

УДК 681.518:681.3.016

О.М. Демиденко, канд. техн. наук
(Гомельский государственный
университет им. Ф. Скорины, Беларусь)

Технология принятия проектных решений при выборе организации обработки информации в локальных вычислительных сетях

(Статью представил д-р техн. наук В.П. Симоненко)

Установлена актуальность разработки средств и технологии принятия проектных решений при выборе вариантов организации обработки информации в локальных вычислительных сетях (ЛВС). Рассмотрена концептуальная модель вычислительного процесса (ВП) и рабочей нагрузки (РН) на ЛВС. Изложена технология определения параметров ВП для узлов ЛВС, основанная на использовании классических критериев принятия решений в ходе натурального и имитационного экспериментов. Приведены результаты апробации технологии адаптации ВП к заданной РН на узлах ЛВС.

Встановлено актуальність розробки засобів та технології прийняття проектних рішень при виборі варіантів організації обробки інформації у локальних обчислювальних мережах (ЛОМ). Запропоновано концептуальну модель обчислювального процесу (ОП) та робочого навантаження (РН) на ЛОМ. Розглянуто технологію визначення параметрів ОП для вузлів ЛОМ, що базується на класичних критеріях прийняття рішень під час натурних та імітаційних експериментів. Наведено результати апробації технології адаптації ОП до заданого РН на вузлах ЛОМ.

К л ю ч е в ы е с л о в а: технология, концептуальная модель, вычислительный процесс, критерии принятия решений, локальные вычислительные сети.

При анализе организации обработки информации на локальных вычислительных сетях (ЛВС), реализованных на современной вычислительной технике (ВТ) с передовыми информационными технологиями обслуживания (ИТО) пользователей, администрация информационных предприятий нередко испытывает трудности. Отсутствуют доступные широкому кругу специалистов методики и средства их реализации при организации мониторинга параметров вычислительного процесса (ВП) и рабочей нагрузки (РН) на ЛВС. Фирмы, поставляющие на рынок программное обеспечение (ПО) и ВТ, не обеспечивают пользователей ни средствами измерения параметров ВП и РН на ЛВС, ни методиками их разработки и использования. Кроме того, большинство методик исследования ЛВС ориентировано на исследование сетевых аспек-

тов организации обработки информации аналитическими методами теории массового обслуживания [1, 2].

Все многообразие способов анализа функционирования ВП в ЛВС можно разделить на четыре класса:

- 1) прямые измерения на основе трассирования и формирования периодической выборки;
- 2) экспериментальные исследования состояния ЛВС на основе математической статистики;
- 3) аналитические исследования, позволяющие оценить показатели качества ЛВС в различном состоянии с помощью теории случайных процессов;
- 4) имитационное моделирование ВП и РН на ЛВС.

Для анализа первого класса используются следующие имитационные средства.

Программный продукт PATROL фирмы BMC SOFTWARE [5]. Утилиты пакета централизованно собирают и хранят всю информацию о функционировании ЛВС. Недостатком пакета является ориентация на жестко закрепленную структуру пользовательского ПО и необходимость вмешательства администратора во все виды конфликтных ситуаций, возникающих при подготовке ЛВС к работе.

Пакет Unicenter TNC фирмы Computer Associates [6] — обеспечивает возможность контроля за работой ЛВС. Тип собираемой информации выбирается из стандартизированных наборов данных. Однако возможности настройки ВП в ЛВС к требованиям исследователя весьма ограничены. Кроме того, предполагается наличие жестких связей между модулями пакета.

Пакет PerfWiew фирмы Hewlett Packard [6] — ориентирован на исследование распределенных систем обработки. Недостатком пакета является узкая направленность на исследование жестко заданного вида РН и программное обеспечение пользователей.

Особенности реализации перечисленных пакетов обусловлены их привязкой к определенной операционной системе, структуре пользовательского ПО и аппаратной базе.

Исследования второго класса возможны с помощью набора утилит пакета Response Probe [5] для моделирования РН на ЛВС. Основное назначение этого пакета — тестирование программной и аппаратной конфигурации компьютеров, входящих в состав ЛВС. Недостатком пакета является его пассивность при оценке реакции РН и алгоритмов операционной системы ЛВС к изменению их характеристик.

Пакет Win Bench 99 фирмы ZDNet [7] относится к классу тестовых систем. Достоинством пакета является широкая доступность и направленность

на распространенные классы операционной системы и аппаратной базы ЛВС, а недостаток заключается в том, что с его помощью можно оценить лишь единственное изменение конфигурации ЛВС. При этом прогнозирование прироста производительности от такого изменения не предусмотрено.

Для исследований третьего класса используется пакет Unicenter TNC [6]. Исследователь может получить моментальный «срез» параметров производительности ЛВС. Недостатком этого пакета является ориентация на исследование серверов ЛВС и неприменимость его к оценке производительности рабочих станций конечных пользователей и промежуточных узлов, функционирующих под управлением операционной системы Windows 9X.

Исследования четвертого класса возможны также с использованием пакета Response Probe [5]. С помощью систем тестов и утилит можно моделировать диапазон ожидаемых реакций системы. Однако РН, используемая при моделировании ВП, не связана с реальным ВП в узлах ЛВС и задается вероятностными распределениями. При этом имитационный эксперимент (ИЭ) не будет отражать характер РН конкретного узла ЛВС, а будет лишь характеризовать общие зависимости.

Итак, ни один из рассмотренных пакетов программ не является достаточным для анализа ВП и РН на узлах ЛВС под управлением операционной системы Windows 9X. Основным недостатком существующих систем мониторинга ВП является, либо недостаточная глубина детализации ВП и невозможность прогнозирования изменения загрузки сети при изменении операционной обстановки, в том числе при включении новых сегментов ЛВС или активного оборудования.

Наконец, обоснованием необходимости создания еще одной системы мониторинга можно считать то, что проблемам использования ВТ и ПО на узлах ЛВС уделяется недостаточно внимания. Указанные причины определяют актуальность разработки средств мониторинга параметров ВП и РН на узлах ЛВС, работающих под управлением современных операционных систем (ОС), и создания методики их использования.

В Гомельском государственном университете разработан программно-технологический комплекс исследования (ПТКИ) ВП и РН на узлах ЛВС [3]. Рассмотрим концептуальную модель ВП и РН на узлах ЛВС и технологию использования ПТКИ при организации обработки информации в ЛВС.

Концептуальная модель ВП и РН на ЛВС. Представим, что ЛВС состоит из традиционных компонентов ВТ, главным из которых является персональный компьютер (ПК), имеющий в качестве ОС Windows основных модификаций. При этом ВП осуществляется с высоким уровнем детализации. Декомпозиция ПК на составные части соответствует аппаратным частям ПК:

процессор (*CPU*), жесткий диск (*HDD*), видеоконтроллер (*VID*), сетевой адаптер (*NET*), оперативная память (*MEM*). Все эти компоненты считаются ресурсами ЛВС, а ПО реализует свои алгоритмы в виде отдельных процессов. Объединение компонентов ЛВС осуществляется на основе множества процессов, выполняемых в контексте ОС Windows.

Концептуальная модель ВП и РН является упрощенным алгоритмом реальной ЛВС, состоящей из многоуровневой конструкции взаимосвязанных элементов, объединенных в подсистемы различных уровней. Рабочая нагрузка на узел ЛВС может осуществляться на шести уровнях детализации: топологии ЛВС, функционирования узла ЛВС, выполнения задач пользователей, создания и взаимодействия процессов, использования ресурсов, организации ОС интерфейсов между процессами.

Основной предпосылкой для построения моделей РН на каждом из перечисленных уровней детализации является полумарковское представление взаимодействий компонентов ВП и запросов РН на ЛВС. Для этого ВП и РН на каждом уровне описывается соответствующим графом:

- топологий (GR_1),
- связи узлов в ЛВС (GR_2),
- связи одна с другой пользовательских задач (GR_3),
- связи программных модулей для различных пользовательских задач (GR_4),
- связи процессов при реализации программных модулей (GR_5),
- программных потоков, реализующих выполнение процессов (GR_6),
- выполнения ОС системных функций по запросам процессов (GR_7),
- выделения ресурсов ЛВС при реализации интерфейсных функций (GR_8).

Как видим, существует иерархия вложенности графов один в другой. На верхнем уровне иерархии находится GR_1 , а на самом нижнем (при максимальном уровне детализации ВП) — GR_8 . Это позволяет рассматривать следующие аспекты функционирования реальных процессов:

- последовательность состояний решаемой задачи,
- функционирование ОС,
- разделение ресурсов ЛВС процессами.

Вычислительный процесс в ЛВС рассматривается на четырех уровнях представления по возможности декомпозиции на части и по связям между ними: сетевое взаимодействие, укрупненные программные модули ($ПМ_j$), выполняемые функции и отображение процессов использования ресурсов системы. Предполагается, что весь спектр задач реализуется конечным набором модулей типа $ПМ_j$ ($j = \overline{1, 7}$):

- $j = 1$, ввода информации;
- $j = 2$, обработки информации в информационной базе данных (ИБД);
- $j = 3$, корректировки информации в ИБД;
- $j = 4$, удаления информации из ИБД;
- $j = 5$, формирования отчета по информации из ИБД;
- $j = 6$, печати информации из ИБД;
- $j = 7$, проведения математических расчетов (к ИБД не обращается).

Рабочая нагрузка представляет собой поток задач. Каждая из задач i -го пользователя декомпозируется в виде графа ($GRPM_i$), узлами которого являются ПМ $_j$, а дуги определяют возможные передачи управления ОС на ПМ $_j$. Граф $GRPM_i$ описывается следующими характеристиками динамики использования в ЛВС ресурса CPU:

$MP_{ikj} = \|P_{ikj}\|$ — матрица вероятностей перехода с k -го на j -й ПМ в задачах i -го пользователя;

$MF_i t_{kj} = \|F_i t_{kj}\|$ — матрица, компонентами которой являются функции распределения длительностей использования ресурса CPU в задачах i -го пользователя модулями j -го типа при условии передачи управления с ПМ $_k$;

P_{0i} — вектор вероятностей выбора ПМ $_j$ в качестве начального в последовательности ПМ $_j$ длиной n_i при выполнении i -й задачи.

Использование ресурсов ИБД запросами ПМ $_j$ описывается графом $GRBD_j$, для задания параметров которого необходимо указать:

$Mq_{jls} = \|q_{jls}\|$ — матрица вероятностей запросов ПМ $_j$ s -го модуля ИБД при условии, что перед этим был использован первый модуль ИБД;

$MF_j V_{ls} = \|F_j V_{ls}\|$ — матрица, компонентами которой являются функции распределения объема (V_{ls}) ресурса;

HDD s -м модулем ИБД при условии, что перед этим использовался первый модуль ИБД по запросам ПМ $_j$;

q_{ji} — вектор вероятностей выбора первого модуля ИБД в качестве начального в их последовательности длиной v_j при обслуживании ПМ $_j$.

Определяющим параметром РН на узел ЛВС является интенсивность (λ_i) поступления запросов от пользователя i -го типа. Таким образом, структуру и состав РН на узел ЛВС можно описать набором следующих параметров РН:

использование ресурса CPU i -ми запросами пользователей (MP_{ikj} , $MF_i t_{kj}$, P_{0i} , n_i);

использование ПМ $_j$ распределенной ИБД (Mq_{jls} , $MF_j V_{ls}$, q_{jl} , v_j);

вектор интенсивности поступления запросов от различных типов пользователей.

Будем рассматривать три типа пользователей, работающих с различной интенсивностью в следующих режимах взаимодействия с ЛВС: пакетная

обработка заданий в фоновом режиме (λ_{ϕ}), диалоговое взаимодействие с узлом ЛВС ($\lambda_{л}$), удаленная обработка заданий с транзитом через данный узел ($\lambda_{т}$). Поскольку в реальных условиях руководство информационного предприятия обычно ограничено в варьировании ресурсов, то состав параметров ВП в реальной ЛВС существенно меньше, чем в имитационной модели (ИМ) ВП узла ЛВС.

В предлагаемой концептуальной модели ВП различаем следующие группы параметров:

отображение наличных ресурсов оперативной памяти (V_{MEM}) и размеров ИБД ($V_{ИБД}$); технологические характеристики CPU: ϑ_{CPU} — скорость обработки информации на CPU рабочих станций; ϑ_{SER} — скорость обработки информации на CPU сервера;

скорость доступа к данным на жестком диске (ϑ_{HDD});

длительность режима исследования ВП ($T_{ж}$).

Дополнительным параметром ВП является тип используемой ОС Windows (TOS).

Отклики реальной ЛВС и ее ИМ практически совпадают. Основным откликом, характеризующим качество обслуживания запросов пользователей ЛВС, следует считать время ответа системы на запросы пользователей i -го типа (T_{ji}).

Качество ВП характеризуется вектором степени загрузки основных ресурсов узла ЛВС ($\eta_{CPU}, \eta_{SER}, \eta_{HDD}, \eta_{MEM}, \eta_{VID}, \eta_{NET}$). Дополнительной характеристикой качества ВП является сбалансированность загрузки компонентов в динамике обработки информации, которая определяется:

средней длиной $l_{очл}$ и временем ожидания $t_{ожл}$ запросов пользователей в очереди к первому ресурсу узла ЛВС;

числом запросов пользователей, побывавших в очереди $\gamma_{очл}$ в процентах от общего числа запросов, обслуженных первым ресурсом.

Технология определения параметров ВП и РН на узлы ЛВС. Все характеристики концептуальной модели ВП и РН являются статистиками, которые необходимо либо измерить в ходе натурального эксперимента (НЭ), либо определить при организации ИЭ на имитационных моделях ВП и РН на узлы ЛВС. Отсутствие стандартных средств их измерения в НЭ и высокотехнологичных средств автоматизации ИЭ определило необходимость разработки специального инструментария исследователя, каким явился [3]. В дальнейшем будем предполагать, что ПТКИ обеспечивает измерение параметров ВП и РН в ходе НЭ и определение откликов концептуальной модели ВП и РН в ходе ИЭ. По результатам НЭ либо ИЭ проводится анализ загрузки оборуду-

дования ЛВС и оценка качества обслуживания пользователей по единой технологии.

Проведем поэтапное исследование параметров ВП и РН на узлах ЛВС.

1. Постановка неуправляемого натурального эксперимента (ННЭ).
2. Классификация и построение моделей РН.
3. Постановка управляемого натурального эксперимента для адаптации ВП под РН на ЛВС.

4. Создание или выбор ИМ ВП и РН на ЛВС и постановка ИЭ для выбора рационального состава параметров оборудования и ПО узла ЛВС.

5. Адаптация ВП к РН на ЛВС с помощью ИЭ.

На этапе 1 подсистема SYSMON, входящая в состав ПТКИ, подключается в операционную среду ОС Windows и устанавливает при этом режим накопления в ИБД ПТКИ статистики о функционировании компонентов реальной ЛВС. По данным НЭ средствами ПТКИ проводится анализ операционной обстановки в узлах ЛВС. Результатом этого анализа является принятие решения о необходимости проведения адаптационных работ ВП под существующую статистически устойчивую РН. Параметры интенсивности λ_i запросов пользователей могут меняться. Поэтому задача адаптации должна решаться на основе процедур принятия решений в условиях неопределенности значений λ_i . В случаях, когда загрузка оборудования узла ЛВС незначительна (имеется запас мощности ЛВС) либо параметры качества обслуживания пользователей ($T_{жi}$) удовлетворяют исследователя, могут приниматься решения о нецелесообразности проведения адаптационных мероприятий. Во всех остальных случаях переходим к следующему этапу.

На этапе 2 результаты НЭ обрабатываются и выделяются классы пользователей, обладающие типовыми запросами ресурсов ЛВС для построения ИМ РН и последующего использования ИМ РН в ходе серий ИЭ. В соответствии с концептуальной моделью взаимодействие ВП с РН представляется в виде совокупности полумарковских моделей, определяющих алгоритмы поведения пользователей на входе узлов ЛВС и запросы ресурсов узла ЛВС процессами пользователей, являющиеся реализациями графа взаимодействия ПМ_i один с другим через системные блоки сетевого варианта ОС Windows. В результате этапа 2 исследователь создает набор ИМ РН на узел ЛВС, которые объединяются в библиотеку ИМ LIB.IMRN [3].

На этапе 3 организуется УНЭ. Обычно возможности модификации состава оборудования и ресурсов узла ЛВС у исследователей невелики. Технология адаптации ВП под РН на реальный узел ЛВС основана на измерении с помощью ПТКИ статистик ВП и РН в ходе каждого варианта

состава ресурсов ЛВС и вектора интенсивностей запросов пользователей ($\lambda_i, i = \overline{1,3}$). Обобщенный отклик узла ЛВС W_{sh} определяется в виде некоторой функции Φ при s -й комбинации значений параметров ВП ($PARVP_s = (TOS_s, V_{MEM_s}, \vartheta_{CPU_s}, \vartheta_{HDD}, T_{IC})$) и h -й комбинации значений параметров РН ($PARRN_h = (\lambda_{\Phi h}, \lambda_{dh}, \lambda_{th})$).

Можно использовать самые различные типы функций Φ . Будем предполагать, что Φ является аддитивной функцией, значения которой вычисляются по статистикам ST_k , измеренным с помощью SYSMON ПТКИ, на основе весовых коэффициентов важности для исследователя значений k -й статистики δ_k по формуле:

$$W_{sh} = \sum_k \delta_k ST_k, \quad (1)$$

где $0 \leq \delta_k \leq 1$; $\sum_k \delta_k = 1$; $ST_k = (\eta_{CPU}, \eta_{HDD}, \eta_{MEM}, \eta_{VID}, \eta_{NET}, Z_{\Phi}, Z_d, Z_T)$; Z_i — приведенные статистики качества обслуживания пользователя i -го типа, вычисляемые по формулам:

$$\rho_i = \frac{1}{T_{жи}^i}; \quad Z_i = \frac{\rho_i}{\rho_{Mi}}; \quad \rho_{Mi} = \max_i \rho_i \quad (2)$$

Применение статистики Z_i позволяет одинаково трактовать задачу рационального выбора вариантов сочетания размеров ресурсов узла ЛВС при различных интенсивностях поступления РН на узел ЛВС как задачу максимизации критерия W_{sh} . Отметим, что в (1) все составляющие ограничены на интервале $[0, 1]$ и одинаковым образом изменяются. Как известно, любая комбинация весовых коэффициентов δ_k определяется соответствующей стратегией выбора. Предлагается шесть различных стратегий качества ВП и РН:

1. Равновероятная важность значений всех компонентов вектора откликов ($\delta_k = 0,125$; $k = \overline{1,8}$).
2. Первостепенная загрузка CPU и HDD ($\delta_1 = \delta_2 = 0,30$; $\delta_3 = \delta_4 = \delta_5 = \delta_6 = \delta_7 = \delta_8 = 0,066$).
3. Важнее всего качество обслуживания диалоговых запросов ($\delta_7 = 0,4$; $\delta_1 = \delta_2 = \delta_3 = \delta_4 = \delta_5 = 0,1$; $\delta_6 = \delta_8 = 0,05$).
4. Наиболее важна загрузка CPU рабочих станций ($\delta_1 = 0,6$; $\delta_k = 0,057$; $k = \overline{2,8}$).
5. Важнее всего загрузка HDD узла ЛВС ($\delta_1 = 0,2$; $\delta_2 = 0,6$; $\delta_k = 0,033$; $k = \overline{3,8}$).
6. Сбалансированный компромисс между качеством обслуживания диалоговых запросов и использованием оборудования узла ЛВС ($\delta_1 = 0,2$; $\delta_2 = 0,05$; $\delta_3 = 0,5$; $\delta_4 = \delta_5 = \delta_6 = \delta_7 = 0,06$).

Весовые коэффициенты важности δ_k обычно задаются из априорных сведений. Выбор их значений определяется, исходя из конкретной ситуации с составом и дефицитом ресурсов ЛВС на данном предприятии. При длительной эксплуатации и регулярном анализе узких мест с помощью имитационной модели ВП статистическим указателем коэффициентов δ_k могут служить длины очередей и времена преобразования запросов пользовательских задач к этим ресурсам.

Выбор рационального сочетания параметров ВП (ресурсов ЛВС) при различных состояниях РН (интенсивностях λ_i) осуществляется на основе следующих процедур, реализующих классические критерии принятия решений при $s = 1, 15$; $h = 1, 3$.

1. Усредненный критерий выбора рационального варианта ВП:

$$\max_s (W_{sh} = \frac{1}{2} (\max_h W_{sh} + \min_h W_{sh})).$$

2. Оптимистическая оценка варианта:

$$\max_s (W_{sh} = \max_h W_{sh}).$$

3. Пессимистическая оценка вариантов:

$$\max_s (W_{sh} = \min_h W_{sh}).$$

4. Оценка по принципу нейтралитета:

$$\max_s (W_{sh} = \frac{1}{8} \sum_{h=1}^8 W_{sh}).$$

5. Критерий «сожалений» Севиджа:

$$\min_h (W_{sh}'' = \max_h (\max_s W_{sh} - W_{sh})).$$

Таким образом, ПТКИ представляет исследователю широкие возможности анализа качества ВП и РН путем комбинации различных стратегий важности организации ВП и критериев оценки обобщенного показателя W_{sh} при различных вариантах сочетания параметров (s) и различных вариантах РН (h), поступающей на узел ЛВС. Заметим, что данная методика выбора рационального варианта параметров ВП при выбранной структуре ИБД и имеющейся РН на узел ЛВС одинакова как для НЭ, так и для ИЭ. В тех случаях, когда возможностей НЭ недостаточно для выбора рационального варианта ВП и РН исследования продолжаются.

На этапе 4 исследователь либо создает новую ИМ ВП и РН, либо выбирает из библиотеки готовых параметризованных ИМ (IMLVS) конкрет-

ную структуру и состав ее компонентов. Для этой цели используется технология разработки СМ MICIC [4] и средства ее технологической поддержки, которые в совокупности составляют базовое программное обеспечение ПТКИ. При задании параметров *IMLVS* используются результаты этапа 2. Эта операция реализуется по методикам, изложенным в [4]. С помощью библиотеки испытания моделей (*ISPIM*) с помощью ПТКИ проводятся следующие работы: оценивается точность имитации конкретного варианта *IMLVS*, измеряется длина переходного периода имитации при «разгоне» ИМ до рабочего состояния, оценивается чувствительность откликов *IMLVS* к вариациям параметров *IMLVS*, проверяется устойчивость процесса имитации. Затем для случая, когда у *IMLVS* имеется реальный аналог, определяется адекватность ИМ.

После верификации и проверки адекватности *IMLVS* исследователь может приступить к серии ИЭ по подготовленному заранее плану эксперимента. По результатам каждого ИЭ в ИБД ПТКИ накапливается статистика имитации. Обработка этой статистики ведется средствами анализа статистики ПТКИ по методикам адаптации ВП под РН на ЛВС, которые использовались на этапе 3.

Обобщенный отклик *IMLVS* рассчитывается по формулам (1) и (2). Однако число слагаемых в них будет больше, поскольку при имитации возрастают возможности варьирования составом ресурсов узла ЛВС и заданием различных сочетаний интенсивностей запросов пользователей. Выбрав рациональный состав ресурсов узлов ЛВС, можно переходить к имитации ВП во всей ЛВС, объединяющей несколько узлов.

На этапе 5 исследователь с помощью ПТКИ объединяет *IMLVS* отдельных узлов в единую ИМ ЛВС. Здесь главной задачей исследований является определение на *IMLVS* диапазонов изменения параметров уровня сетевого взаимодействия. Безусловно, на первый план выступает качество обслуживания запросов пользователей. Поэтому наиболее вероятны третья и пятая стратегии организации ВП в ЛВС при известной структуре ИБД и заданном составе задач, решаемых на ЛВС.

Результаты апробации технологии адаптации ВП под заданную РН на узлах ЛВС. Для проведения НЭ было использовано 13 вычислительных комплексов различных конфигураций. Все компьютеры были объединены в общую ЛВС в рамках одного домена сети Ethernet. Суммарное время сбора статистики при исследовании ВП в узле ЛВС составило 300 часов машинного времени. На рис. 1, а, б приведены графики зависимости $t_{\text{ОБС}j}$ программных модулей МСЧ и МОБ, работающих под управлением трех типов ОС (Windows ME, Windows 98, Windows 95), от размера памяти ($V_{\text{ОЗУ}}$), а в таблице — численные значения этих зависимостей. Зависимости изменения $t_{\text{ОБС}j}$ тех же ПМ_j от скорости

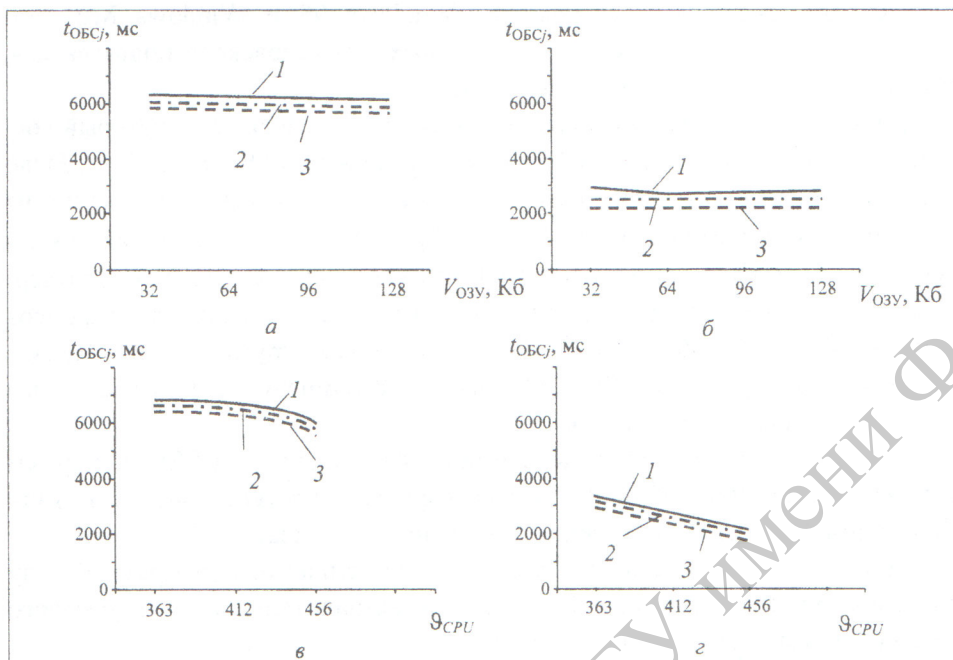


Рис. 1. Графики изменения $t_{\text{ОБС}_j}$ программных модулей при трех типах ОС Windows: 1 — Win'98, 2 — Win'95, 3 — Win'98; а, в — для МСЧ; б, г — для МОБ

работы процессора Ω_{CPU} (число операций в секунду) приведены соответственно на рис. 1, в, г.

В ходе УНЭ с погрешностью 3 % установлены следующие особенности режима обслуживания ОС Windows запросов пользователей.

1. Наблюдается нелинейный характер зависимости времени выполнения ПМ_j ($t_{\text{ОБС}_j}$) от $V_{\text{ОЗУ}}$. Менеджер ОС, отвечающий за распределение памяти, увеличивает потребление системного ресурса при возрастании интенсивности запросов пользователей.

2. При увеличении скорости CPU рабочих станций (Ω_{CPU}) нелинейно уменьшается значение $t_{\text{ОБС}_j}$. В то же время, коэффициент растяжения временной диаграммы ВП изменяется всего на 2 %.

Суммарное время использования CPU при обслуживании ОС Windows запросов пользователей представим как накладные расходы на организацию ВП. Поскольку разные версии ОС Windows используют разные дисциплины обслуживания прерываний и запросов пользователей, было проведено сравнение затрат ресурса CPU тремя типами ОС Windows. Оказалось, что накладные расходы на организацию ВП в ОС Windows98 почти вдвое

превосходят накладные расходы ОС Windows 95 и Windows ME. Это означает, что для класса задач, характерных для вузовского пользователя, Windows 95 является наименее эффективной.

Далее был проведен управляемый натурный эксперимент, который состоял из 24 вариантов сочетаний трех параметров: тип ОС, V_{O3y} , ϑ_{CPU} . Было установлено, что изменение V_{O3y} не оказывает существенного влияния на величину вектора откликов (η_{CPU} , η_{HDD} , $T_{ж.д}$). Отклонение значений компонент этого вектора для разных типов ОС находилось в пределах 5%. Подтвердилась гипотеза о том, что при одинаковых временах обслуживания запросов в среде ОС Windows98 ресурс CPU занят меньше других. Однако время, потерянное на простоях CPU, ОС Windows98 компенсирует за счет более оптимальной работы с дисками.

При выборе оптимального варианта конфигурации узла ЛВС по первым четырем критериям наблюдается значительная чувствительность к типу выбранной стратегии вычисления обобщенного показателя. При этом само значение показателя W_{sh} может изменяться практически в два раза. К типу критериев чувствительность W_{sh} оказалась незначительной в силу малого числа составляющих вектора откликов.

В ходе ИЭ ставилась задача выбора состава параметров модели, которые дают максимум отклика W_{sh} по каждой из шести стратегий. Чтобы достичь одинаковых условий с НЭ, на ИМ в рабочей области исследований были зафиксированы параметры λ_{ϕ} , λ_{τ} и структуры ИБД (STR). В качестве переменных рассмотрены следующие параметры: размер ИБД ($V_{ИБД}$), $\lambda_{д}$, ϑ_{CPU} . Число откликов в ИЭ было увеличено до пяти: η_{CPU} , η_{HDD} , $T_{ж.д}$, $T_{ж.т}$, $T_{ж.ф}$. Параметры $\lambda_{д}$ и ϑ_{CPU} варьировались на пяти уровнях значений, а параметр $V_{ИБД}$ изменялся на трех уровнях (типовых размеров ИБД).

На рис. 2 приведены графики изменения откликов $T_{ж.д}$ в зависимости от интенсивности поступления диалоговых запросов $\lambda_{д}$ при информационной

ϑ_{CPU}	Время отклика $T_{ж.д}$ при $\lambda_{д}$				
	$45,8 \pm 11,2$	$58,3 \pm 13,7$	$70,8 \pm 16,2$	$80,8 \pm 20,1$	$90,8 \pm 24$
0,66	26,65539	28,05400	28,24733	29,20450	26,62600
1,00	16,27133	16,07589	16,46294	15,08644	16,08689
2,00	7,12078	7,17689	7,20422	7,12717	7,04222
4,00	3,33961	3,36211	3,22783	3,18967	3,34683
6,66	2,04494	1,93283	1,99478	1,90389	1,90600

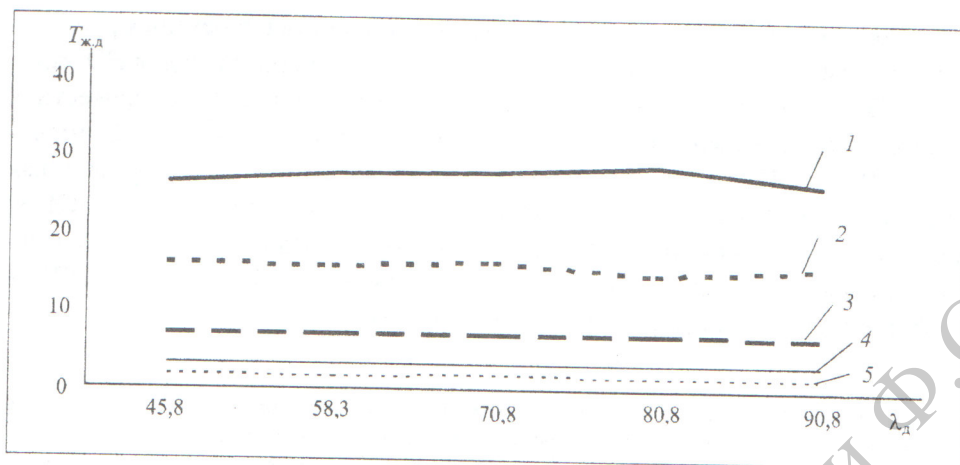


Рис. 2. Зависимость времени отклика $T_{ж.д.}$ от $\lambda_{д.}$ при информационной базе данных среднего размера: 1 — $\vartheta_{CPU}=0,66$; 2 — $\vartheta_{CPU}=1,00$; 3 — $\vartheta_{CPU}=2,00$; 4 — $\vartheta_{CPU}=4,00$; 5 — $\vartheta_{CPU}=6,66$

базе данных среднего размера и разных скоростях CPU (ϑ_{CPU}). Скорости CPU приведены в относительных единицах (скорость процессора IBM286 принимается за единицу).

По данным исследований на ИМ ВП и РН сделаны следующие выводы.

Все параметры качества обслуживания пользователей узлов ЛВС ($T_{ж.д.}$, $T_{ж.т.}$, $T_{ж.ф.}$) практически не зависят от $\lambda_{д.}$ в области сбалансирования РН с ВП. Причем зависимость этих откликов носит экспоненциальный характер. Это обстоятельство обеспечивает возможность использования аналитических моделей ВП.

Значения откликов ($T_{ж.д.}$, $T_{ж.т.}$, $T_{ж.ф.}$) существенно зависят от ϑ_{CPU} , что совпадает с данными НЭ.

Эти выводы справедливы для всех размеров ИБД, что свидетельствует о незначительном влиянии $V_{ИБД}$ на ВП для заданного класса РН, использованного при апробации данной технологии исследований.

Результаты проверки эффективности методики адаптации ВП под РН позволили установить следующее.

Согласно всем типам критериев принятия решений самой чувствительной оказалась стратегия, когда исследователь придает доминирующее значение обслуживанию заказов диалогового пользователя.

Было подтверждено, что аналогично НЭ по критерию Севиджа следует оценивать качество ВП с точки зрения администрации ЛВС, а все остальные критерии годятся для оценки качества узла ЛВС с точки зрения пользователей ЛВС.

Таким образом, предложенная технология принятия проектных решений при выборе состава и структуры ресурсов является единой как для НЭ, так и для ИЭ. Расширение использования этой технологии должно привести к необходимости ее модификации. Поэтому приведенное описание формализации ВП и РН и методик его использования следует рассматривать как первую апробированную версию. Благодаря малой ресурсоемкости ПТКИ [3] появляется возможность широкого использования предложенной технологии исследований при адаптации ВП под существующую РН на узлах ЛВС в информационных предприятиях и учреждениях.

The urgency of facilities and technology development of designed decision assumption is established by choosing variants of information processing organization in local computer networks (LCN). A conceptual model of computational process and working load in LCN is proposed. A technology of computational process parameter definition is given for LCN units based on using classic criteria of decision assumption in natural and imitation experiments. The approbation results of computation process adaptation to the given working load on LCN units are presented.

1. Зайченко Ю. П., Гонга Ю. В. Структурная оптимизация сетей ЭВМ. — К.: Техніка, 1986. — 168 с.
2. Зайченко Е. Ю. Анализ и синтез структуры глобальных вычислительных сетей. — К: ЗАО «Укрспецмонтажпроект», 1998. — 108с.
3. Демиденко О. М., Ворух А. В., Быченко О. В. и др. Система мониторинга параметров вычислительного процесса и рабочей нагрузки на узлах локальных вычислительных сетей // Реєстрація, зберігання і обробка даних. — 2001. — 2, № 3. — С. 72—85.
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.
5. Ресурсы Microsoft Windows NT Workstation 4.0. — СПб.: БХВ, 1998. — 800 с.
6. Феррари Д. Оценка производительности вычислительных систем/Под ред. В. В. Мартынюка. — М.: Мир, 1981. — 576 с.
7. Максимей И. В. Имитационное моделирование на ЭВМ. — М.: Радио и связь, 1988. — 232 с.

Поступила 28.09.01;
после доработки 30.07.02

ДЕМИДЕНКО Олег Михайлович, канд. техн. наук, доцент, зав. кафедрой Гомельского государственного университета им. Ф. Скорины, который окончил в 1982 г. Область научных исследований — технологии обработки информации в ВС и сетях ЭВМ.