

ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА КАК ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ СРЕДСТВО ОЦЕНКИ ХАРАКТЕРИСТИК НАДЕЖНОСТИ ЛВС

О.М. Демиденко
Беларусь, г. Гомель

Проблеме оценки надежности локальных вычислительных сетей (ЛВС) уделяется возрастающее внимание. Математическое моделирование процессов отказов и восстановлений оборудования ЛВС с помощью аппаратов теории надежности и теории массового обслуживания (ТМО) проводилось в ряде работ [1, 2]. Однако, сложность динамических связей, быстро меняющаяся операционная обстановка в сети требует рассмотрения вычислительного процесса (ВП) и рабочей нагрузки (РН) на ЛВС при более высоком уровне их детализации. Аналитические методы моделирования не обеспечивают необходимого уровня адекватности математических моделей (ММ) реальному ВП в ЛВС. В данной работе предлагается использовать для этой цели имитационную модель (ИМ). Имитация процесса отказов и восстановлений работоспособности оборудования ЛВС позволяет проводить исследования на высоком уровне детализации ВП в ЛВС при не выполнении практически всех ограничений ММ ТМО. Но имитация дорогой и ресурсоемкий метод исследований. Поэтому в распоряжение исследователя предлагается в качестве технологического средства типовая имитационная модель ВП. Для отображения отказов и восстановлений работоспособности компонентов ВП и РН на ЛВС используется ИМ, предложенная в работе [3]. ЛВС может состоять из любого числа рабочих узлов и сервера, объединенных в сеть с типовым проблемным ПО и операционной системой (ОС). ИМ ВП и РН на ЛВС была усложнена за счет введения в технологию обработки информации в каждом рабочем узле и сервере ЛВС двух дополнительных компонент: источники отказов ЦП (ОТК ЦП) и источники отказов базы данных (ОТК БД) l -го узла ЛВС. Каждая из этих компонент ЛВС управляет соответственно супервизором задач (SUPZ) и супервизором памяти (SUPM). В качестве исходной информации на моделирование необходимо задать вероятности отказов этих дополнительных компонент ИМ (Ротцп и Ротвн). С шагом Δt_0 в ИМ реализуется процедура розыгрыша события "отказ устройства" по типовому

алгоритму [4] для заданной вероятности события. При появлении событий "отказ устройства" происходила задержка выполнения алгоритмов функционирования SUPZ или SUPM на интервалы времени соответственно $\tau_{восз}$ и $\tau_{восм}$, разыгрываемые по табличным функциям распределения длительностей [4]. Таким способом в ИМ отображается деформация временной диаграммы реализации ВП и циклов обслуживания запросов пользователей ЛВС из-за появления в ЛВС компонентов с ненадежным составом оборудования.

В качестве базового средства построения, испытания и эксплуатации ИМ ВП и РН на ЛВС используется система моделирования (СМ) MICIS [4]. Откликами ИМ ВП и РН на ЛВС являются:

$\eta_{цп}$, $\eta_{внп}$ - коэффициенты загрузки ЦП и ВМП l -го узла ЛВС;

$T_{фl}$, $T_{дl}$ - средние значения длительностей цикла обслуживания ЛВС запросов пользователей l -го узла в фоновом и диалоговом режимах.

Параметрами ИМ ВП и РН на ЛВС являются:

ϑ_{pl} , ϑ_s - скорости обработки информации ЦП соответственно на l -м рабочем узле и сервере;

$V_{мбдl}$ - размер ИБД l -го узла ЛВС;

($R_{отцп}$, $\tau_{восз}$, $R_{отвн}$, $\tau_{восм}$) - вектор параметров отказов и восстановлений работоспособности ЦП и ВМП.

Предполагается, что все узлы ЛВС однотипны по параметрам отказов и восстановления работоспособности ЦП и ВМП. Состав и структура ИМ РН одинаков для всех узлов ЛВС и задается следующими переменными ИМ:

$F_{ij}(\tau_{обс})$ - табличная функция распределения времени обслуживания программным модулем j -го типа (ПМ $_j$) запросов пользователей i -го типа;

$MP_i = \|P_{ijk}\|$ - матрица вероятностей следования k -го программного модуля за ПМ $_j$ при выполнении i -го типа запросов пользователей;

$MD_i = \|q_{isr}\|$ - матрица вероятностей использования r -го модуля за s -м модулем ИБД при обращении ПМ $_j$, которое инициировано запросом пользователя i -го типа;

$F(\tau_{обд})$ - табличная функция распределения длительностей интервалов обдумывания пользователями в диалоговом режиме их взаимодействия с ЛВС.

ИМ ВП и РН на ЛВС позволяет исследовать надежные характеристики всей ЛВС для случая, когда известны характеристики работоспособности ее компонентов. Для этого предложено использовать следующую технологию исследований. Для каждого l -го узла ЛВС в качестве параметров управления задаются значения ϑ_r , Ротцп , Ротвн , $\tau_{\text{восз}} = \tau_{\text{восм}}$, $V_{\text{ИБД}}$. Остальные параметры и характеристики ИМ остаются фиксированными. Их значения задаются по данным исследований, выполненных согласно [3] при абсолютно надежной работе оборудования ЛВС. Вектор интенсивностей поступления запросов пользователей в ЛВС был установлен в серединной точке области возможных их изменений ($\lambda^{\circ}_{\text{ip}}$, $\lambda^{\circ}_{\text{д}}$). Отметим, что рабочая область изменений этих интенсивностей в работе [3] определялась на этапе испытаний ИМ и соответствовала согласованию скоростей поступления запросов пользователей со скоростями их обслуживания в ЛВС. Основные параметры ИМ изменялись следующим образом:

ϑ_r - на 3-х уровнях (0,666; 1,0; 2,0);

$V_{\text{ИБД}}$ - на 2-х уровнях (2000 и 20000 условные единицы информации);

ϑ_s - на 3-х уровнях (1,0; 2,0; 4,0).

Для простоты исследования времена восстановления ЦП и ВМП принимались равными друг другу ($\tau_{\text{восз}} = \tau_{\text{восм}} = 900\text{с}$).

Методика исследований реализовалась следующей последовательностью шагов:

1. Исследование зависимости откликов $Y_h = \varphi_1(\vartheta_s, \vartheta_r)$ при появлении отказов оборудования ЦП с вероятностью Ротцп и соответственно для двух размеров ИБД с условием, что $\text{Р}^{\circ}\text{отвн}$ соответствует серединной точке области изменения Ротвн .

2. Исследование зависимости откликов $Y_h = \varphi_2(\vartheta_s, \vartheta_r)$ при появлении отказов ВМП с вероятностью Ротвн для тех же размеров ИБД, но при условии, что $\text{Р}^{\circ}\text{отцп}$ соответствует серединной точке области изменения Ротцп .

3. Изменение откликов ВП и РН на ЛВС при наличии совместных отказов ЦП и ВМП и при одном и том же времени их восстановления ($\tau_{\text{вос}}$).

4. Если же характер функций φ_1 и φ_2 близок к линейному, то считаем, что имеются предпосылки для линейной зависимости $Y_h = \varphi_3(\text{Ротцп}, \text{Ротвн})$. В этом случае ставится полный факторный

эксперимент по известной методике [4] для нахождения значений коэффициентов этой регрессионной зависимости.

Предложенная технология исследования надежности ЛВС была апробирована. Апробация проводилась путем серии имитационных экспериментов (ИЭ). Рассматривалось 9 вариантов сочетания параметров ВП и РН при различных значениях основных факторов ИМ ВП и РН. Для каждого сочетания значений вектора параметров ($\vartheta_{\text{рн}}$, $\vartheta_{\text{ш}}$, $V_{\text{ИБД}}$, h - номер варианта) проводилось по 6 экспериментов с различным сочетанием вероятностей отказа оборудования ЛВС:

- | | |
|--|--|
| 1. $\text{Ротцп}=0,05$; $\text{Ротвн}=0,05$; | 4. $\text{Ротцп}=0,05$; $\text{Ротвн}=0,15$; |
| 2. $\text{Ротцп}=0,15$; $\text{Ротвн}=0,05$; | 5. $\text{Ротцп}=0,05$; $\text{Ротвн}=0,30$; |
| 3. $\text{Ротцп}=0,30$; $\text{Ротвн}=0,05$; | 6. $\text{Ротцп}=0$; $\text{Ротвн}=0$. |

Были выполнены две серии ИЭ (для большого и среднего размера $V_{\text{ИБД}}$). Результаты этих экспериментов позволили сделать следующие выводы.

1. Загрузка ЦП. Чувствительность коэффициента загрузки ЦП l -го рабочего узла ($\delta\eta_{\text{цп}}$) к изменению параметра Ротцп (при $\text{Ротвн}=0,05$) мала и колеблется в узком диапазоне (от -7,8% до +5,0%). Причем, при малой скорости ЦП ($\vartheta_r < 1,0$) с ростом Ротцп растет и нагрузка ЦП, т.е. имеет место как бы фиктивный рост $\eta_{\text{цп}}$. При больших скоростях ЦП ($\vartheta_r \geq 2,0$) уже происходит падение $\eta_{\text{цп}}$ из-за увеличения вероятности отказа ЦП (Ротцп). Наблюдается слабая зависимость $\delta\eta_{\text{цп}}$ к изменению размера ИБД ($V_{\text{ИБД}}$). При фиксации $\text{Ротцп}=0,05$ и изменении параметра Ротвн чувствительность $\eta_{\text{цп}}$ колеблется в еще более узком диапазоне (-0,7% - +4,0%). Поэтому можно сделать вывод о том, что все изменения коэффициента чувствительности $\delta\eta_{\text{цп}}$ находится в диапазоне точности имитации ВП в ЛВС.

2. Загрузка ВМП. Чувствительность коэффициента загрузки ВМП $\delta\eta_{\text{вмп}}$ при $\text{Ротвн}=0,05$ существенно зависит от Ротцп . При малых скоростях ЦП ($\vartheta_r < 1,0$) также наблюдается фиктивный рост загрузки ВМП, но затем при $\vartheta_r \geq 2,0$ снова имеет место стойкое падение $\delta\eta_{\text{вмп}}$ (от 20% до 50%).

3. Качество обслуживания фоновых запросов пользователей ЛВС. Практически во всех вариантах сочетания скоростей ЦП/рабочего узла и сервера ЛВС (ϑ_r , ϑ_s) имеет место рост $T_{\text{ф}}$ из-за увеличения вероятности отказов оборудования ЛВС (Ротцп , Ротвн).

Причем δT_f имеет положительный знак. Определяющим для δT_f является фактор φ_{r1} , а φ_s играет второстепенную роль.

4. Качество обслуживания диалоговых заказов. Эксперименты показали, что имеет место падение T_d при увеличении вероятностей отказа оборудования ($R_{отц}$, $R_{отвн}$). Этот порядок объясняется снижением интенсивностей диалоговых заказов на обслуживание их в ЛВС из-за того, что при отказах оборудования они скапливаются в очередях либо к ЦП, либо к ВМП.

Общий вывод. Апробация технологии показала, что оба параметра отказа устройств ЛВС приводят к существенным изменениям откликов ВП и РН в довольно широком диапазоне их значений. Сам характер этих зависимостей близок к линейному.

Литература

1. Артамонов Г.Т. Топология вычислительных сетей и сред. - М.: Радио и связь, 1985. - 192 с.
2. Зайченко Е.Ю. Анализ и синтез структуры глобальных вычислительных сетей. - Киев: ЗАТ "Укрспецмонтажпроект", 1998. - 108 с.
3. Агеенко И.В. Метод и средства автоматизации исследования вычислительного процесса информационных систем в локальных вычислительных сетях. Автореф. дисс. к.т.н. ГГУ им. Ф. Скорины. - Гомель, 1999. - 22 с.
4. Максимей И.В., Левчук В.Д., Жогаль С.П. и др. Задачи и модели исследования операций. Ч. 3. Технология имитации на ЭВМ и принятие решений. Уч. пособие. - Гомель, БелГУТ, 1999. - 150 с.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ WEB-ПОРТАЛОВ МАРКЕТИНГОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ.

П.М. Буза
Беларусь, г. Минск

При осуществлении различных видов коммерческой деятельности, где функционирует спрос и предложение, необходимой важной задачей является быстрая обработка сложных запросов различной природы.

При проектировании различных баз данных имеется много средств для решения данного вопроса, однако, они не удовлетворяют пользователя по скорости, по эффективности, по надёжности и другим параметрам. Ниже исследована интегрированная среда Lotus Notes, на базе которой создан информационный Web-портал маркетинговой деятельности предприятия, лишённый указанных выше недостатков.

Lotus Notes представляет собой синтез семи ключевых технологий:

- документоориентированная база данных;
- система электронной почты;
- средства разработки приложений;
- система тиражирования (реплицирования) данных;
- средства календарного планирования и составления расписаний;
- Web-технологии и технологии Internet/Intranet в широком понимании.
- средства защиты информации.

Эта интегрированная среда в последнее время необычайно широко распространилась. По данным корпорации IDC в 1999 году количество пользователей Lotus Notes во всем мире увеличилось на 21,8 млн., и составило на конец 1999 года 55,3 млн.

На конец 1999 года 44% европейского рынка почтовых систем принадлежало Lotus Notes, 24% - Microsoft Exchange, 13% - Novell GroupWise и 19% - прочим системам.

Лидерство Lotus Notes на рынке систем группового программного обеспечения обеспечивается рядом присущих ему качеств и преимуществ:

- надёжность,
- масштабируемость,
- интеграция с существующей средой,