

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПОТОКОВ В СИСТЕМАХ ЗАЩИТЫ

Введение

Передача информации стала фундаментальной частью обработки информации. При этом следует помнить, что защита информации в современных условиях становится все более сложной проблемой, что обусловлено рядом обстоятельств, основными из которых является: массовое распространение средств электронной вычислительной техники и расширяющиеся возможности несанкционированных действий над информацией.

Компьютерная технология обработки информации несет в себе определенные угрозы, которые могут привести к нежелательным потерям или временной недоступности к важной информации. Вообще, любая новая технология несет в себе опасность, которая не всегда очевидна.

Поэтому основным методом исследования является метод моделирования.

Отличительной особенностью моделирования как метода исследования является возможности изучения, прогнозирования и оптимизации таких процессов и объектов.

Процесс моделирования предполагает наличие объекта исследования или его описание; исследователя, перед которым поставлена конкретная задача; модели, создаваемой для получения информации объекта и необходимой для решения поставленной задачи.

Основная часть

Для исследования перспективных организационных решений и качества функционирования систем защиты информации (СЗИ), систем поддержки принятия решений в СЗИ и систем управления СЗИ в настоящее время применяются различные модели. Большими исследовательскими возможностями обладают имитационные модели, позволяющие получить значение выходных параметров с требуемой точностью и степенью детализации. В основе этих моделей лежит представление СЗИ как систем массового обслуживания (СМО) [1,2].

Обобщенная схема имитационная моделирования изображена на рис.1. Как всякая СМО, СЗИ описывается следующими компонентами: входящим потоком, блоком обслуживания и дисциплиной обслуживания. Особенностью имитационных моделей СЗИ является то, что информационный поток (поток событий в пространстве) порождается ситуационной моделью и зависит от вектора D входных факторов.

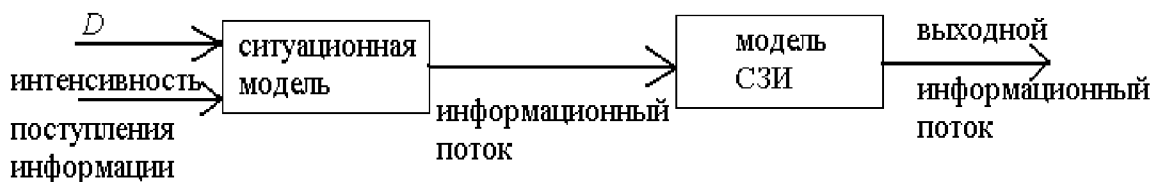


Рис.1. Схема моделирования СЗИ

Содержащего параметры структуры ситуационной модели, трафика передачи информации, потока информации, технологии обслуживания информации и т.д.

Выходной информационный поток на выходе ситуационной модели может быть представлен суммой четырех частных потоков событий, характеризующих функциональные задачи, решаемые системой поддержки принятия решения и управления СЗИ:

- задача сопровождения информации по определенному трафику (поток событий S_1);

- задача согласования условий приема-передачи информации с одного трафика на другой (поток S_2);
- задача обеспечения безопасности информации (поток S_3);
- дополнительные задачи, связанные с созданием и уточнением концептуальной ситуационной модели (поток S_4).

Интенсивность поступления заявок, принадлежащих S_i ($i=1,2,3,4$), зависит от интенсивности входного информационного потока λ_N и вектора Д. формирование потока событий на выходе ситуационной модели (СМ) приведено на рис.2.

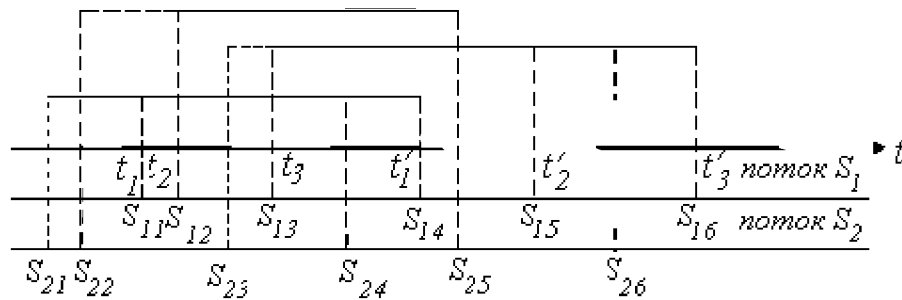


Рис.2. Схема формирования потоков

S_1 и S_2 в ситуационной модели: t_i - момент входа информации в сектор обслуживания; t'_i - момент выхода; S_{1i} и S_{2i} - события потоков S_1 и S_2 .

Роль блока обслуживания выполняет в СЗИ система управления или оператор системы. Обслуживание заявок из S_i или, как принято говорить, обработка информации данных потоков характеризуется распределением количества операций $f_{S_i}(n)$, плотностью их распределения на некотором интервале обработки $f_{S_i}(t)$ и продолжительностью обработки $f_{S_i}(\tau)$.

Дисциплина обслуживания определяет порядок поступления информации. Для СЗИ наиболее характерными считаются следующие дисциплины обслуживания: «первый пришел - первый обслужен» и приоритетное обслуживание.

Так как поток информации, поступающих в блок обслуживания, является пуассоновским, можно утверждать, что потоки событий S_i также будут простейшими. В процессе развертывания во времени ситуационной обстановки неизбежна ситуация, когда в момент возникновения требования на обслуживание блок обслуживания может быть занят обслуживанием другого запроса (рис.3). Поступивший запрос должен находиться в режиме ожидания до завершения обслуживания предыдущего запроса. Возникает очередь.

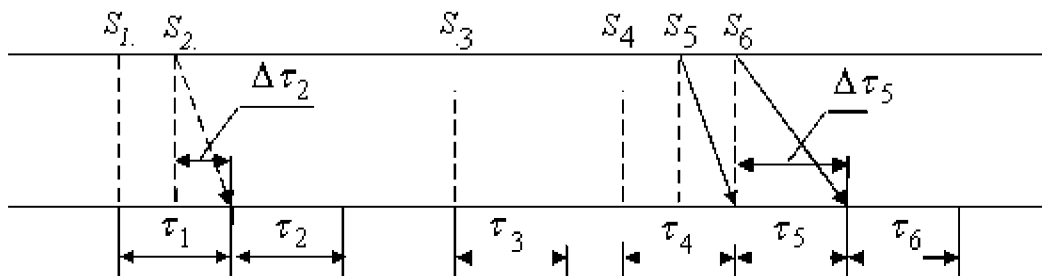


Рис.3. Схема формирования выходного потока информации.

Распределение очереди и задержки в обслуживании определяются при обработке информации, представляемой в протоколе статистической модели [3]. Информация, содержащаяся в протоколе, позволяет оценить указанные характеристики в зависимости от интенсивности поступления информации для секторов и трафиков конкретной структуры, длительности обслуживания одиночных, так и приоритетных событий.

Рассмотрим функционирование модели в течение некоторого интервала времени T . Пусть на данном интервале СЗИ обслуживает информацию, часть которой может оказаться в режиме ожидания. Разобьем интервал T на частные интервалы $\Delta t_k^{(i)} = t_{k+1} - t_k$, в течение которых в системе будут находиться ровно i информационных заявок ($i = 0, 1, 2, \dots$). Граничные значения Δt_k есть моменты изменения состояния очереди: поступления новой заявки либо окончания обслуживания очередной заявки. Тогда вероятность того, что в течение времени T в системе будет находиться ровно i заявок, равна $P(i) = \sum_{j=1}^I \Delta t_j^{(i)} / T$.

Если максимальное значение i равно I_{\max} то $\sum_{i=1}^{I_{\max}} P(i) = 1$.

Если обозначить через $\Delta \tau_{zj}$ длительность ожидания j -й заявки, то среднюю задержку однородных заявок можно определить по формуле $\Delta \tau_{z\phi} = \sum_{j=1}^I \Delta t_{zi} / I$, где I - общее число поступающих заявок в течение времени T .

Обработка протоколов имитационной модели с целью определения распределения длины очереди заявок включает несколько этапов:

Этап 1. Вычисление фактического времени начала обслуживания j -й заявки:

- а) $T_{j\phi} = T_j$, если $T_j = T_{j-1} + \tau_{j-1}$;
- б) $T_{z\phi} = T_{j-1,\phi} + \tau_{j-1}$ в противном случае.

Этап 2. Разбиение интервала T на подинтервалы Δt_k с постоянным числом заявок в системе.

Этап 3. Подсчет числа заявок на интервале Δt_k :

$$i = \sum_{j=1}^I \delta_{kj}, \text{ где } \delta_{kj} = \begin{cases} 1, & \text{если } (T_{z\phi} + \tau_j - T_j) \vee (t_{k+1} - t_k) = \Phi. \\ 0, & \text{иначе} \end{cases}$$

Этап 4. Подсчет частоты интервалов с i заявками в системе и определение вероятностей $P^*(i)$.

Аналогичным образом находим распределения задержек в обслуживании заявок.

На рис. 4 и 5 приведены результаты обработки событий выходящего информационного потока статистической модели как функции количества, поступившей информации N , одновременно находящейся в обработке и над управлением для конкретного трафика в СЗИ.

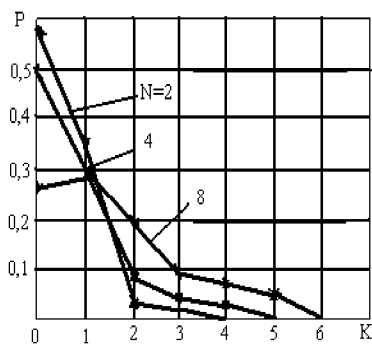


Рис.4 Распределение числа заявок в системе для N количества информации, находящейся под управлением (K - среднее число заявок)

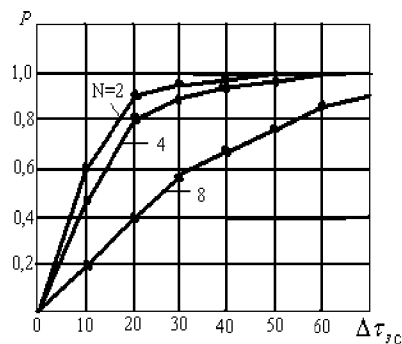


Рис.5 Функция распределения времени ожидания заявок в очереди ($\Delta\tau_z$ - среднее время задержки)

Экспериментальный анализ деятельности системы управления СЗИ или оператора показал, что в реальном СЗИ, возникают многочисленные задержки. Принятие решения по обработке заявок системой управления СЗИ осуществляется на основе динамических ситуационных приоритетов. Дисциплина выбора требований на обслуживание связана, в первую очередь, с обеспечением безопасности информации детально не исследовалась. Эффективность системы при заданной дисциплине обслуживания определяется ограниченными возможностями системы управления СЗИ.

В качестве показателя эффективности функционирования системы можно воспользоваться функцией потерь [4], которая характеризует величину среднего штрафа вследствие задержек в обслуживании заявок i -ого типа за единицу времени работы СЗИ

$$C^D = \sum_{i=1}^N \alpha_i \lambda_i \bar{t}_i^{(d)},$$

где α_i - штраф за единицу времени ожидания; λ_i - средняя длительность ожидания заявки i -ого типа; \bar{t}_i - интенсивность i -ого типа заявок; d - параметр, характеризующий дисциплину обслуживания.

Выводы

Имитационное моделирование позволяет определить характеристики очередей и потери эффективности при управлении информационными потоками в секторе намеренной организации структуры СЗИ, заданных параметрах обслуживания, дисциплины выбора заявок и др. Рассмотренный в работе подход может быть использован при исследовании взаимодействия системы управления и системы поддержки критерия решения с СЗИ, оценки пропускной способности систем.

Получить такие характеристики для СЗИ в реальных условиях практически получить очень сложно ввиду большой сложности условий проведения эксперимента.

Список литературы

1. Молчанов А.А. - Моделирование и проектирование сложных систем / Молчанов А.А. - К.: Вища школа, 1998. - 358с.
2. Овчаров Л.А. - Прикладные задачи теории массового обслуживания / Овчаров Л.А. - М.: Машиностроение, 1969. - 320с.
3. Клейнен Дж. - Статистические методы в имитационном моделировании. / Клейнен Дж. - М.: Статистика, 1978. Вып.2. - 74с.
4. Мова В.В. - Организация приоритетного обслуживания в АСУ / Мова В.В., Пономаренко Л.Н., Калиновский А.М. - К.: Техника, 1977. - 208с.

В статье рассмотрена имитационная модель системы защиты информации, которая обслуживает большие потоки заявок, а также позволяет оценить потери за счет очереди и эффективность при заданной дисциплине обслуживания.

Ключевые слова: система защиты информации, имитационная модель.

В статті розглядається імітаційна модель системи захисту інформації, яка обслуговує великі потоки заявок, а також дозволяє оцінити втрати за рахунок черги та ефективність при заданій дисципліні обслуговування.

Ключові слова: система захисту інформації, імітаційна модель.

The imitation model of data security system has been investigated in the article. The model serves large flow of requests and allows to evaluate loss at the cost of queue and the efficiency for set-up service procedure.

Key words: data security system, simulation model.

Поступила 29.11.2009

УДК 004.272.2(045)

к.т.н., доц. Мартынова О.П. (ГУИКТ)

ОПТИМАЛЬНАЯ ПО ПАРЕТО МНОГОКРИТЕРИАЛЬНАЯ МАРШРУТИЗАЦИЯ В КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЯХ

Научно-технический прогресс в настоящее время неразрывно связан с ростом сложности компьютерных сетей и непрерывным повышением объемов передаваемой информации. В этих условиях необходимо решать актуальную задачу повышения уровня защищенности информации от несанкционированного доступа к ней совместно с задачей повышения эффективности работы и качества обслуживания в компьютерной сети.

Анализ последних исследований и публикаций [1,2] показывает, что эффективным методом решения задачи повышения информационной безопасности пользователей компьютерных сетей совместно с высоким качеством их обслуживания является многокритериальная маршрутизация. Задача многокритериальной оптимизации относится к классу некорректных задач и имеет множество решений, а ее вычислительная сложность экспоненциально зависит от размерности задачи и линейно от количества частных критериев качества [3]. Высокая вычислительная сложность реализации большинства методов многокритериальной оптимизации препятствует применению их в компьютерных сетях для решения задачи многокритериальной маршрутизации. В задачах маршрутизации существуют жесткие ограничения на время их решения, которые нельзя выполнить в компьютерных сетях большой размерности в виду высокой вычислительной сложности методов многокритериальной оптимизации [3]. Эта проблема решается в настоящее время путем сведения задачи многокритериальной оптимизации к однокритериальной на основе различных видов скалярных сверток частных критериев качества в один обобщенный критерий качества [4,5]. Однако, вопросы теоретического обоснования применения такого подхода до настоящего времени недостаточно разработаны.

Цель статьи заключается в обосновании оптимальности по Парето многокритериальной маршрутизации в компьютерных сетях.

Рассмотрим математическую модель компьютерной сети в виде графа $G(V, U)$, где $V = \{v_1, v_2, \dots, v_p\}$ – множество вершин, $U = \{u_1, u_2, \dots, u_q\}$ – множество ветвей (ребер). Вершины графа моделируют узлы-источники и узлы-приемники информации. Направленным ветвям (дугам) графа сопоставим каналы передачи информации между узлом-источником и узлом-приемником. Ветвям (дугам) графа присваивается вес (длина) пропорциональная значениям обобщенного критерия качества, полученного на основе скалярной свертки частных критериев качества. Пусть в графе $G(V, U)$ определена чередующаяся последовательность вершин и ветвей $\mu = (v_0, u_1, v_1, \dots, v_{k-1}, u_k, v_k)$, которая