

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ ОБРАБОТКИ ПОТОКОВ ПРИОРИТЕТНЫХ ТРЕБОВАНИЙ В УЗЛАХ СЕТИ

Исмаилов С.У.¹, Куатбеков Н.А.², Тукубаев З.Б.³

*(Южно-Казахстанский Государственный Университет
им. М.Ауезова и Университет Дружбы народов им.
А.Куатбекова, Казахстан, г.Шымкент)*

В статье дается научный обзор существующих алгоритмов обработки потоков требований в узлах специализированной сети и предлагаются оптимальные методы обработки данных в автоматизированной системе управления связью (АСУС) с подвижными объектами (ПО)

Ключевые слова: автоматизированные системы управления связью, автоматизированные радиосети передачи данных, радиоканалы с замираниями, обслуживания очередей сообщений.

1. Актуальность проблемы и различные подходы к ее решению

Разработка и внедрение автоматизированных радиосетей передачи данных (АРСПД) для управления подвижными объектами (ПО) поставили высокие

1. Исмаилов Серик Умирбаевич - кандидат технических наук, доцент
2. Куатбеков Нурлан Абдумусаевич - кандидат технических наук, профессор
3. Тукубаев Зухирхан Бейсекович - кандидат технических наук, доцент (tukubaev1945@mail.ru).

требования (к быстродействию - времени доставки сообщений, надежности- вероятности доставки сообщений) при заданных условиях.

При этом, радиоканалы с замираниями (ДКМ,УКВ,ДВ) в большинстве случаев, используются в классе 1, 2 (в стартстопном режиме), и очень редко, в синхронном (до 6 класса).

Низкие и средние скорости передачи сообщений приводят в узлах обработки сообщений (в ретрансляторах и береговых радиоцентрах) к образованию очередей сообщений на передачу по этим каналам.

Такая же ситуация возникает в узлах выхода нескольких локальных сетей через маршрутизатор в глобальную сеть; поскольку локальные сети имеют большое быстродействие (около 10-100 мбит/с), а исходящий канал выхода в глобальную сеть T1 канал имеет скорость передачи $V=1,544$ мбит/с.

Такой случай может быть, когда администратор сети управляет удаленным маршрутизатором или клиент работает с сеансом Telnet.

При этом, администратор для работы в интерактивном режиме (или в режиме PB) должен управлять маршрутизаторами для организации обслуживания потоков в заданном направлении.

В таких случаях предусмотрены различные режимы обслуживания очередей сообщений в маршрутизаторе.

В заголовке дейтаграммы в поле “Тип сервиса” (Type of Service) указываются приоритеты сообщения и тип сервиса; приоритеты изменяются от 0 до 7; а тип сервиса имеет 5 уровней; например, обслуживание с минимальной задержкой (код 1000-Minimize delay), обслуживание с максимальной надежностью (код 0010-maximize

1. Исмаилов Серик Умирбаевич - кандидат технических наук, доцент
2. Куатбеков Нурлан Абдумусаевич - кандидат технических наук, профессор
3. Тукубаев Зухирхан Бейсекович - кандидат технических наук, доцент (tukubaev1945@yandex.ru).

rellacility), нормальное обслуживание (код 0000-Normal servise/) и т.д.

Тип сервиса указывается в поле IP precedence; обычно, это поле игнорируется.

В Документе RFK 1812 содержатся требования к маршрутизаторам.

При анализе поля IP Precedence (если оно не игнорируется) маршрутизатор принимает одно из трех решений: выбор маршрута, организация очереди, запрос параметров качества от нижележащих сетей.

Высокими приоритетами обладают дейтаграммы или фрагменты дейтаграмм, пакеты служебной информации и др., которые могут привести к петлям маршрутизации.

В Документе RFK 1812 можно найти рекомендации, оставляющие широкое поле деятельности конкретным производителям.

Это дает возможность поиска новых более эффективных методов и алгоритмов обслуживания очередей.

В современных маршрутизаторах реализованы некоторые алгоритмы обслуживания очередей; например, в маршрутизаторах Cisco Systems реализованы следующие дисциплины обслуживания очередей; очередь типа FIFO ("First Input-First Output" "Первым пришел, первым обслуживается"), очередь типа RED (Random Early Detection), WRED - Weighted RED, очередь с приоритетами, настраиваемые очереди, настраиваемые взвешанные справедливые WFQ.

Алгоритм FIFO является основополагающим в технологии организации очередей. Алгоритм простой, но неоптимальный.

Основной недостаток в том, что не позволяет ввести

1. Исмаилов Серик Умирбаевич - кандидат технических наук, доцент
2. Куатбеков Нурлан Абдумусаевич - кандидат технических наук, профессор
3. Тукубаев Зухирхан Бейсекович - кандидат технических наук, доцент (tukubaev1945@yandex.ru).

несколько уровней качества обслуживания; переполнение очереди приведет к потере пакетов во всем трафике.

Например, при передаче файла по протоколу FTP возможен разрыв сеанса из-за замедления передачи по причине одновременной передачи файла. Это наиболее вероятный недостаток.

Второй недостаток, при переполнении очереди может быть потеряны пакеты от всех смешанных потоков трафика.

Это приведет к повторной передаче всех проходящих потоков протокола TCP, что, в свою очередь, приведет к всплескам трафика.

В этих условиях алгоритмы TCP “медленный старт” и “предотвращение перегрузки” могут не помочь. Такие синхронные волны трафика приводят к переполнению на многих маршрутизаторах.

Увеличение объема очередей приводит к следующим недостаткам;

1/ увеличивает флуктуации трафика сети, что требует наличия большого объема буфера на принимающей стороне.

2/ При больших промежуточных очередях невозможно выполнять требования трафика реального времени.

3/ При переполнении очередь освобождается не с начала, а с конца.

Таких недостатков лишена дисциплина обслуживания RED; в RED за интервал управления очередью, если средняя длина очереди превосходит некоторый порог, то отбрасывается один из пакетов, который выбирается случайно. Этот метод создан для TCP.

Алгоритм RED создан для протоколов негарантирующий доставку пакетов. Далее, срабатывает

1. Исмаилов Серик Умирбаевич - кандидат технических наук, доцент
2. Куатбеков Нурлан Абдумусаевич - кандидат технических наук, профессор
3. Тукубаев Зухирхан Бейсекович - кандидат технических наук, доцент (tukubaev1945@yandex.ru).

механизм TCP; протоколы “медленный старт” и “предотвращение перегрузки”, которые временно уменьшают скорости потоков; т.е. RED не управляет перегрузками, а предотвращает их.

Таким образом, в TCP сброшенные пакеты снова передаются, что может привести к лавинообразному росту пакетов в сети.

А в протоколе UDP и в некоторых приложениях (передача в PMB аудио и видео информации) повторная передача не производится.

Во WRED – взвешанном случайном обнаружении для каждого приоритета используется индивидуальная граница глубины очередей; т.е. для более высокого приоритета выбирается более высокая глубина очереди. Таким образом, пакеты с более высоким приоритетом имеют более высокий шанс остаться в очереди.

При этом, при настройке можно установить минимальное и максимальное значений глубины очередей и плотность отсеиваемых пакетов; под плотностью отсеивания понимается интервал, через который выбирается пакет для отсеивания.

Например, Cisco 1601 (config_if) $\neq$ random detect precedence 0 15 35 10, отсеивается 1 из 10 пакетов; приоритет меняется от 0 до 7; в данном примере приоритет 0 (первая цифра).

Вторая цифра (15) и третья цифра (35) показывают минимальное и максимальное значения границ глубины очереди (в пакетах).

При этом, если $L_{sr} < 15$, пакеты не отбрасываются; а если $L_{sr} > 15$ начинается отбрасывание пакетов все более агрессивном темпе с увеличением длины очереди; а при $L_{sr} > 35$ – отбрасываются все пакеты указанного

1. Исмаилов Серик Умирбаевич - кандидат технических наук, доцент
2. Куатбеков Нурлан Абдумусаевич - кандидат технических наук, профессор
3. Тукубаев Зухирхан Бейсекович - кандидат технических наук, доцент (tukubaev1945@yandex.ru).

приоритета.

Маршрутизаторы, использующие исходные каналы $V < 512$ кбит/с – являются хорошими претендентами на качество обслуживания.

При использовании стратегии с приоритетами выделяется 4 уровня очередей; с высоким уровнем приоритета, средним, нормальным и низким уровнем приоритетов.

По заданным критериям на маршрутизаторе реализуется классификатор, который разделяет потоки по 4 приоритетам.

Критериями могут быть: размер пакета в байтах, номера портов в протоколе TCP/UDP, № интерфейса (куда поступили пакеты), правил (заданных стандартных и расширенных списках доступа – standard or extended acces list) и т.д.

Администратор может управлять удаленными маршрутизаторами по протоколу Telnet.

При этом, создается список приоритетов, который привязывается маршрутизатору с помощью команды priority-group.

Маршрутизатор по этому списку определяет приоритет пакета, который записывается в раздел заголовка “Тип сервиса”.

Маршрутизатор циклически освобождает очереди; при этом, он может освободить из высокоприоритетных очередей больше байтов, чем из низкоприоритетных.

В отличие от приоритетной очереди, настраиваемые обслуживаются по алгоритму с названием: round-robin-fashion.

Настраиваемое обслуживание отличается от приоритетного тем, что параметр глубины очереди можно

1. Исмаилов Серик Умирбаевич - кандидат технических наук, доцент
2. Куатбеков Нурлан Абдумусаевич - кандидат технических наук, профессор
3. Тукубаев Зухирхан Бейсекович - кандидат технических наук, доцент (tukubaev1945@yandex.ru).

изменить при настройке; таким образом, чтобы из высокоприоритетных пакетов отбрасывалось меньшее количество байтов, чем из низкоприоритетных. Также параметр приоритета задается при настройке очереди.

Для настройки таких очередей используется команда `queue-list` [1].

Настраиваемые очереди наиболее эффективны на **низкоскоростных каналах** связи, где задержка и борьба за полосу пропускания являются правилом.

При настройке очередей с приоритетами не существует абсолютно жесткого регламента на установку лимита глубины очереди.

В основном, в маршрутизаторах Cisco Systems оптимальные значения очередей задаются по умолчанию; при этом, не следует изменять эти значения. Особенно, если настройка очередей не является определяющим при достижении требуемого качества обслуживания.

Если иногда отбрасываются пакеты из низкоприоритетных очередей, то можно несколько уменьшить глубину очереди; например, на $5 \div 10$ пакетов.

В случае настраиваемых и приоритетных очередей администратор может вручную настраивать список классификации для идентификации различного трафика. В современных сетях передачи данных используются следующие типы очередей:

- CBQ- Class Based Queuing; подход, при котором поток делится на несколько классов; каждый класс имеет собственную очередь, которому выделяется часть полосы пропускания канала.
- WFQ- частный случай CBQ- взвешанная справедливая очередь, к классам соответствуют

1. Исмаилов Серик Умирбаевич - кандидат технических наук, доцент
2. Куатбеков Нурлан Абдумусаевич - кандидат технических наук, профессор
3. Тукубаев Зухирхан Бейсекович - кандидат технических наук, доцент (tukubaev1945@yandex.ru).

независимые потоки; при этом, к каждому классу соответствует одна очередь FIFO, которому отводится некоторая часть полосы пропускания.

При этом, происходит перераспределение полосы пропускания между потоками.

Выделение дополнительной пропускной способности для больших потоков позволяет уменьшить задержку при их обработке.

WFQ является усовершенствованием очереди FQ (Fair Queuing) справедливая организация очереди. Этот алгоритм разбивает потоки на группы и назначает приоритет каждой группе потоков в зависимости от того, какую часть полосы пропускания они используют.

При этом, группы которые требуют меньшую полосу пропускания получают более высокий приоритет; например, интерактивный трафик или трафик PMB.

В процессе настройки списка классификации можно определить также максимальное время обслуживания исходя из директивных сроков старения пакетов и MTU.

Также можно определить функции потери важности (или ценности – ФТП или ФПЦ) информации.

Если не удастся определить ФПВ, то можно брать линейную функцию.

Рекомендуется следующая методика выбора стратегий очередей :

- Определить, находится ли канал связи с глобальной сетью загруженным;
- Насколько строгое требование к делению трафика по приоритетам; если нет, то можно брать 2 типа: приоритетный и неприоритетный (нормальный);

1. Исмаилов Серик Умирбаевич - кандидат технических наук, доцент

2. Куатбеков Нурлан Абдумусаевич - кандидат технических наук, профессор

3. Тукубаев Зухирхан Бейсекович - кандидат технических наук, доцент (tukubaev1945@mail.ru).

- Необходим анализ трафика; для этого необходимо выделить основные признаки классификации трафика; сюда можно отнести и ФПВ;
- Исходя из вышеопределенных признаков (и ФПВ) можно определить относительные признаки.
- Стратегия очередей определяется исходя из результатов проведенного анализа трафика и определенных приоритетов; если установлена ФПВ, то отпадает определение относительных приоритетов.
- Необходимо определить насколько терпим выделенный трафик к задержкам; если установлена ФПВ, то этот вопрос снимается.

Во всех рассмотренных вопросах не учитываются ФПВ или ФПЦ, также директивные сроки старения (ДСС) информации; которые могут быть установлены самими потребителями информации или можно установить некоторые условные стандарты на используемые типы трафика по определению ФПВ и ДСС.

При использовании ФПВ и ДСС выше рассмотренные вопросы решаются намного легче, а некоторые – просто отпадают.

В настоящей работе **разработан эвристический алгоритм динамического упорядочения** (расписания очередей) быстростареющих потоков во входной очереди, т.е. динамическое расписание очередей страющих требований.

Выше были рассмотрены алгоритмы организации очередей на маршрутизаторах сетей.

Во вновь разрабатываемых и совершенствуемых

1. Исмаилов Серик Умирбаевич - кандидат технических наук, доцент
2. Куатбеков Нурлан Абдумусаевич - кандидат технических наук, профессор
3. Тукубаев Зухирхан Бейсекович - кандидат технических наук, доцент (tukubaev1945@yandex.ru).

автоматизированных радиосетях передачи данных (АРСПД) по ДКМ радиоканалам (РК) для управления удаленными подвижными объектами (ПО) на всех уровнях иерархии управления, адаптации и автоматизации (на сетевом уровне, на уровне ретрансляторов, приемо-передающих радиоцентров, центров коммутации, на уровне управления АФУ, модемами, цифровыми фильтрами обработки сигналов и т.д.) применяются **микропроцессорная техника с алгоритмами ее управления, адаптации и автоматизации** [2].

В настоящее время построена **АСУС интеллектуального поколения**, где во всех уровнях управления используются интеллектуальные системы **в виде экспертных систем** [3,4].

Последние наиболее эффективны в управлении, поскольку имеют огромный запас знаний, который непрерывно обновляется в процессе функционирования.

К основным задачам АСУС ДКМ радиосетью можно отнести:

Планирование структуры сети, формирование требуемой конфигурации сети, обработку и перераспределение информации, поступающей из подсистем, диспетчирование заявок и распределение ресурсов и т.д.

В базах знаний интеллектуальных систем (БЗИС) осуществляется сбор информации о состоянии сети и среды распространения сигналов (радиоканалов), на основе которой АСУС2 производит адаптацию сети к различным помеховым ситуациям, к нестационарности потоков заявок и т.д.

Широкое внедрение интеллектуальных систем (ИС) во всех уровнях управления привело к **децентрализации**

1. Исмаилов Серик Умирбаевич - кандидат технических наук, доцент
2. Куатбеков Нурлан Абдумусаевич - кандидат технических наук, профессор
3. Тукубаев Зухирхан Бейсекович - кандидат технических наук, доцент (tukubaev1945@mail.ru).

обработки данных и принятия решений по управлению.

Основной причиной децентрализации управления в АСУС2 является распределенная структура сети и распределенный характер функционирования сети в реальном времени (РВ).

С одной стороны, этому также способствует внедрение микропроцессорных интеллектуальных систем с большими возможностями (быстродействие, объем памяти до нескольких гигабайт) во всех точках управления; с другой стороны, все возрастающее требования к надежности, живучести и производительности систем.

В настоящее время в наиболее перегруженных участках сети используются высокопроизводительные ЭВМ с **кластерной архитектурой организации процессов обработки и базы данных** [4-6], что *неограниченно повышают надежность и живучесть сетей.*

Последние являются основными показателями эффективности АРСПД.

Такие ВС используются также в современных серверах Интернет.

Такие ВС могут использоваться различных формах: с разделением нагрузки и с разделением функций.

В системах с разделением нагрузки общий поток нагрузок распределяется между различными МП в зависимости от состояния; например, от состояния их загрузки или входной очереди заявок, состояния отказа или частичной потери функции и т.д.

Принцип разделения источников нагрузки привел к построению **модульных адаптивных средств связи**, где в одном модуле происходит интеграция управляемых средств радиоборудования и управляющее оборудование.

1. Исмаилов Серик Умирбаевич - кандидат технических наук, доцент

2. Куатбеков Нурлан Абдумусаевич - кандидат технических наук, профессор

3. Тукубаев Зухирхан Бейсекович - кандидат технических наук, доцент (tukubaev1945@yandex.ru).

Модульное построение адаптивных средств радиосвязи обладает высокой надежностью, помехозащищенностью, способностью децентрализации, компактностью, меньшим количеством внешних связей;

Последние дают возможность быстрой реконфигурации и адаптации структуры систем и сетей радиосвязи.

В АСУС радиосвязью использование организации мультипроцессорных систем на основе динамического распределения функции с использованием частично работоспособных состояний процессоров, позволяют значительно повысить надежность и производительность систем .

В адаптивных системах ДКМ радиосвязи **адаптация** достигается **изменением конфигурации системы обработки и их алгоритмов, перераспределением ресурсов обработки и перераспределением заданий** при нестационарностях потоков заданий и сбоях или отказах аппаратуры. Такая адаптация относится к **внутренней** [2].

Некоторые авторы при построении адаптивных систем ДКМ связи вычислительные системы рассматривают не только как средство адаптации, а их рассматривают как объект адаптации, т.е. сами ВС адаптируются к внешним условиям.

Кластерная организация обмена информации между процессорами серверов дает возможность гибкого регулирования производительности системы и добиться нужной производительности.

При этом, **производительность повышается** путем подключения к кластеру серверов с помощью специальных аппаратурных и программных интерфейсов [5].

1. Исмаилов Серик Умирбаевич - кандидат технических наук, доцент

2. Куатбеков Нурлан Абдумусаевич - кандидат технических наук, профессор

3. Тукубаев Зухирхан Бейсекович - кандидат технических наук, доцент (tukubaev1945@yandex.ru).

Кластеризация позволяет управлять группой серверов как одной системой; при этом, можно обеспечить требуемую производительность и надежность.

При кластерной организации ВС основной проблемой остается **организация распределения входного потока информации**, т.е. диспетчирования потоков информации, от чего в большей степени зависит общая производительность и надежность ВС при относительно низкой стоимости, легкой масштабируемости (изменение структуры ВС, возможность наращивания вычислительной мощности), удобство управления и контроля ВС.

Но при этом, **выбор алгоритмов перераспределения нагрузок между серверами остается вопросом исследования.**

Вопросам диспетчеризации нестационарных потоков различного рода посвящены много работ; остановимся на наиболее важных и перспективных.

В работах Чуркина В.И. [6] разработан метод ситуационной диспетчеризации неоднородного потоков задач в вычислительных комплексах, маршрутизации и ограничения неоднородных потоков в сетях коммутации сообщений (пакетов). При этом, рассмотрены линейные функции ценности (ФПВ) и функции специального вида.

Критерием оценки является максимизация вероятности обслуживания (доставки) требований за установленное время.

Предполагается, что все потоки – пуассоновские и по сети передаются функции от задержек требований в виде кусочно-линейной функции.

Недостатками можно считать, то что в маршрутизаторах устанавливаются относительные приоритеты исходя из типа и других параметров сообщений .

1. Исмаилов Серик Умирбаевич - кандидат технических наук, доцент
2. Куатбеков Нурлан Абдумусаевич - кандидат технических наук, профессор
3. Тукубаев Зухирхан Бейсекович - кандидат технических наук, доцент (tukubaev1945@yandex.ru).

Для каждого типа приоритетных сообщений можно построить некоторые стандартные функции потери важности (ФПВ) и ФПЦ – функции потери ценности.

При этом, критерием выбран максимальные вероятности доставки требованиям; Тогда как в таких случаях лучше было бы брать обобщенный критерий суммарного штрафа, который можно вычислить по ФПВ и ФПЦ.

Последние рассматриваются в настоящей работе:

- Перераспределение нестационарных приоритетных потоков заявок в многомашинной (кластерной) вычислительной системе (ММВС);
- Упорядочение (расписание) быстростареющих заявок во входной очереди (на выходе в магистральный канал).

В узлах обработки (береговом РЦ и в ретрансляторах) имеются динамические базы данных или знаний с кластерной организацией памяти.

Такая же картина наблюдается также в файловых серверах с кластерной архитектурой, где во входе каждой БД образуется очередь заявок.

2. Основные требования и критерий оценки эффективности многомашинных систем обработки данных

В современных автоматизированных и адаптивных радиосетях передачи данных (ААРСПД) растет необходимость в разработке методов, способов и алгоритмов, обеспечивающих нормальное функционирование радиосети в условиях непрерывного изменения ее параметров (нестационарность процессов и

1. Исмаилов Серик Умирбаевич - кандидат технических наук, доцент
2. Куатбеков Нурлан Абдумусаевич - кандидат технических наук, профессор
3. Тукубаев Зухирхан Бейсекович - кандидат технических наук, доцент (tukubaev1945@yandex.ru).

потоков данных, характер внешних помех и др.), в условиях полной или частичной неопределенности, а также в условиях развития и наращивания (расширения структуры) радиосети.

В этих условиях большое значение имеет создание системы управления, на которую возлагаются задачи по оптимальному распределению нагрузки и рациональному использованию технических ресурсов радиосети. В связи с возрастанием сложности систем телекоммуникации, включением вычислительных систем в состав радиосети ПД, имитационное моделирование приобретает все большее значение и часто является единственным методом исследования характеристик таких систем.

Важным этапом построения различных сложных систем управления (СУ) является **построения математических моделей**, описывающих процессы в исследуемых объектах. В условиях повышения сложности систем оптимального управления (СОУ), присутствия случайных возмущений в СОУ и помех измерений, зачастую нет возможности построения аналитических моделей управления.

Необходимо для этих целей построение алгоритмов и программ стохастического управления [7].

Выбор метода и ПО: Эффективность исследований в значительной степени зависит от выбора языка моделирования и его программного обеспечения (ПО). Современные требования к программным средствам предполагает также наличие языков спецификаций для упрощения постановки задач, описания функционирования системы и улучшение взаимопонимания между программистом и проектировщиком (схема действий СПАЛМ, математическое моделирование).

1. Исмаилов Серик Умирбаевич - кандидат технических наук, доцент
2. Куатбеков Нурлан Абдумусаевич - кандидат технических наук, профессор
3. Тукубаев Зухирхан Бейсекович - кандидат технических наук, доцент (tukubaev1945@yandex.ru).

Основные требования к многомашинным СОД в ААРСПД с подвижными объектами.

В существующих ААРСПД с ПО к процессу доставки сообщений предъявляются множество требований, в числе которых основным является поддержание ВВХ и характеристик технического обслуживания (ТО).

Исследование модели в классе регулярных однородных графов позволяет снизить размерность и облегчить реализуемость алгоритмов распределения потоков данных и ресурсов.

Также при этом, можно учитывать дополнительные затраты и время задержки, вносимой подсистемой обслуживания.

В некоторых случаях множество требований можно выразить через обобщенный критерий оценки функционирования.

Когда в СОД обрабатываются разнородные потоки с различными показателями (срочности, объемами, требованиями к достоверности и ВВХ передачи потоков), требуемые характеристики обеспечиваются (требования к передаче данных) использованием соответствующих трактов передачи и алгоритмов организации связи с заданной надежностью.

Учет старения сообщений при назначений приоритетов явился бы наилучшим решением задачи оптимальной (диспетчеризации) обслуживания.

Поэтому в настоящей работе разработан и предлагается алгоритм диспетчеризации заявок с динамическими приоритетами [7,9-13].

Проведена сравнительная оценка алгоритма диспетчеризации по величине сохранения ценности. При этом, показано, что максимально достижимое качество

1. Исмаилов Серик Умирбаевич - кандидат технических наук, доцент
2. Куатбеков Нурлан Абдумусаевич - кандидат технических наук, профессор
3. Тукубаев Зухирхан Бейсекович - кандидат технических наук, доцент (tukubaev1945@yandex.ru).

обслуживания может быть вычислено методом перебора вариантов.

Для многоканальной СМО предлагается критерий эффективности системы вида [6]:

$$F(\bar{\mu}), \bar{\mu} = (\mu_1, \dots, \mu_k),$$

$$F = \sum_i^k C_i \lambda_i t_{ож\ i} + \frac{b_i \mu_i}{36 \cdot 10^6} K_i^{np},$$

где C_i - штраф за ожидание 1с у i -го прибора,

- b_i - стоимость за 1с работы i - прибора,

- μ_i - интенсивность обслуживания;

- $t_{ож\ i}^{ср}$ - среднее время ожидания начала обслуживания,

- λ_i - среднее число заявок в единицу времени на i – приборе: $36 \cdot 10^6 = 10000$ час.

Такая СМО позволяет получить аналитическое решение при допущении, что потоки, поступающие в систему – пуассоновские, а время обслуживания распределено по экспоненциальному закону.

Задачей оптимизации рассматриваемой СМО является минимизация F при заданных λ_i , ограничениях $\lambda_i / \mu_i < 1$ и выбора параметров μ_i , т.е.

$$F = \sum_i F(\mu_i), F(\mu_i) = C_i \lambda_i t_{ож\ i} + \frac{b_i \mu_i}{36 \cdot 10^6} K_i^{np}.$$

Эффективным подходом является по координатной оптимизация с использованием алгоритмов для одномерной функций.

Такая задача является многоэкстремальной задачей

1. Исмаилов Серик Умирбаевич - кандидат технических наук, доцент
2. Куатбеков Нурлан Абдумусаевич - кандидат технических наук, профессор
3. Тукубаев Зухирхан Бейсекович - кандидат технических наук, доцент (tukubaev1945@mail.ru).

оптимизации одномерной функций.

В настоящей работе в качестве примера для моделирования были выбраны $K=5$ (количество каналов обслуживания), $\lambda_i=2$,

$$i = \overline{1,5}, C_i = 0.05_штраф_за_ожидание \\ b_i = 999руб.стоимость\ раб.$$

При таких параметрах определяется: $\min F(\mu_i)$.

Показателем точности алгоритма оптимизации использовалась величина:

$$\varepsilon = \frac{\|\hat{\mu}^* - \hat{\mu}'\|}{\|\hat{\mu}^*\|}, \text{ где } \hat{\mu}' - \text{оптимальное значение } \mu_i,$$

полученное путем имитационного моделирования,

$\hat{\mu}^*$ - значение, минимизирующее F (аналитическое выражение).

Большинство аналитических моделей СМО разработаны для небольших, несложных систем и при различных допущениях о характере потоков и интенсивности обслуживания.

Поэтому имитационное моделирование с оптимизацией является наиболее подходящим средством для анализа и проектирования сложных систем ПД, которым является рассматриваемая ААРСПД.

Развитые средства для имитационного моделирования дают языки ПАЛМ и СИМУЛА; это особенно заметно, когда количество переменных параметров большое и характер взаимосвязи компонентов сложен [6].

ПАЛМ сокращает трудозатраты на порядок, т.к. имеет мощные стандартные (встроенные) типичные модели, схемы обслуживания потоков сообщений.

1. Исмаилов Серик Умирбаевич - кандидат технических наук, доцент
2. Куатбеков Нурлан Абдумусаевич - кандидат технических наук, профессор
3. Тукубаев Зухирхан Бейсекович - кандидат технических наук, доцент (tukubaev1945@yandex.ru).

В настоящей работе использован язык ПЛ/1.

Критерий для выборки заявок на обслуживание

В динамических приоритетных системах массового обслуживания заявок приоритет назначается в соответствии со значением критерия, задающего порядок выбора на обслуживания из очереди.

Критерием для оценки диспетчера можно выбрать суммарный штраф .

В настоящей работе предлагается критерий, который приводится ниже.

При этом, оценка качества очереди производится по значению критерия -

$$P_i(t) = K_1 P_i + K_2 D_{ui} + K_3 T_i = f(K_i P_i, K_i D_i, K_i T_i),$$

где:

$P_i(t)$ - суммарный штраф за нарушение директивных сроков;

K_i – весовые коэффициенты; P_i – приоритеты; D_i – директивные сроки;

T_i – длительности сообщений.

В настоящем алгоритме при выборе места в очереди учитываются только те сообщения, которые уже находятся в очереди, т.е. производится обработка порциями.

А расписания для заявок может рассчитываться заранее до начала обслуживания для порции заявок с заданными функциями потери важности –ФПВ.

Для группы из N заявок суммарный штраф определяется следующим образом.

Предполагается, что очередь достаточно длинная и что можно разбивать ее на порции (пакеты).

При этом, суммарный штраф S_N для N заявок

1. Исмаилов Серик Умирбаевич - кандидат технических наук, доцент
2. Куатбеков Нурлан Абдумусаевич - кандидат технических наук, профессор
3. Тукубаев Зухирхан Бейсекович - кандидат технических наук, доцент (tukubaev1945@mail.ru).

можно определить по формуле: $S_N = \sum_i^N \text{Sign}(T_i - D_i) / P_i$,

где : $P_i(t) = \frac{df_i}{dt}$, $f(t)$ – ФПВ заявок;

T_i – момент окончания обслуживания; D_i – директивный срок i - заявки.

ФПВ, в большинстве случаев зависит от характера старения заявки или характера потери ценности заявки. Часто ФПВ имеет степенную форму, т.е. $C * t^2$, где C – некоторая константа.

Например, если ФПВ задается в форме $f(t) = t^2 / D_i^2$, то динамический приоритет имеет такую форму:

$$P_i(t) = \frac{df(t)}{dt} = \frac{2t}{D_i^2}.$$

При СМО с ограничением $Ct^2|_{t=D} = 1$ имеем $CD^2 = 1$, откуда: $C = 1 / D^2$.

В текущий момент времени на обслуживание выбирается заявка с максимальным значением приоритета $P_i(t)$.

В алгоритмическом языке СПАЛМ выбор заявки производится по максимальному значению :

$\max\{(T - E) / (D - E)\}$, где E – момент поступления заявки, а D – время доставки сообщения, T – текущее время.

$$S_j = \sum_{i=1}^j \text{Sign_max}(0, T_i - D_i) / f_i - \text{суммарный штраф}$$

для очереди длины j ,

1. Исмаилов Серик Умирбаевич - кандидат технических наук, доцент
2. Куатбеков Нурлан Абдумусаевич - кандидат технических наук, профессор
3. Тукубаев Зухирхан Бейсекович - кандидат технических наук, доцент (tukubaev1945@yandex.ru).

$$S = \sum_{j=2}^N S_j / N - \text{средний штраф за 1 заявку.}$$

В таких случаях, когда использование нелинейных функции (например, для ФПВ, для ФПЦ для вероятности своевременной доставки и др.) неудобно или не представляется возможным, то в таких случаях можно использовать стандартные средства программного обеспечения, ориентированные на постоянные (фиксированные) приоритеты; при этом, значения ФПВ квантуются по уровням и эти значения квантов сопоставляются с ближайшими значениями постоянных приоритетов.

Крутизна ФПВ увеличивается с приближением директивного срока доставки сообщений.

Блок-схема алгоритма и результаты моделирования СМО с динамическими приоритетами приведены ниже в настоящей работе.

При этом, программа пересчета приоритета запускается через определенный интервал времени.

Учет процесса старения в литературе представляется по-разному; например, Зелигер Н.Б. [6] вероятность своевременной доставки информации P_c представляется через параметр старения γ сообщения следующим образом: $P_c = (\mu - \lambda) / (\mu - \lambda + \gamma)$.

А в работе Захарова Г.П. [6] вероятность P_c выражается через допустимое время задержки T_d сообщения таким образом: $P_c = 1 - e^{(\lambda - \mu)T_d}$; при этом, при достижении времени T_d сообщение теряет ценность.

В работе Клейнрока Л. [6] функция ценности $\phi(t)$

1. Исмаилов Серик Умирбаевич - кандидат технических наук, доцент
2. Куатбеков Нурлан Абдумусаевич - кандидат технических наук, профессор
3. Тукубаев Зухирхан Бейсекович - кандидат технических наук, доцент (tukubaev1945@yandex.ru).

определяется по величине параметра старения γ сообщения таким образом: $\varphi(t) = \gamma * e^{-\gamma t}$.

Функции потери важности (ФПВ) или функции важности (ФВ) сообщений формируется следующим образом.

Класс функции $C * t^2$ разбивается на подклассы в зависимости от D_i . Все дальнейшее функционирование алгоритма опирается на эти функции.

На сетях связи имеет место взаимное влияние качества работы одних участков сети на другие.

В условиях использования обходных направлений при больших размерностях сети оптимизация схем направлений ручными способами невозможно.

Применение же точных традиционных методов приводит к неразрешимости задачи из-за большего объема памяти и машинного времени.

В то же время при помощи эвристических алгоритмов и программ их реализации можно значительно уменьшить трудозатраты на сети.

А методы динамического управления обеспечивают защиту транзитных узлов от перегрузки при введении обходных направлений.

Обходные же направления позволяют уменьшить процент отказов, повысить надежность сети.

Основной целью работы является увеличение эффективности за счет изменения схем направлений без увеличения объема используемого оборудования.

Для получения такого же эффекта без оптимального перераспределения потребовалось бы значительное количество каналов и коммутационного

1. Исмаилов Серик Умирбаевич - кандидат технических наук, доцент
2. Куатбеков Нурлан Абдумусаевич - кандидат технических наук, профессор
3. Тукубаев Зухирхан Бейсекович - кандидат технических наук, доцент (tukubaev1945@yandex.ru).

оборудования.

3. Алгоритмы прогнозирования интенсивностей нестационарных потоков заявок.

В узлах обработки АРСПД ДКМ радиосети связи нагрузки имеют нестационарный характер и узел связи можно рассматривать как нестационарная система массового обслуживания –НСМО.Выше было показано, что наиболее эффективным алгоритмом адаптации является алгоритм управления потоками с прогнозом их интенсивностей.

Модель для предсказания величины нагрузки на такт вперед должна удовлетворять следующим требованиям:

- Прогнозные значения должны выдаваться оперативно, т.к. рассматриваются задачи управления с упреждением, где оценки должны получаться в реальном времени. Получение оценок количества поступлений заявок должно быть завершено до начала очередного такта управления.

Методика оценки объема вычислений или времени затрачиваемое на различные операции для реализации 1 шага фильтрации была разработана автором для различных модификации фильтра Калмана.

- Обладать достаточной для практики точностью.

Если имеется некоторая априорная информация о распределении моментов поступления заявок, то можно аналитически оценить точностные характеристики прогнозирующей модели исходя из данных о дисперсии шумов возмущений и измерений при известной структуре стохастической системы.

В противном случае придется оценить точность алгоритма прогнозирования косвенными способами,

- 1.Исмаилов Серик Умирбаевич - кандидат технических наук, доцент
2. Куатбеков Нурлан Абдумусаевич - кандидат технических наук, профессор
3. Тукубаев Зухирхан Бейсекович - кандидат технических наук, доцент (tukubaev1945@yandex.ru).

например, путем сравнения результатов различных алгоритмов.

Для фильтрации и предсказания нестационарных процессов можно применить алгоритм МГУА- (метод группового учета аргументов) селекции временных рядов (перцептрон).

В настоящей работе для прогнозирования использованы следующие алгоритмы: ПСО (прогнозирование со скользящим окном), линейное предсказание, учитель Калмана (рекуррентный).

ПСО является обобщением алгоритма Калмана; предполагает предварительное построение модели и работает без дальнейшей настройки коэффициентов модели.

Синтез ПСО модели выполняется следующим образом:

Априорный временной ряд делится на обучающую и экзаменационные части и обрабатываются модели различной глубины памяти и различной величины упреждения.

Среди них отбирается та, которая имеет наименьшее СКО - среднеквадратическое отклонение.

Алгоритм линейного предсказания экстраполирует функцию нестационарной интенсивности по фиксированному количеству K скользящих интервалов.

Данным последнего интервала придется относительно большой вес.

Оценка значения прогнозируемой величины дается формулой взвешенной суммы наблюдаемых значений в предыдущих тактах. Этот способ прост, и следовательно, оперативен. Еще одно важное требование к модели прогнозирования, она должна быть адаптивна, т.е. должна перестраиваться с изменением структуры сети.

1. Исмаилов Серик Умирбаевич - кандидат технических наук, доцент
2. Куатбеков Нурлан Абдумусаевич - кандидат технических наук, профессор
3. Тукубаев Зухирхан Бейсекович - кандидат технических наук, доцент (tukubaev1945@mail.ru).

Снижение скорости обработки в модели имитируется внесением задержек в каналы между узлами.

На первый взгляд является парадоксальным тот факт, что узел отправляет заявки определенного приоритета в другие узлы и, в то же самое время, получает заявки других приоритетов из других узлов в процессе перераспределения нагрузок, т.к. при этом, между парами узлов может произойти противоположные потоки, которые были бы бессмысленны в случае их однородности из-за их взаимного поглощения.

Но в приоритетной системе обмен разнородными потоками между узлами – оправдан, т.к. такой обмен способствует уменьшению величины штрафа, в котором учитывается стоимость сообщений по приоритетам. Также реализация системы управления, работающей по такому алгоритму проста, и следовательно, дешева. Можно было бы учитывать реальное состояние нагрузок при перераспределении, но это требует дополнительных расходов.

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СО СКОЛЬЗЯЩИМ ОКНОМ (ПСО) И ЕГО ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ

Задачи синтеза устройств, позволяющих эффективно обнаруживать присутствие или отсутствие сигнала, наблюдаемого на фоне помехи их исследования привели к фильтру Калмана-Бьюси; по существу он представляет собой рекуррентный вариант метода наименьших квадратов – МНК. При этом, наблюдаемый процесс зависит от оцениваемого параметра линейно; поэтому в рамках теории последовательного оценивания процедуры оценивания можно применить и в случае нестационарных

1. Исмаилов Серик Умирбаевич - кандидат технических наук, доцент
2. Куатбеков Нурлан Абдумусаевич - кандидат технических наук, профессор
3. Тукубаев Зухирхан Бейсекович - кандидат технических наук, доцент (tukubaev1945@yandex.ru).

процессов.

Пусть имеется временной ряд дискретных отсчетов наблюдаемого процесса: $V_1, V_2, \dots, V_n$.

Требуется построить адаптивный алгоритм предсказания дальнейшего протекания процесса на основе этих наблюдаемых значений.

Для упрощения из модели исключим управляющие воздействия. Разделим временной ряд на две части: “обучающая” с длиной n и “экзаменующая” с длиной $L-n$.

Определение границы деления является исследовательской задачей и зависит от конкретных условий.

Прогнозная модель характеризуется двумя основными параметрами: глубиной памяти - m , “показывающей” сколько точек предыстории процесса используется при синтезе модели и величиной упреждения – k , определяющей насколько временной оси в выбранных дискретах отстоит начало прогнозируемого отрезка процесса от выборки объемом m .

Сама величина отрезка регулируется через n, m, k на этапе синтеза и задается при использовании построенной модели. Схема модели приведена на рисунке 1.



Рис.1 Схема модели прогноза

1. Исмаилов Серик Умирбаевич - кандидат технических наук, доцент
2. Куатбеков Нурлан Абдумусаевич - кандидат технических наук, профессор
3. Тукубаев Зухирхан Бейсекович - кандидат технических наук, доцент (tukubaev1945@yandex.ru).

При фиксированной длине n, m, k обучающей части выборки для различных сочетаний m и k можно построить соответствующие прогнозные модели путем минимизации суммы квадратов невязок, т.е. рассмотреть процесс как автокорреляционный и применить метод наименьших квадратов (МНК):

$$\sum_{j=m+k+1}^n \left(V_j - \sum_{i=1}^m b_{m-i+1} V_{j-k-i} \right)^2 \rightarrow \min_b. \quad (1)$$

Общий вид многомерной регрессионной модели без свободных членов представляется в виде следующей системы линейных уравнений:

$$y_i = \sum_{j=1}^M b_j x_{ji}, \text{ где } M - \text{количество входов; } j = \overline{1, m},$$

Q - количество измерений выхода системы $i = \overline{1, Q}$.

Каждый X_{ij} представляет i -ю реализацию j -го входа (вектора X_j) системы на наблюдаемый интервал Q . Под реализацией здесь понимается измерения в i -й момент.

Роль выхода системы здесь понимается измерения в i -момент. Роль выхода системы играют здесь значения этого же процесса, только сдвинутые вперед относительно входа.

Иначе говоря “выход” запаздывает относительно “входа” по времени на величину K дискретно. Иначе говоря однопарный процес $V=V(t)$ строится таким образом, что берутся первые m отсчетов (измерений) $V_1, V_2, \dots, V_m$ и значение V_{m+k+1} ищется как

$$\text{линейная комбинация вида: } \hat{V}_{m+k+1} = \sum_{i=1}^m b_i V_i.$$

1. Исмаилов Серик Умирбаевич - кандидат технических наук, доцент
2. Куатбеков Нурлан Абдумусаевич - кандидат технических наук, профессор
3. Тукубаев Зухирхан Бейсекович - кандидат технических наук, доцент (tukubaev1945@mail.ru).

Здесь K – величина упреждения.

Потом берется следующая порция по m отсчетов со сдвигом на 1 вправо по временной оси:

$$\hat{V}_{m+k+2} = \sum_{i=1}^m b_i V_{i+1} \text{ и т.д. до } \hat{V}_n = \sum_{i=1}^m b_i V_{n-m-k+i-1}.$$

Здесь $\hat{V}_i$ - оценки, в отличие от измерений.

На этапе построения модели задаются значения V_i .

Введем обозначения : $M1=m+k+1$ и $N1=n-k-m$.

Тогда минимизация по b_i , где i пробегает с 1 до m выражений (1) сводится к решению системы линейных уравнений размерности $m*n$ следующего вида:

$$\sum_{j=1}^{M1} \left(\sum_{i=1}^{N1} x_{si} x_{ji} \right) b_j = \sum_{i=1}^{N1} x_{is} x_{i0}, s = \overline{1, m}. \quad (2)$$

Применительно к нашему случаю величины x определяются следующим образом (отбор значений в структуру модели):

$$\begin{aligned} a) x_{i, M1+1} &= V_{k+m+i}, i = \overline{1, N1}; \\ b) x_{ij} &= V_{m+i-j}, i = \overline{1, N1}, j = \overline{1, m}; \\ c) x_{ij} &= V_{m+k+i-j+1}, i = \overline{1, N1}, j = \overline{(m+1), M1} \end{aligned} \quad (3)$$

Вся эта процедура формирования материала из исходных данных для построения матрицы X , связывающей “вход” с “выходом” по Калману заложена в начальной части программы.

Далее, программа VIP, отобранную по (3) информацию преобразует к виду (2) и решает полученную систему уравнений относительно неизвестных b_j методом Гаусса.

Прогнозирующая модель, работающая по формуле:

1. Исмаилов Серик Умирбаевич - кандидат технических наук, доцент
2. Куатбеков Нурлан Абдумусаевич - кандидат технических наук, профессор
3. Тукубаев Зухирхан Бейсекович - кандидат технических наук, доцент (tukubaev1945@yandex.ru).

$$V_j = \sum_{i=1}^m b_i V_{j-k-m+i-1}, \text{ где } \text{получены по методу МНК, в}$$

программе формируется подпрограммой

MOD (n,m,k,b,v,err), а параметры n, m, k соответствуют вышеописанным n, m, k ; а параметры b и V - соответствуют массивам: $b = (b_1, b_2, \dots, b_m)$ и $V = (V_1, V_2, \dots, V_L)$ соответственно.

err - имя метки обрабатывающей ошибочные ситуации при решении системы уравнений методом Гаусса.

В подпрограмме MOD используются стандартные подпрограммы *Gauss1* и *Sum*. Ниже на рисунке.2 приводится блок – схема алгоритма.

Программа **Prognos (n,m,k,l,d,b,V,t)** вырабатывает значения прогнозов $\hat{V}_j$, сравнивает их с истинными значениями наблюдаемого процесса V и вычисляет суммарное среднеквадратичное отклонение (СКО) .

Это есть второй этап улучшения структуры модели: на первом подбираются оптимальные по МНК коэффициенты b_i , а на втором – среди всех сгенерированных – дающие минимальное СКО параметры m и k . СКО вычисляется по формуле:

$$d = \sqrt{\sum_{j=n+1}^L (\hat{V}_j - V_j)^2} .$$

В головной программе для заданных $n=(150,160,170)$ вычисляются и выдаются на печать m и k , соответствующие минимуму СКО при длине прогнозируемого отрезка $=5$, т.е. отбираются рациональные для данных условий модели.

1. Исмаилов Серик Умирбаевич - кандидат технических наук, доцент
2. Куатбеков Нурлан Абдумусаевич - кандидат технических наук, профессор
3. Тукубаев Зухирхан Бейсекович - кандидат технических наук, доцент (tukubaev1945@yandex.ru).

Программы составлены на языках программирования PL/1, Pascal, СИПАЛМ.

Модель апробирована на шимоподобном процессе, график которого приведен на рис. 3.

Объем памяти прогнозатора выбран равным 20, т.е. максимум 20 значений хранятся в “подвижном окне”.

Строились модели относительно опорных точек 20,30,30,40 во временной оси.

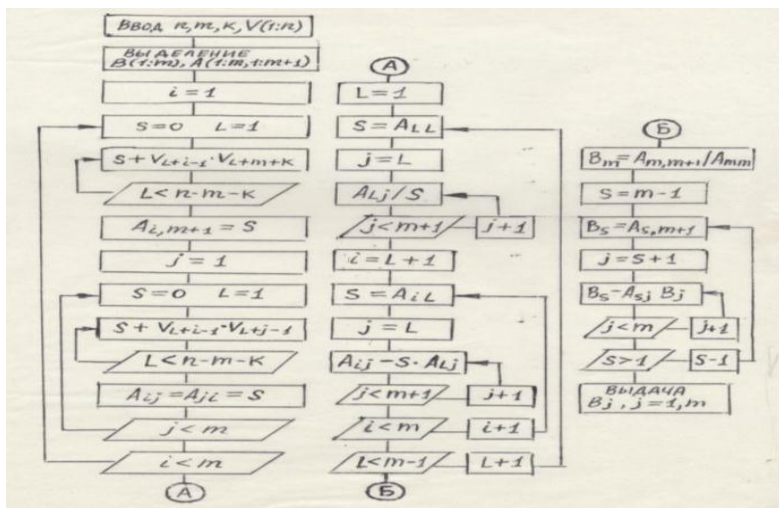


Рис.2 Блок – схема алгоритма прогнозирования и выбора параметров моделей.

Поиск рациональной модели производился в области $M \times K$ размерности 3×5 .

На получение результатов потрачено 20 с. машинного времени с учетом трансляции, из них собственно на вычисление – 3с.

1. Исмаилов Серик Умирбаевич - кандидат технических наук, доцент
2. Куатбеков Нурлан Абдумусаевич - кандидат технических наук, профессор
3. Тукубаев Зухирхан Бейсекович - кандидат технических наук, доцент (tukubaev1945@yandex.ru).

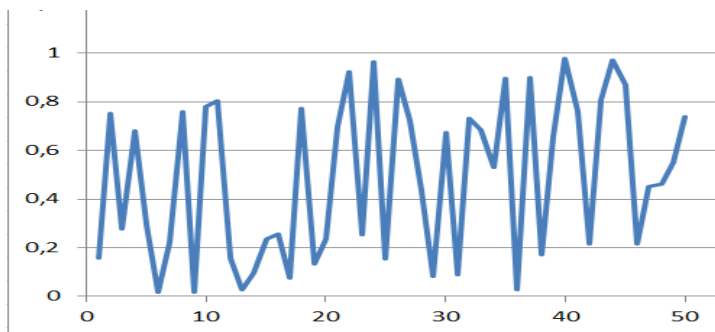


Рис.3 График шимоподобного процесса

В таблицах 1 и 2 в качестве СКО приведены величины

$$\sigma = \sum_{j=1}^5 (\hat{V}_j - V_j)^2,$$

Табл. 1

t	25			30				35					
m	1	2	5	1	2	5	5	1	2	4	5	5	5
k	1	1	3	1	1	2	3	1	1	1	1	2	3
C	7	5	5	8	8	7	9	5	7	7	6	6	3
K	0	9	6	5	0	1	0	0	4	2	6	3	7
O	2	5	6	6	8	9	5	1	0	6	3	7	1
	8	5	0	6	1	1	3	5	2	9	1	1	0

Табл. 2

m	1	2	4	5	1	2	4
---	---	---	---	---	---	---	---

1. Исмаилов Серик Умирбаевич - кандидат технических наук, доцент
2. Куатбеков Нурлан Абдумусаевич - кандидат технических наук, профессор
3. Тукубаев Зухирхан Бейсекович - кандидат технических наук, доцент (tukubaev1945@yandex.ru).

<i>k</i>	1	1	1	1	2	2	2
СКО	11626	7556	6973	5354	3285	2350	2187

Как видим , во всех случаях наименьшие отклонения прогнозных значений от истинных получены при максимальных m , k .

Надо заметить, что с учетом 5 проверочных точек надо иметь объем памяти прогнозатора 25 на этапе обучения. Затем на этапе использования берется $m = 20$. Для другого процесса полученные результаты приведены в табл.2.

Выводы:

Как видно из таблицы оптимальная по СКО модель $M(4,2)$ с набором коэффициентов $b=(-0,143;0,096;0,207;0,599)$ лишь немного превосходит модель $M(2,2)$ по точности.

В таких случаях для процессов данного класса, естественно надо выбрать модель расходующий меньше ресурсов памяти (m) и как следствие, времени счета.

В некоторых случаях замечено, что увеличение m слабо влияет на повышение точности прогноза; в то время как увеличение k резко улучшит качество модели даже при малых m , что наблюдается в табл.2.

Когда прогнозируется отрезок процесса произвольной длины для оценки и отбора моделей можно применить “независимый” от этой длины критерий

$$\sigma = \sum_j \rho_j (\hat{V}_j - V_j)^2 / R, \text{ где } \rho_j \text{ пробегает}$$

прогнозируемые точки в T ,

V_j -истинные (наблюденные) значения,

- 1.Исмаилов Серик Умирбаевич - кандидат технических наук, доцент
2. Куатбеков Нурлан Абдумусаевич - кандидат технических наук, профессор
3. Тукубаев Зухирхан Бейсекович - кандидат технических наук, доцент (tukubaev1945@mail.ru).

$\hat{V}_j$ - прогнозируемые значения,
 $\rho_j \in (0,1)$ - вес цена отклонения ошибки в данной точке j .
 Для систем со стационарным поведением можно однажды идентифицировать процесс, а для подверженных большим колебаниям процессов модель следует обновлять периодически.

Литература

1. Сети TCP/IP: Microsoft Windows 2000 Server/Пер.с англ.-М.: Изд.дом “Русская Редакция”,2001. -784 с.:ил.
 2. Головин О.В. Декаметровая радиосвязь. –М.: Радио и связь, 1990.-240 с.
 3. Шибанов В.С.,Лычагин Н.И.,Серегин А.В. Средства автоматизации управления в системах связи. –М.: Радио и связь.1990.-232 с.
 4. Алиев Р.,Алиев Р.Р. Гибридные интеллектуальные системы. Баку. Азербайджанская гос. Нефтяная академия. 1998 г.
 5. Бройдо В.Л. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации. –М.,-С.Пб. и др. 2004 г.,-703 с.
 6. Материалы школы-семинар по вычислительным сетям. Ташкент-Москва, НПО Кибернетика АН УзССР, 1981
 7. Г.Пранявичус. Модели и методы исследования вычислительных систем. “Вильнюс”, Мокслас ,1982.-228 с.
 8. Cisco Systems. Руководство по технологиям объединенных сетей. 3-е издание.: Пер. с англ. - М.: “Вильямс”, 2002. - 1040 с.
 9. Тукубаев З.Б., Тукубаев Б. Моделирование и
- 1.Исмаилов Серик Умирбаевич - кандидат технических наук, доцент
 2. Куатбеков Нурлан Абдумусаевич - кандидат технических наук, профессор
 3. Тукубаев Зухирхан Бейсекович - кандидат технических наук, доцент (tukubaev1945@yandex.ru).

исследование алгоритмов диспетчеризации потоков и очередей сообщений в компьютерных сетях. “Вести вузов Черноземья”, г.Липецк, №2(12), 2008г.

10. Тукубаев З.Б., Тукубаев Б. Моделирование и исследование алгоритмов динамического управления потоками сообщений в информационных сетях. «Вестник МКТУ», г.Туркестан N3, 2008.

11. Тукубаев З.Б., Тукубаев Б. Прикладные алгоритмы имитационного моделирования потоков сообщений в вычислительных сетях. «Вестник МКТУ», г.Туркестан N2, с.68-73, 2009.

12. ТУКУБАЕВ З.Б. и др. *Обобщенный алгоритм измерения, аппроксимации, моделирования и прогнозирования в пространственно-временных каналах* // Материалы международной конф. “Вычислительные технологии и матем. моделиров.в науке, технике и образовании”, ВТММ-2002, ч.5, Новосибирск-Алматы, 2002.

13. Тукубаев З., Камарединов Б. Моделирование и исследование алгоритмов распределения нестационарных приоритетных потоков в сети СМО. Сб.Алгоритмы.НПО Кибернетика АН РУз., вып.6.1986

14. Кульгин М. Компьютерные сети. Практика построения для профессионалов. 2-изд.М., С.-Пб., 2003.- 462 с.

15. Тукубаев З.Б. Методы и алгоритмы защиты компьютерной информации “Электронного Правительства”. Элект. конф. УБС НИИ ИПУ РАН, www.mtas.ru , 2012

16. Кузьмин Б.И. Автоматизированные системы ДКМ связи, -М.: Знание, 1986г.

1.Исмаилов Серик Умирбаевич - кандидат технических наук, доцент

2. Куатбеков Нурлан Абдумусаевич - кандидат технических наук, профессор

3. Тукубаев Зухирхан Бейсекович - кандидат технических наук, доцент (tukubaev1945@yandex.ru).

17. Кузьмин Б. Н. [и др.] Об обобщенной форме представления широкого класса абсолютно непрерывных распределений и связи ее с семейством гамма – распределений. НТС Техника средств связи, Сер. ТР, вып. 4., 1989.
18. Глушаков С.В., Емец С.Н., Ломатько Д.В. Учебный курс Сетевые технологии. Windows NT системное администрирование. – М.: «АСТ», 2001. – 501 с.
19. Норенков И.П. и др. Телекоммуникационные технологии и сети. – М., 2000.
20. Олифер В.Г. и др. Компьютерные сети. – М., 2000.
21. Фуйт С. TCP/IP. Архитектура, протоколы, реализация. Изд.:Лори, 2000.-424с.
22. Microsoft Corporation. Администрирование сети на основе Microsoft Windows 2000. Изд. : Русская редакция, 2000.
23. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы //В.Г. Олифер, Н.А.Олифер. –СПб: Издательство «Питер», 2000.-672с.:ил.
24. Семенов Ю.А. Протоколы Internet. Энциклопедия. - М.: Горячая линия-Телеком, 2001. -1100с.
25. Таненбаум Э. «Компьютерные сети», 3 изд., СПб.: Питер, 2002г.-848с.
26. Bechini, A., Conte, T.M., and Prete, C A. «Opportunities and Challenges in Embedded Systems», IEEE Micro Magazine, vol. 24, pp. 8-9, July-Aug. 2004.
27. Henkel, J., Ни, X.S., and Bhattachatyya, S.S. «Taking on the Embedded System Challenge», IEEE Computer Magazine, vol. 36, pp. 35-37, April 2003.
28. Lutz,J., and Hasan, A. «High Performance FPGA based Elliptic Curve Cryptographic Co-Processor», Proc. Int’l Conf.

1.Исмаилов Серик Умирбаевич - кандидат технических наук, доцент
2. Куатбеков Нурлан Абдумусаевич - кандидат технических наук, профессор
3. Тукубаев Зухирхан Бейсекович - кандидат технических наук, доцент (tukubaev1945@yandex.ru).

on Inf. Tech.: Coding and Computing, IEEE, pp. 486—492, 2004.

29. Saha, D., and Mukherjee, A. «Pervasive Computing: A Paradigm for the 21st Century», IEEE Computer Magazine, vol. 36, pp. 25-31, March 2003.

30. Sakamura, K. «Making Computers Invisible», IEEE Micro Magazine, vol. 22, pp. 7-11, 2002.

DEVELOPMENT AND RESEARCH OF THREAD PROCESSING ALGORITHMS OF PRIORITY REQUIREMENTS IN NETWORK NODES

Ismailov Serik Umurbaevich, M.Auezov South Kazakhstan state University, Kazakhstan, Shimkent, Doctor of science, (sicomaz@mail.ru).

Kuatbekov Nurlan Abdumusaevitch, A.Kuatbekov Friendship University, Kazakhstan, Shimkent, Doctor of science,

Tukubaev ZuxirxanBeysekovich, A.Kuatbekov Friendship University, Kazakhstan, Shimkent, Doctor of science, (tukubaev1945@mail.ru).

Abstract: the article provides a scientific overview of existing thread processing requirements in the network nodes. Optimal methods for data processing in an automated communication management system with mobile objects are proposed.

Key words: automated communication management systems, automated data radio network, fading radio channels, message queuing services.

1. Исмаилов Серик Умирбаевич - кандидат технических наук, доцент

2. Куатбеков Нурлан Абдумусаевич - кандидат технических наук, профессор

3. Тукубаев Зухирхан Бейсекович - кандидат технических наук, доцент (tukubaev1945@mail.ru).

1. Исмаилов Серик Умирбаевич - кандидат технических наук, доцент
2. Куатбеков Нурлан Абдумусаевич - кандидат технических наук,
профессор
3. Тукубаев Зухирхан Бейсекович - кандидат технических наук,
доцент (tukubaev1945@mail.ru).