщений на l-той АС :

Нам необходимо для отыскания этой характеристики посмотреть время обслуживания сообщений в каждом конкретном периодическом классе для заданной АС, очевидность формулы вытекает из предыдущих рассуждений.

1. среднее время обслуживания в сети .

Верность следует из формулы (7).

**3.2 Характеристики функционирования состояний многомаркерной, несимметричной КЛВС с буферами , с 3 АС и 2-мя маркерами, с ординарной дисциплиной обслуживания**

Следующие характеристики определяют эффективность функционирования рассматриваемой КЛВС:

1. вероятность того, что в сети нет сообщений (все АС свободны) :

1. вероятность того, что все АС заняты (т.е. на каждой станции имеется хотя бы одно сообщение) :

1. вероятность того, что все АС полностью заняты (т.е. на каждой АС все буфера полностью заняты) :

1. среднее число занятых станций :

1. вероятность того, что l-тая АС занята :

1. коэффициент загрузки l-той АС :

1. среднее время обслуживания сообщений на l-той АС :



8) среднее время обслуживания в сети :

Верность данных формул была показана в пункте 3.1.

**3.3 Характеристики функционирования состояний многомаркерной, несимметричной КЛВС с буферами различной емкости, с N АС и k=N маркерами, с ординарной дисциплиной обслуживания**

Следующие характеристики определяют эффективность функционирования рассматриваемой КЛВС:

1) вероятность того, что в сети нет сообщений (все АС свободны) :

1. вероятность того, что все АС заняты (т.е. на каждой станции имеется хотя бы одно сообщение) :

1. вероятность того, что все АС полностью заняты (т.е. на каждой АС все буфера полностью заняты) :

5) среднее число занятых станций :

6) вероятность того, что l-тая АС занята :

7) коэффициент загрузки l-той АС :

**Заключение**

Кольцевые локальные вычислительные сети с маркерным доступом широко используются не только в радиоэлектронной и аэрокосмичной промышленности, но также и в современных системах связи. Многомаркерные КЛВС дают возможность передачи информации сразу с нескольких станций одновременно. Кольцевые локальные вычислительные сети (КЛВС) с маркерным доступом являются одним из наиболее распространенных и стандартизированных международными организациями.

Многомаркерные КЛВС с одной линией связи, ординарной дисциплиной обслуживания и конечными буферами в постановке, приведенной в дипломной работе, в известной литературе не встречались.

В дипломной работе разработаны математические модели, описывающие функционирование несимметричных КЛВС с несколькими маркерами, конечными буферами и ординарным обслуживанием сообщений на АС; предложен аналитический аппарат, позволяющий определить вероятности состояний КЛВС из векторно-матричных систем уравнений, выведены формулы для характеристик, описывающих особенности функционирования сетей.

**Список используемых источников**

1. Бакс В. Кольцевые локальные сети с маркерным доступом и их производительность // ТИИЭР. – т. 77, №2. – С. 121–142.
2. Бураковский В.В., Медведев Г.А. Кольцевая локальная сеть с протоколом маркерного доступа // Техника средств связи. Сер. Системы связи. – 1990. – Вып. 7. – С. 9–16.
3. Бураковский В.В., Медведев Г.А. Характеристики локальных вычислительных сетей с протоколами маркерного доступа // Материалы всесоюзной научно-технической конференции Микросистема-92: Тез. докладов. – Томск, 1992. – С. 44–46.
4. Гнеденко Б.В., Коваленко И.Н. Введение в теорию массового обслуживания. – М.: Наука, 1987. – 336 с.
5. Протоколы информационно-вычислительных сетей: Справочник / Под ред. Мизина И.А., Кулешова А.П. – М.: Радио и связь, 1990. – 504 с.
6. Пятибратов А.П., Беляев С.Н., Козырева Г.М. и др. Вычислительные машины, системы и сети: Учебник / Под ред. проф. А.П. Пятибратова. – М.: Финансы и статистика, 1991. – 400 с.
7. Феллер В. Введение в теорию вероятностей и ее приложения. – М.: Мир, 1984. – т. 1. – 527 с.