

потребности совершенствования интегрированных информационно-телекоммуникационных технологий, ориентированных на формирование, интерпретацию и использование моделей процессов железнодорожных перевозок и средств их рационального применения, показывают современную сферу использования железнодорожных ИТС (ИТСЖ) Украины.

Проведенный в Российской Федерации и ряде других стран анализ актуальных направлений развития ИТС позволяет выделить ряд основных тенденций дальнейшего их совершенствования, как интеллектуальных систем. В качестве таких направлений развития ТС выделяют следующие: интеллектуализация отдельных транспортных средств, спецификация функций взаимодействия и обмена данными между транспортными средствами, самоорганизация транспортных систем и формирование законов коалиционного поведения их отдельных подсистем. В докладе представлены некоторые математические и информационные модели, раскрывающие содержание различных типов взаимодействия объектов ТС, демонстрирующие возможности кооперативного управления в них, а также отмечены международные Европейские программы подготовки магистров ИТСЖ, которые разработаны и начали реализовываться в текущем году в ДИИТе и МИИТе.

Для формализации и унификации моделей взаимодействия объектов в ИТС предложено выделить несколько основных типов взаимодействия подвижных объектов, а также подвижных объектов и инфраструктуры, которые в целом дают модели информационного взаимодействия объектов. Классы задач взаимодействия зависят от: числа источников данных, контролируемых объектов (один или много); есть ли среди них несколько взаимодействующих между собой объектов; есть ли некоторый объект-источник, соответствующий системам инфраструктуры; допускается ли перестройка системы передачи (изменяется число передаваемых параметров по команде от «инфраструктуры», от управляющего программного обеспечения, или же от микропроцессорной системы на борту); допускаются ли предупреждающие сообщения в мобильную систему; допускаются ли команды управления, блокировки, например, при аварийном режиме, который не распознается мобильной системой.

Устанавливается связь между моделями информационного взаимодействия объектов и основными свойствами интеллектуальных технологий перевозок, характерных для ИТС. При этом исследуются следующие вопросы: содержание и стандарты задач кооперативного взаимодействия объектов при выполнении перевозок; информационные и математические структуры задач кооперативного взаимодействия объектов при выполнении перевозок; информационные модели процедур кооперативного взаимодействия объектов при железнодорожных перевозках.

Рассматривается задача формирования кооперативного взаимодействия в динамических транспортных потоках ИТС, где участвуют несколько перевозчиков, операторов. Она формализованная, как многокритериальная модель дискретного математического программирования с побочными платежами. Исследованы вычислительные методы реализации динамических потоковых задач, а также эффективность кооперативного взаимодействия, на примере реализации транспортных задачи с участием нескольких операторов, собственников средств перевозки. В докладе также указаны особенности задач и программ подготовки магистров ИТСЖ. Они связаны с необходимостью учета интегративного характера и специфики железнодорожных перевозок, сферы их применения, уровня развития автоматизации управления технологическими процессами, а также с нормативно-правовой базой и др. В докладе приведены примеры постановок задач и реализации некоторых интеллектуальных задач оперативного управления грузовыми железнодорожными перевозками, а также планирования работы операторских компаний, которые реализованы с использованием методов и технологий ИТСЖ.

УДК 519.248: 62-192

МОДЕЛЬ ИНФОРМАЦИОННО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СЕТИ С ГРУППОВЫМИ ПЕРЕМЕЩЕНИЯМИ И ПОТОКОМ КАТАСТРОФИЧЕСКИХ СБОЕВ

А. Н. СТАРОВОЙТОВ

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Сети массового обслуживания являются адекватными моделями многих реальных информационно-вычислительных сетей, например, сетей связи, сетей ЭВМ. В [1, 2] рассматривались сети массового обслуживания с групповым поступлением и ассамблейно-трансферной групповой дисци-

плиной обслуживания (assemble-transfer batch service). В данной работе рассмотрена аналогичная сеть, в которую дополнительно поступает простейший поток катастрофических сбоев. Катастрофический сбой полностью очищает очередь узла, если она не пуста, и не оказывает никакого влияния в противном случае. Модели такого вида могут быть использованы для описания компьютерных сетей или же, например, распределенных баз данных. В этом случае катастрофический сбой может являться вирусом или командой, которая удаляет все выполняемые в данный момент времени транзакции. Системы и сети массового обслуживания с катастрофическими сбоями исследовались в работах [3, 4]. В работе [4] для сети массового обслуживания с простейшим потоком катастрофических сбоев найдено стационарное распределение в мультипликативной форме. Сети массового обслуживания с катастрофическими сбоями близки к сетям с отрицательными заявками (G-сети), которые были введены Э. Геленбе [5]. Достаточно полный обзор по G-сетям, в том числе по системам и сетям с катастрофами, дан в [6].

Описание модели. Рассматривается сеть массового обслуживания, состоящая из N узлов, в которую поступают независимые стационарные пуассоновские потоки сообщений с интенсивностью λ_i в i -й узел. В момент поступления сообщения в i -й узел мгновенно формируется группа заявок случайного размера X_i . Эта группа присоединяется к очереди i -го узла. Обслуживание происходит в соответствии с ассамблейно-трансферной групповой дисциплиной обслуживания [1]. Время обслуживания имеет экспоненциальный закон распределения с параметром μ_i . В момент окончания времени обслуживания из очереди удаляется группа заявок случайного размера Y_i . Если выбранный размер группы больше числа заявок в очереди i -го узла, то из очереди удаляется некомплектная группа из этих заявок. Предполагается, что X_i и Y_i независимые неотрицательные одинаково распределенные целочисленные случайные величины с вероятностями значений $a_i(k) = P\{X_i = k\}$, $b_i(k) = P\{Y_i = k\}$, $k = 1, 2, \dots$, производящими функциями $A_i(z)$, $B_i(z)$ соответственно ($i = 1, 2, \dots, N$). Также предположим, что X_i и Y_i имеют конечные математические ожидания. Наряду с потоком сообщений в сеть поступают стационарные пуассоновские потоки катастрофических сбоев с интенсивностью Λ_i в i -й узел. Катастрофический сбой, поступая в узел, полностью очищает очередь этого узла, если она не пуста.

Обслуженная в i -м узле группа заявок мгновенно покидает сеть, посылая в j -й узел с вероятностью p_{ij} обычное сообщение ($p_{ii} = 0$), с вероятностью π_{ij} катастрофический сбой, а с вероятностью p_{i0} — ничего не посылает.

Обозначим $n_i(t)$ — число заявок в i -м узле в момент времени t . Состояние сети будем описывать марковским процессом $n(t) = (n_1(t), n_2(t), \dots, n_N(t))$.

Стационарное распределение вероятностей состояний сети.

Пусть γ_i, γ_i^- — положительное решение следующей системы уравнений трафика

$$\gamma_i = \lambda_i + \sum_{k=1}^N \mu_k q_k p_{ki}, \quad i = \overline{1, N},$$

$$\gamma_i^- = \Lambda_i + \sum_{k=1}^N \mu_k q_k \pi_{ki}, \quad i = \overline{1, N},$$

где

$$q_k = 1 - \frac{\mu_k - \gamma_k - \gamma_k^- + \sqrt{(\gamma_k + \gamma_k^- - \mu_k)^2 + 4\gamma_k^- \mu_k}}{2\mu_k}.$$

Теорема. Если размеры формируемых при поступлении в i -й узел групп заявок имеют геометрическое распределение с параметром $a_i = (c_i - q_i)/(1 - q_i)$, где c_i — корень уравнения $B_i(c_i) = q_i$, то марковский процесс $n(t)$ эргодичен, а его стационарное распределение $p(n)$ имеет мультипликативный вид

$$p(n) = p_1(n_1) p_2(n_2) \dots p_N(n_N),$$

где

$$p_i(0) = 1 - q_i, p_i(n_i) = (1 - q_i)(1 - c_i)c_i^{n_i-1}, \quad n_i = 1, 2, \dots, i = 1, 2, \dots, N.$$

Зная указанные стационарные вероятности состояний сети, можно определить и другие стационарные характеристики функционирования данной сети, например, среднее количество заявок в сети, среднее количество заявок в каждом узле.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Miyazawa, M. Geometric product-form distribution for a queueing network with non-standard batch arrivals and batch transfers / M. Miyazawa, P.G. Taylor // Adv. Appl. Prob. – 1997. – Vol. 29, № 2. – P. 1–22.
- 2 Малинковский, Ю. В. Характеризация стационарного распределения сетей с групповыми перемещениями в форме произведения смещенных геометрических распределений / Ю. В. Малинковский, Е. В. Коробейникова // Автоматика и телемеханика. – 2010. – № 12. – С. 43–56.
- 3 Jain, G. A Pollaczek-Khinchine formula for M/G/1 queues with disasters / G. Jain, K. Sigman // J. Appl. Prob. – 1996. – Vol. 33. – P. 1191–1200.
- 4 Chao, X. A queueing network model with catastrophes and product form solution / X. Chao // Operations Research Letters. – 1995. – № 18. – P. 75–79.
- 5 Gelenbe, E. Product form queueing networks with negative and positive customers / E. Gelenbe // J. Appl. Prob. – 1991. – Vol. 28. – P. 656–663.
- 6 Бочаров, П. П. G-сети: развитие теории мультипликативных сетей / П. П. Бочаров, В. М. Вишнеvский // Автоматика и телемеханика. – 2003. – № 5. – С. 46–74.

УДК 625.321.6

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ МЕТОД ОБНАРУЖЕНИЯ НЕОДНОРОДНОСТЕЙ В ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОМ КАБЕЛЕ ПУТЕМ СУММИРОВАНИЯ РЕКФЛЕКТОГРАММ

В. Н. ФОМИЧЕВ

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

В. В. ЕВДОЖКОВ

Гомельский филиал РУП «Белтелеком»

В ходе исследования были проведены измерения параметров оптических волокон с помощью оптического рефлектометра. Полученные рефлектограммы были конвертированы в цифровые данные с помощью программы Fiberizer Desctop.

Далее было произведено суммирование полученных цифровых данных. График, полученный путем суммирования рефлектограмм всех волокон, позволяет более четко определить месторасположение неоднородностей в оптическом волокне (разъемные и неразъемные соединения, трещины, сильные изгибы), которые могут быть не обнаружены при анализе каждой отдельно взятой рефлектограммы.

Также были проведены аналогичные действия с рефлектограммами, полученными при измерении линии со второй стороны (Б). Результирующая рефлектограмма показала, что при измерениях со второй стороны в одной из муфт обнаруживается усиление сигнала.

При дальнейшем рассмотрении было выяснено, что в некоторых оптических волокнах наблюдается так называемое «ложное усиление» в месте соединения волокон. Причина появления соединений «с усилением» заключается в том, что два сращенных волокна имеют различный коэффициент обратного рэлеевского рассеяния. В современных волокнах флуктуации коэффициента обратного рэлеевского рассеяния обусловлены, в основном, флуктуациями диаметра модового пятна. Это явление наиболее часто встречается, когда сращиваются волокна двух разных изготовителей. Фотоприемник рефлектометра воспринимает отражение от сварного соединения как уровень, более высокий, чем у конца первого волокна, и помещает на экране соответствующие точки с результатами измерений выше уровня конца первого волокна. Если то же самое соединение протестировать с противоположного направления, то рефлектометр укажет на «обычные» потери, более высокие, чем потери «отрицательные». В этом случае истинным значением потерь будет среднее значение двух показаний.

Теоретически может возникнуть ситуация, когда в некоторых волокнах в месте сварного соединения наблюдается усиление сигнала, а в других – затухание за счет изгиба волокна в муфте. В результате при сложении рефлектограмм при измерении с одной из сторон местоположение неоднородности может не обнаружиться.