

## Технологическое моделирование вычислительного процесса распределенной обработки информации в ЛВС

В. И. СЕЛИЦКИЙ

### Введение

Распределенная обработка информации (РОИ) на локальных вычислительных сетях (ЛВС) в настоящее время существенно возросла. Поэтому проектировщики программного обеспечения ЛВС используют в своих исследованиях известные аналитические модели (АНМ) на основе аппарата теории массового обслуживания (ТМО). Больше всего исследований посвящено случаю, когда РОИ организуется параллельно на ресурсах нескольких узлов ЛВС. Однако вероятностный характер запросов ресурсов узлов ЛВС (когда времена выполнения определяются по нормальным функциям распределения) и наличие при этом вероятностных расходов ресурсов узлов ЛВС обычными режимами обработки информации на ЛВС не позволяет использовать АНМ в виде систем массового обслуживания для целей анализа ВП в ЛВС. Кроме того, для оценки ухудшения значений откликов обычных режимов использования ресурсов узлов ЛВС необходимо представить ВП в узлах ЛВС на высоком уровне детализации. В таких случаях на помощь проектировщикам ВП в ЛВС приходят имитационные модели (ИМ) ВП в узлах ЛВС [1]. Но имитация представляет собой ресурсоемкую процедуру, требующую средств автоматизации моделирования. Попытка исследования ВП в ЛВС приведена в работе [2]. Однако при этом рассматривается случай, когда решение задачи осуществляется только на одном узле. Этого недостаточно и в настоящее время актуальна разработка средств имитационного моделирования при исследовании динамики реализации ВП в ЛВС для случаев, когда некоторая задача пользователя реализуется параллельно-последовательно на нескольких узлах ЛВС. Поскольку методики исследования ВП на случай подобного рода РОИ нет, а также отсутствуют средства автоматизации для их реализации, то *актуален* весь спектр вопросов организации имитационных экспериментов, рассматриваемых в данной работе.

### 1. Описание объекта имитационного моделирования

Рассматривается ВП, в котором РОИ, который обладает следующими особенностями:

- графовая структура РОИ в ЛВС;
- РОИ реализуется при наличии использования традиционными расхода ресурсов для обработки информации на процессорах  $j$ -ых узлов ЛВС (диалогового взаимодействия с пользователем  $DR_j$ ; транзитных запросов ресурсов узла ЛВС  $TK_j$ );
- ограниченный состав ресурсов узлов ЛВС, что приводит к конкуренции компонентов ВП узлов ЛВС за эти ресурсы;
- необходимость отображения динамики использования задачами РОИ при графовой структуре взаимодействия модулей самой задачи РОИ и при наличии приоритетных режимов обработки информации в ЛВС ( $DR_j$  и  $TR_j$ ), здесь  $j$  номер узла, на котором выполняются запросы ресурсов рабочих режимов обработки информации.

Проектирование РОИ требует решение следующих задач:

- оценка снижения пропускной способности ВП режимов  $DR_j$  и  $TR_j$  при подключении задачи РОИ с графовой структурой использования процессоров различных узлов ЛВС;
- определение приоритета РОИ в ЛВС на основе оценки времени реализации РОИ в ЛВС.

## 2. Формализация РОИ с графовой структурой

Особенности объекта исследования и состава решаемых задач исследования определили необходимость новой методики формализации ВП при совместном взаимодействии всех трех режимов решения задач ( $DR_j$ ,  $TR_j$ , РОИ). Поскольку запросы ресурсов узлов ЛВС имеют вероятностную природу, то необходимо использовать процедуру Монте-Карло, с помощью которой усредняются результаты  $N$  имитационных экспериментов с ВП, в которых реализуются 1-ые реализации комбинации режимов  $DR_j$  и  $TR_j$  узлов ЛВС с РОИ, имеющие графовую структуру выполнения модулей на разных узлах ЛВС.

Представим ВП РОИ в узле ЛВС в виде вероятностного сетевого графика (ВСГР) использования ресурсов узлов ЛВС. Работами в этом ВСГР будут запросы ресурсов узлов  $j$ , а узлами являются свершения выполнения  $i$ -ых модулей РОИ. Технологическое моделирование РОИ сводится к отображению динамики выполнения  $i$ -го модуля в виде времен использования соответственно процессора и жесткого диска ( $\tau_{cpuji}$ ,  $\tau_{HDDji}$ ,  $P_{ij}$ ), где  $P_{ij}$  – вероятность использования жесткого диска  $i$ -ым модулем РОИ на  $j$ -ом узле ЛВС. Основная особенность имитации РОИ в ЛВС состоит в том, что  $i$ -ые модули РОИ могут одновременно обрабатываться на разных узлах ЛВС согласно ВСГР. Состав и структура ИМ в ЛВС при наличии всех трех режимов использования ресурсов узла ЛВС приведена в [3].

Концептуальную модель (КОМ) ВП РОИ представим с помощью «черного ящика», на входе которого действует множество параметров:

- интенсивность поступления диалоговых и транзитных запросов ресурсов ЛВС в узлах ЛВС соответственно ( $\lambda_{Dj}$  и  $\lambda_{Tj}$ );
- вероятностный граф запросов ресурсов узлов ЛВС модулями  $n$ -го варианта ( $GR_n$ );
- множество начальных размеров внешней памяти  $\{V_{HDj}\}$  на узлах ЛВС.

На выходе «черного ящика» поле  $N$  имитационных экспериментов (ИЭ) согласно процедуре Монте-Карло определяется вектор  $Y_n$  откликов ИМ ВП ЛВС, компонентами которого являются:

- время реализации РОИ ( $T_{кр}$ ) в суточном ВП в ЛВС;
- множество коэффициентов использования ресурсов узлов ЛВС  $\{\{\bar{\eta}_{cpuji} \in \bar{\eta}_{HDDj}\}\}$ .

Целевой функцией исследования является зависимость интегрального отклика реализации ВП в ЛВС от параметров моделирования

$$\max Y = \varphi(\{\lambda_{Dj}, \lambda_{Tj}\}, \{V_{HDj}\}, GR_n) \quad (1)$$

## 3. Метод имитации ВП в ЛВС при наличии РОИ

Для определения зависимости (1) предлагается многоэтапный метод имитационного моделирования ВП в ЛВС, в котором используются все режимы обработки информации. Метод реализуется следующей последовательностью этапов. На этапе 1 составляется ВСГР решения  $h$ -го варианта РОИ, отображаемая с помощью  $GR_h$ . Для реализации ИМ ВП в ЛВС разработана универсальная высоко-параметризованная ИМ ВП в ЛВС, состав и структура которой приведена в работе [4]. Эта ИМ содержит в себе ИМ РОИ в ЛВС. На этапе 2 осуществляется «запитка ИМ», верификация ИМ ВП в ЛВС, испытание и определение технологических характеристик ИМ. На этапе 3 осуществляется эксплуатация ИМ, которая реализуется следующей последовательностью шагов исследования. На *шаге 1* осуществляется задание исходной информации при решении первой задачи (оценка снижения пропускной способности ВП в ЛВС за счет подключения РОИ графовой структуры).

Предполагается совместное использование ресурсов узлов ЛВС при организации обработки информации в ЛВС, когда приоритет получения ресурсов узлов имеют режимы в следующем порядке ( $DR_j$ , РОИ,  $TR_j$ ). После серии из  $N$  ИЭ согласно процедуре Монте-Карло для каждого  $h$ -го варианта множества параметров имитации

$$X_n = (\{\lambda_{Djh}, \lambda_{Tjh}\}, V_{HDj}, GR_h) \quad (2)$$

определяется вектор откликов

$$Y_h = (\bar{T}_{kph}, \{\bar{\eta}_{cpuj}, \eta_{i\hat{a}i}\}) \quad (3)$$

Компоненты этого вектора которого усредняются по всем N реализациям ИЭ. Далее из множества вариантов параметров ВП в ЛВС выбирается вариант  $h_0$ , который максимизирует целевую функцию (1).

На *шаге 2* определяются для варианта номера  $h_0$  узкие места в организации РОИ на ЛВС. Узкими местами будут  $i$ -е модули, для которых  $\bar{T}_{kphi}$  велико. На *шаге 3* после серии экспериментов определяется приоритеты все трех режимов обработки информации в ЛВС. Выбирает такая комбинация режимов  $\{(DR_{j_0}, TR_{j_0}, ROI_{h_0})$ , которая в совокупности обеспечивает максимум целевой функции (1).

### Заключение

Реализация метода обеспечивается наличием универсальной имитационной модели ИМ ВП в ЛВС, которая настолько проста в реализации, что исследователь, не являясь специалистом по прикладной математике, может решать с ее помощью все перечисленные задачи проектного моделирования ВП ЛВС при наличии РОИ. Это обстоятельство обеспечивает эффективность исследования и перспективу использования метода проектного моделирования ВП РОИ в ЛВС.

**Abstract.** The particularities of distributed information handling in LAN as an object of modeling are considered in the paper. It also gives the formalization of distributed handling having a graph structure of the modules of network graphics information handling.

### Литература

1. Потрашкова, М. В. Методика решения задач выбора рациональной структуры ЛВС с помощью имитационного моделирования / М. В. Потрашкова // Известия Гомельского государственного университета им. Ф. Скорины, 2002. – № 6(15). – С. 155–158.
2. Селицкий, В. И. Об одном методе имитационного моделирования распределенной обработки в ЛВС / В. И. Селицкий // Известия Гомельского государственного университета им. Ф. Скорины, 2005. – № 5(32). – С. 128–131.
3. Агеенко, И. В. Программно-технологический комплекс исследования вычислительного процесса в ЛВС / И. В. Агеенко, О. В. Быченко, М. В. Потрашкова и др. // Известия Гомельского государственного университета им. Ф. Скорины, 2002. – № 6(15). – С. 136–139.
4. Быченко, О.В. Имитационное моделирование распределенной обработки информации в локальных вычислительных сетях / О. В. Быченко, В. Д. Левчук, В. И. Селицкий и др. // Киев: Ж. математичні машини і системи, 2004. – № 3. – С. 132–143.