

УДК 621.004.383.4

УПРАВЛЕНИЯ ТРАФИКОМ В МУЛЬТИСЕРВИСНЫХ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ СЕТЯХ

И.В. Зимин

Приводится программа, реализующая работу подсистемы управления трафиком в мультисервисных волоконно-оптических сетях, позволяющая моделировать процесс прохождения потока заявок (требований) с возможностью ветвления, объединения потоков и отбраковки заявок (требований).

Ключевые слова: трафик; мультисервисные волоконно-оптические сети; поток заявок.

TRAFFIC CONTROL IN MULTISERVICE FIBER OPTIC NETWORKS

I.V. Zimin

It is provided a program that implements the subsystem traffic control in multiservice fiber-optic networks, allowing to model the process flow applications (demands) with the possibility of branching, combining streams and rejection of applications (demands).

Key words: traffic; multiservice fiber-optical networks; flow of demands.

Введение. Доступность компьютерной техники существенно расширило сферы ее применения. Выросла и аудитория потенциальных потребителей компьютерных программ, следовательно, увеличилась необходимость их разработки. Любая система массового обслуживания по управлению трафиком в мультисервисных волоконно-оптических сетях предназначена для обслуживания некоторого потока заявок или (требований), поступающих в какие-то случайные моменты времени. Обслуживание заявки (требования) продолжается некоторое время, после чего канал освобождается и готов к приему следующей заявки (требованию). Случайный характер потока заявок и времени обслуживания приводит к тому, что в какие-то периоды на входе системы по управлению трафиком скапливается излишне большое число заявок (требований), которые либо становятся в очередь, либо покидают систему не обслуженными, в другие же периоды времени система будет работать с недогрузкой или вообще простаивать.

Область исследования. В статье представлена программа, позволяющая моделировать процесс прохождения потока заявок (требований) с возможностью ветвления, объединения потоков и отбраковки заявок (требований). Программа позволяет на основании результатов моделирования рассчитывать основные характеристики в подсистемах управления трафиком в мультисервисных

волоконно-оптических сетях, а также рассчитывать некоторые средние показатели. Для создания программы выбрана среда программирования Delphi [1–6].

Исследование моделей включало проведение с помощью программы ряда экспериментов для различных систем и сравнение результатов, полученных на основании имитационного моделирования, с результатами расчета по формулам.

В процессе нескольких реализаций работы подсистемы управления трафиком в мультисервисных волоконно-оптических сетях для различных вариантов значений интенсивностей поступления заявок были получены результаты функционирования системы. Полученные данные позволяют провести исследование работы системы и позволяют смоделировать как линейную, так и разветвленную структуру. Программа может использоваться для оптимизации процесса обслуживания.

В результате анализа можно выявить “слабые” места в системе или осознать необходимость введения в нее каких-либо дополнительных элементов. Далее, меняя различные параметры в программе, можно достичь оптимального соотношения простоев, очередей и пропускной способности в оптических сетях. Оптимизация процесса обслуживания способна существенно повысить эффективность работы операторов в области телекоммуникаций.

Задача теории трафика в мультисервисных волоконно-оптических сетях – установить зависимость результирующих показателей работы системы (вероятности того, что заявка (требование) будет обслужена; математического ожидания числа обслуженных заявок и т. д.) от входных показателей (количества каналов в системе, параметров входящего потока заявок и т. д.). Задача носит оптимизационный характер. В конце в нее включают экономический аспект по определению такого варианта системы, при котором будет обеспечен минимум суммарных затрат от ожидания обслуживания, потерь времени и ресурсов на обслуживание и простоев каналов в волоконно-оптических мультисервисных сетях [3].

Затем необходимо описать алгоритм ее функционирования, который определяет набор правил поведения заявок (требований) в различных ситуациях. Неоднородность заявок (требований), отражающая реальный процесс, учитывается введением классов приоритетов. Следовательно, процесс функционирования системы управления трафиком любой сложности, однозначно задается: W – подмножеством входных потоков; U – подмножеством потоков обслуживания; H – подмножеством собственных параметров; R – оператором сопряжения элементов структуры; Z – множеством состояний элементов системы; A – оператором алгоритмов обслуживания заявок.

Для получения соотношений, связывающих характеристики описания функционирования системы, вводятся некоторые допущения относительно входных потоков, функций распределения параметров, длительности обслуживания запросов.

При анализе системы потоков их необходимо разбивать на два класса: регулярные и не регулярные потоки. К первому классу относятся системы, в которых потоки ведут себя предсказуемым образом. Это значит, что величина потока точно известна, и является постоянной на всем интересующем нас интервале, время появления потока в канале и число требований, которые поступают в канал, известны и постоянны.

Теорема о максимальном потоке через минимальное сечение утверждает, что максимальный поток, который может быть пропущен от начальной точки к конечной, равен минимальной пропускной способности по всем сечениям. В общем случае рассматриваются все сечения, разделяющие заданную начальную и конечные точки. Но так как это занимает довольно много времени, был разработан другой метод, где определяется не только величина максимального потока, но и набор путей, по которым это достигается. Этот метод носит название алгоритма маркировки, он является эффек-

тивным в том смысле, что объем вычислений растет как небольшая степень от числа узлов [1, 4].

Кроме задачи о максимальном потоке, можно сформулировать многие другие не менее интересные и имеющие смысл задачи о потоках в мультисервисных волоконно-оптических сетях. Можно назначить цену каждому каналу, можно поставить задачу построения сети минимальной стоимости, обеспечивающей данный поток. Такие задачи ставятся и для случаев, в которых имеется не только одна начальная, но и конечная точка. Усложняя задачу еще больше, можно потребовать, чтобы данная волоконно-оптическая мультисервисная сеть обеспечивала потоки различных типов.

Случайность, непредсказуемость и нерегулярность потоков заявок (требований) приводит к существенным трудностям при решении возникающих задач, однако если детерминированный или случайный поток, поступающий в однолинейную систему, был тривиален, то возникающая теперь однолинейная задача имеет определенные трудности, и для ее решения приходится применять многие результаты современной теории телетрафика [1].

Основными методами теории телетрафика являются методы анализа вероятностных потоков. Построение математических моделей, связывают заданные условия работы системы (число каналов, их производительность, правила работы, характер потока заявок) с интересующими нас характеристиками – показателями эффективности обслуживания, описывающими, с той или другой точки зрения, ее способность справляться с потоком заявок (требований). В качестве таких показателей (в зависимости от обстановки и целей исследования) могут применяться разные величины, например: среднее число заявок, обслуживаемых системой в единицу времени; среднее число занятых каналов; среднее число заявок в очереди и среднее время ожидания обслуживания; вероятность того, что число заявок в очереди превысит какое-то значение и т. д.

Цель моделирования системы управления трафиком состоит в том, чтобы рассчитать показатели эффективности системы через ее характеристики. В качестве показателей эффективности используются:

- 1) абсолютная пропускная способность системы (A), т. е. среднее число заявок (требований), обслуживаемых в единицу времени;
- 2) относительная пропускная способность (Q), т. е. средняя доля поступивших заявок (требований), обслуживаемых системой;
- 3) вероятность отказа (P_{om}), т. е. вероятность того, что заявка покинет систему не обслуженной;
- 4) среднее число занятых каналов (k);

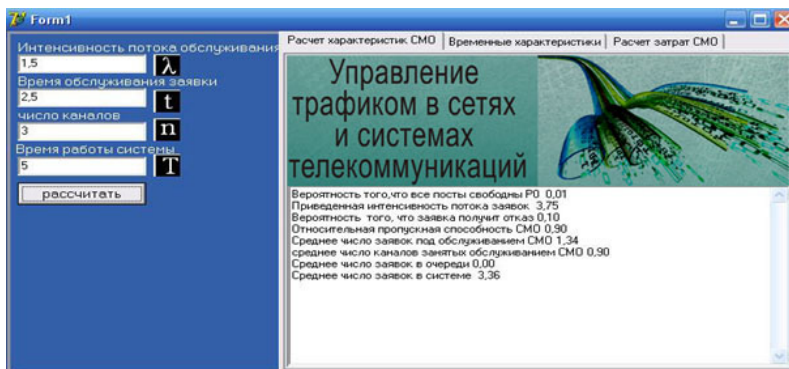


Рисунок 1 – Расчет характеристик системы

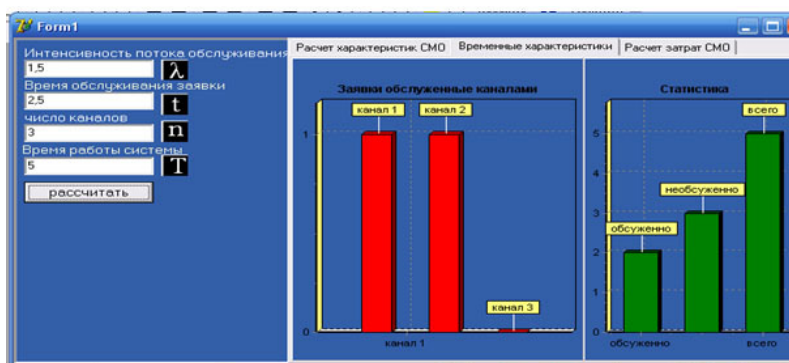


Рисунок 2 – Временные характеристики системы

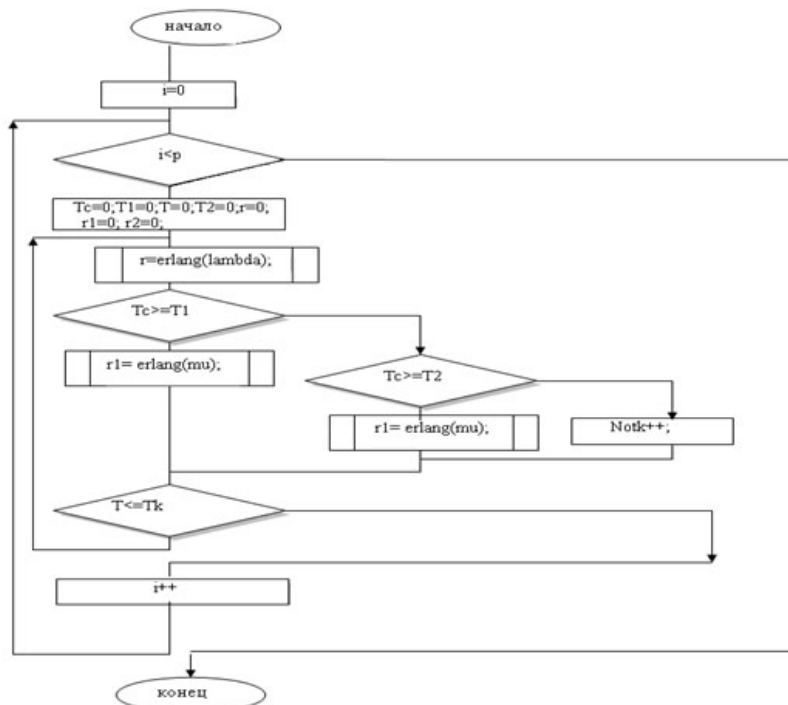


Рисунок 3 – Обобщенная блок-схема моделирующего алгоритма

- 5) среднее число заявок (требований) в системе (L_0);
- 6) среднее время пребывания заявки (требования) в системе (T_0);
- 7) среднее число заявок (требований) в очереди (L_0) – длина очереди;
- 8) среднее число заявок (требований) в системе ($L_{\text{сист}}$);
- 9) среднее время пребывания заявки (требования) в очереди (T_0);
- 10) среднее время пребывания заявки (требования) в системе ($T_{\text{сист}}$);
- 11) степень загрузки канала ($P_{\text{зар}}$), т. е. вероятность того, что канал занят;
- 12) среднее число заявок (требований), обслуживаемых в единицу времени;
- 13) среднее время ожидания обслуживания;
- 14) вероятность того, что число заявок (требований) в очереди превысит определенное значение и т. п.

Для разработки модели системы управления трафиком и системы массового обслуживания для представления информационных материалов оптимально использовать язык Delphi, который является языком высокого уровня и позволяет быстро и эффективно создавать приложения.

Таким образом, смоделированная система рассчитывает следующие характеристики:

- 1) вероятность того, что все каналы свободны;
- 2) приведенную интенсивность заявок (требований);
- 3) вероятность того, что заявка (требование) получит отказ;
- 4) относительную пропускную способность системы;
- 5) среднее число заявок (требований) под обслуживанием;
- 6) среднее число каналов занятых под обслуживанием;
- 7) среднее число заявок (требований) в очереди;
- 8) среднее число заявок (требований) в системе.

Расчет характеристик системы показан на рисунке 1.

В программе наглядно показана ее эффективность, а оператор программы может рассчитать затраты на саму систему, как показано на рисунке 2.

Программа позволяет производить расчет затрат на систему. Для того чтобы рассчитать затраты на систему, также необходимо знать следующие данные: затраты на эксплуатацию канала;

затраты на простой канала; затраты на отказ в обслуживании; доход одной заявки (требования).

Обобщенная блок-схема моделирующего алгоритма показана на рисунке 3.

Была построена модель для систем управления трафиком канальным ресурсом и СМО: с отказами, с входным и обслуживающим Эрланговским потоком, при заданных значениях, а также для определения основных ее характеристик.

В процессе опробования работы системы был получен следующие результаты ее функционирования:

1) при увеличении времени функционирования системы увеличивается и количество заявок, поступивших в нее;

2) количество поступивших и обслуженных заявок увеличивается пропорционально увеличению времени работы системы. Причем, чем больше значение интенсивности поступления и обслуживания, тем больше число поступающих заявок и тем больше количество обслуженных заявок.

Литература

1. Зимин И.В. Управление трафиком в сетях и системах телекоммуникаций: учебник по дисциплине “Теория телетрафика” / И.В. Зимин. Бишкек: Алтын-Принт, 2012. 234 с.
2. Зимин И.В. и др. Исследование модели оценки канального ресурса для сервисов реального времени / И.В. Зимин, С.А. Алымкулов // Ж. Наука и новые технологии. Бишкек, 2011. № 9. 21 с.
3. Зимин И.В. и др. Исследование зависимости показателя качества обслуживания заявок QoS от загрузки линии, основанной на модели оценки канального ресурса для сервисов реального времени / И.В. Зимин, С.А. Алымкулов // Ж. Наука и новые технологии. Бишкек, 2012. № 8. 39 с.
4. Зимин И.В. и др. Модели на основе рекурсивного алгоритма для определения объема канального ресурса трафика / И.В. Зимин, С.А. Алымкулов // Научн. ж. Физика. Бишкек, 2013. № 1. 125 с.
5. Kaufman J.S. Blocking in a shared resource environment / J.S. Kaufman // IEEE Transactions on Communications. 1981. V. 29. № 1. 17 с.
6. Roberts J.W. A service system with heterogeneous user requirements application to multi-service telecommunications systems / J.W. Roberts, G. Pujolle (ed.) // Performance of Data Communication Systems and their Applications. North Holland, 1981. 22 с.