

Демиденко О.М., Быченко О.В., Максимей И.В., Агеенко И.В.

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА В ЛОКАЛЬНЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЯХ С РАСПРЕДЕЛЕННОЙ БАЗОЙ ДАННЫХ

В качестве объекта имитации выбран вычислительный процесс (ВП) с распределенной информационной базой (РИБД). Излагаются принципы формализации ВП и рабочей нагрузки (РН) на локальную вычислительную сеть (ЛВС). Сформулирована методика реализации имитационных моделей (ИМ) ВП и РН на ЛВС. Приведены результаты апробации ИМ.

Введение. Моделированию организации ЛВС посвящено много внимания [1, 2, 4]. Чаще всего используются аналитические модели ВП и РН на ЛВС. При этом решаются задачи оптимального выбора маршрутов транспортировки данных по сети. Но результаты подобных исследований зачастую далеки от реальных. Это обусловлено тем, что из рассмотрения выпали следующие два важных фактора, влияющие на ВП и РН на ЛВС. Во-первых, не учитывается конкуренция запросов пользователей за ресурсы ЛВС. Во-вторых, не учитывается влияние распределенной РИБД на параметры ВП и РН на ЛВС. Кроме того, известно, что реализация алгоритмов маршрутизации и обслуживания транзитных запросов использует не более 10% от общего ресурса ЛВС. Очевидно, что при таком удельном весе расхода ресурсов сети на организацию режима обслуживания транзитных запросов по сети трудно рассчитывать на реальные прогнозы загрузки ЛВС и качества обслуживания пользователей в фоновом и диалоговом режимах взаимодействия с ЛВС. Вышеизложенное убеждает в необходимости повышения уровня детализации ВП в ЛВС при проектном моделировании вариантов организации ЛВС.

Вторым важным аспектом проектного моделирования ВП на высоком уровне детализации является необходимость учета состава, структуры и связей задач пользователей при наличии распределенной информационной базы данных (РИБД). Запросы программных модулей (ПМ_j) к РИБД имеют стохастический характер и последовательность их видов и запросы на размеры обрабатываемой или используемой информации из РИБД могут колебаться в широких пределах. Зачастую эти запросы на данном уровне детализации ВП могут образовывать цепочки ПМ_j, использующих различные модули РИБД. Это обстоятельство существенным образом влияет на ВП и РН на ЛВС. Поэтому исследование зависимостей характеристик ВП от размеров и структуры РИБД является весьма актуальным. В данной работе приводятся некоторые результаты подобного исследования при статистически стабильной РН на ЛВС.

Содержательное описание ВП и РН на ЛВС с распределенной ИБД. Объектом исследования является программно-технологический комплекс информационного предприятия (ИП), представляющий собой реализацию автоматизированной информационной системы (АИС) на типовой ЛВС с РИБД. Структура АИС определяет состав программных компонент (операционную систему и задачи пользователей). Оборудование включало в себя: центральный процессор (ЦП), внешнюю память (ВНП), оперативную память (ОП), периферийные устройства и связанное оборудование сети. Задачи пользователей состоят из программных модулей (ПМ_j), $j=1,6$. Функционирование задач пользователей представляется в виде графа GRM, состоящего из нескольких подграфов GR_l (по числу узлов ЛВС, l – номер узла ЛВС). Узлами GR_l являются ПМ_j, а вероятности передачи управления между модулями задаются матрицей переходов (MP_{jj+1}). РИБД является важнейшей компонентой АИС и представляется в виде другого графа (GRB_l), узлами которого являются модули РИБД (MDk_l), а дуги между ними определяют связи между MDk_l. Структура этих связей задается булевой матрицей MSk_l.

ВП в ЛВС организуется следующим образом. ЦП узлов ЛВС и сервера являются местами выполнения ПМ_j и программ ОС. Выполнением ПМ_j управляет ОС узлов ЛВС,

организуя их очереди к ЦП и реализуя дисциплину взаимодействия ПМ_j с MDk_l. Рассматривался вариант, когда РИБД ЛВС размещается в узлах ЛВС. Причем, РИБД каждого узла размещается во ВНП_l. Поэтому процесс взаимодействия любого ПМ_j с ВНП_l описывается как обращение к MDk_l, подразумевая их как единое целое (РИБД и ВНП). Ресурс ОП выделяется полностью запросу пользователя *i*-го типа, обслуживаемому соответствующим ПМ_j в течение некоторого временного интервала ($t_{обсji}$). Доступ запросов пользователей к устройствам вывода *l*-го узла осуществляется соответствующим ПМ_j и реализуется также в течение соответствующего интервала времени ($t_{обсji}$).

РН на входе узлов ЛВС считаем однотипной и статистически неизменной в ходе исследования ВП. Неизменным также предполагаем состав оборудования узла ЛВС.

В ходе исследования в качестве управляющих параметров ВП и РН на ЛВС использовались:

$(\lambda_{\Phi l}, \lambda_{Дl}, \lambda_{Тl})$ – вектор интенсивностей поступления запросов пользователей на обработку информации из РИБД ЛВС;

ϑ_{pl} – скорость обработки информации ЦП *l*-го рабочего узла;

ϑ_s – скорость работы ЦП сервера, являющегося одновременно и рабочим узлом;

STR_l – структура базы данных *l*-го узла ЛВС.

Три компоненты вектора интенсивностей поступления запросов пользователей задают РН для трех режимов обработки информации из РИБД при реализации ВП в ЛВС. Каждый тип РН определяет поток запросов пользователей соответственно в фоновом, диалоговом и транзитном режимах обработки ПМ_j информации, извлекаемой из соответствующих модулей РИБД. Обработка информации в узлах ЛВС осуществляется ПМ_j, обслуживающих различные запросы пользователей, в режиме многозадачности. Скорости ЦП задаются в виде коэффициентов, на которые делятся значения интервалов работы модулей $t_{обсji}$, если ЦП узла или сервера ЛВС имеет скорость, отличную от скорости обработки информации ЦП IBM 486. Структура РИБД задается: количеством (*m*) и типами модулей РИБД (*k*), объемом информации в РИБД ($V_{ибдl}$), временем обработки ПМ_j единицы информации ($t_{обсijk}$), матрицей вероятностей передачи управления между MDk_l во время обработки одного запроса пользователя в диалоговом и транзитном режимах обработки информации в узлах ЛВС (MSk_l).

Характеристики времен выполнения ОС запросов ПМ_j и времена обработки ПМ_j запросов пользователей *i*-го типа задаются функцией распределения $F(t_{обсji})$ и матрицей вероятностей передачи управления между ПМ_j (MP_{ji+1}). Качество организации ВП оценивалось вектором интегральных и дифференциальных статистик функционирования компонентов ЛВС:

$\eta_{ВНПl}$ и $\eta_{ЦПl}$ – коэффициент загрузки ВНП и ЦП *l*-го узла ЛВС;

$\eta_{ПМjl}$, $l_{ожji}$, $t_{ожji}$ – коэффициент загрузки ЦП, средняя длина очереди и среднее время ожидания запросов пользователей к ПМ_j на *l*-ом узле ЛВС.

Качество обслуживания запросов пользователей оценивалось реактивностью узла ЛВС на запросы пользователей вектором интегральных статистик функционирования *l*-го узла ЛВС:

$T_{\Phi l}$ – среднее время обслуживания ЛВС запросов пользователей *l*-го узла в фоновом режиме;

$T_{Дl}$ – среднее время ответа ЛВС на запросы пользователей *l*-го узла в диалоговом режиме взаимодействия.

Формировались 3 группы статистик характеризующие:

1. Загрузку ЦП рабочих узлов и сервера от характеристик вектора управляемых параметров ВП (UP):

$$\eta_{ПМjl} = \varphi_1(UP); \quad \eta_{ЦПl} = \varphi_2(UP); \quad (1)$$

$$l_{ожji} = \varphi_3(UP); \quad t_{ожji} = \varphi_4(UP).$$

2. Использование РИБД от тех же управляемых параметров ВП:

$$\eta_{ВНПl} = \varphi_5(UP). \quad (2)$$

3. Качество обслуживания запросов пользователей от управляемых параметров ВП:

$$T_{\Phi l} = \psi_1(UP); \quad T_{Дl} = \psi_2(UP); \quad T_{Тl} = \psi_3(UP). \quad (3)$$

Вектор управляемых параметров исследования состоял из следующих компонентов:

$$UP = (\lambda_{\Phi l}, \lambda_{Дl}, \lambda_{Тl}, \vartheta_{pl}, \vartheta_s, V_{ибдl}, MSk_l). \quad (4)$$

Поскольку организовать полный факторный имитационный эксперимент (ИЭ), варьируя все компоненты, довольно ресурсоемко, был применен способ исследования целевых функций (1) – (3) секущими плоскостями. Таким образом, фиксировалась одна группа компонентов вектора (4) их значениями в серединной точке области изменения в пространстве параметров ИМ ВП и РН на ЛВС.

Формальное представление ВП и РН на ЛВС. АИС, взаимодействуя с РИБД, решает задачи, связанные с вводом, обработкой и анализом больших объемов информации. Чтобы имитировать на ЭВМ выполнение любого запроса пользователя все задачи пользователей декомпозированы на множество ПМ_j.

Для i -го типа запросов пользователей реализуется своя проблемно-ориентированная задача, задаваемая графом GRM_i ($i=1,6$; $l=1,3$). Этот граф характеризуется постоянными на время постановки ИЭ параметрами: $F(t_{обсij})$; MP_{jj+1} ; $MSkl$. Время обслуживания запроса i -го пользователя от ПМ_j к РИБД является функцией следующих параметров и переменных модели:

$$t_{обсijk} = \Phi_i(V_{ПМij}, V_{БДl}, MSkl, \Omega_{ПМij}), \quad (5)$$

где $V_{ПМij}$ и $V_{БДl}$ – соответственно объем ОП и НБД, к которой обращается ПМ_j; $MSkl$ – матрица вероятностей связей модулей РИБД друг с другом; $\Omega_{ПМij}$ – набор функциональных операций (ФО), выполняемых ПМ_j в РИБД.

Для каждого ПМ_j имеется свой набор ФО по запросам пользователя i -го типа и в ИМ они определяются в виде вектора со следующими компонентами:

$$\Omega_{ПМij} = (K_{oil}, \tau_{овij}, \tau_{resj}),$$

где K_{oil} – количество обращений к РИБД; $\tau_{овij}$ и τ_{resj} – времена использования ПМ_j РИБД и обращения ПМ_j к другому ресурсу узла ЛВС.

Таким образом, АИС в интеграле создает РН на ЛВС, которая представляет собой поток задач, каждая из которых представляется в виде графа, узлами которого являются ПМ_j, а дуги определяются в динамике имитации ВП на основе приведенных выше параметров ВП и РН.

При обращении к РИБД каждый ПМ_j резервирует весь объем РИБД (даже если он обращается к одному MDk_l). Поскольку моделируется поток запросов пользователей (ЗР), которому соответствует свой поток задач, то в этом потоке каждый ПМ_j у разных задач может обращаться к одной и той же РИБ. Это означает, что к РИБД образуются очереди запросов ПМ_j. Кроме того, при работе ПМ_j с РИБД может потребоваться информация из других MDk_l. Поэтому запросы ПМ_j становятся в очереди к РИБД. Размещение РИБД в ЛВС возможно различным способом. Мы исходили из следующего предположения: на сервере размещается одна или несколько РИБД общего пользования и к ним обращаются задачи с разных узлов ЛВС; на узлах ЛВС размещаются специализированные РИБД, с которыми работают пользователи данного узла ЛВС. Однако, при необходимости возможны запросы пользователей одного узла к РИБД других узлов ЛВС. Это означает, что по сети курсируют транзитные запросы удаленных пользователей либо к РИБД, расположенной на сервере либо к РИБД других (рабочих) узлов ЛВС.

Реализация и испытание ИМ ВП и РН на ЛВС. В качестве средства реализации ИМ ВП и РН на ЛВС с РИБД использовалась система моделирования (СМ) MICIS [3]. Характеристики структуры задач пользователей ($F(t_{обсij})$; MP_{jj+1} ; $MSkl$) были заданы на основе экспертных данных, определенных согласно методики, изложенной в работе [4]. Состав РН на ЛВС определяли также значения еще двух характеристик поведения диалогового пользователя: интервал времени обдумывания пользователем результатов ($\tau_{обд}$) и количество источников требований диалогового режима (n_d). В нашем исследовании было принято, что $\tau_{обд}=30$ сек, $n_d=5$.

Блок-схема ИМ ВП и РН на ЛВС представлена на рис.1. Как видно из рис.1, ИМ ВП и РН на ЛВС состоит из двух рабочих узлов и сервера. Связи между моделями РИБД задаются с помощью матриц $MSkl$. Первые два узла ($l=1,2$) являются рабочими, а узел 3 представляет собой одновременно и рабочий узел и сервер ЛВС. Отметим, что транзитные запросы в ИМ

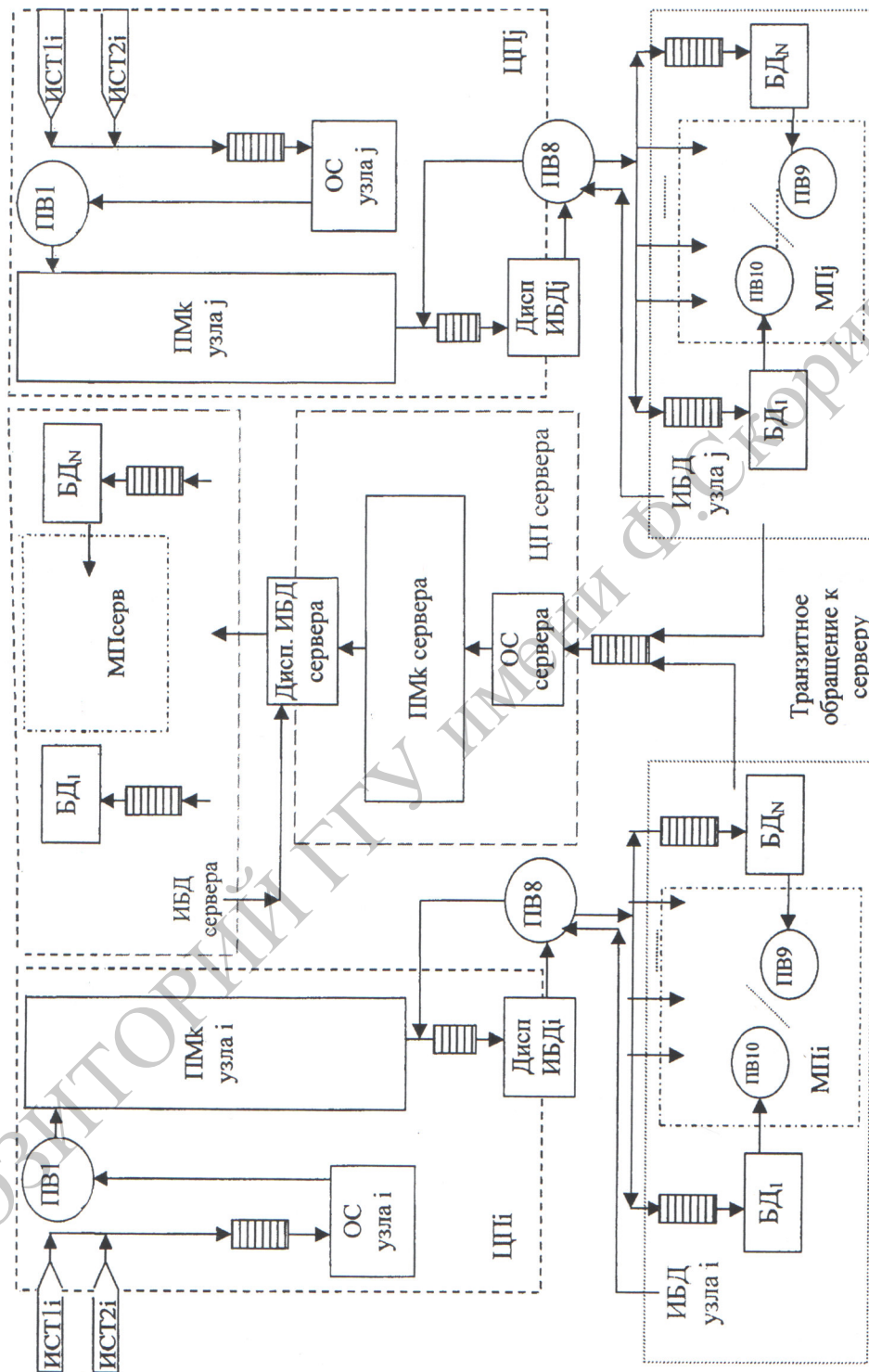


Рис. 1. Блок-схема имитационной модели сети ЭВМ с распределенной ИБД (МПі – матрица переходов i-го узла)

формуються по запросам діалогових користувачів в тих випадках, коли необхідний ПМ_j модуль РИБД знаходиться в сусідньому вузлі ЛВС.

Верифікація, испытание і дослідження властивостей ІМ ВП і РН на ЛВС з РИБД здійснювалися згідно методики, изложеної в [5]. Нижче приведені основні висновки, отримані в результаті реалізації цієї методики к данній ІМ. Повний склад статистик моделювання при апробації данній ІМ приведений в роботі [4].

Було встановлено, що *точність* імітації ВП і РН не перевищала 10%. Длительність *переходного режиму* імітації $T_{\text{ПП}}=8000\text{сек}$ при часі моделювання $T_{\text{МОД}}=40000\text{сек}$. Доказана також *устойчивість* режиму імітації, оскільки по всім відкликам ІМ ВП і РН на ЛВС мають тенденцію сходимості і відсутній ріст амплітуди відклику навіть при чотирьохкратному збільшенні $T_{\text{МОД}}$. Встановлена ієрархія *чутливості* відкликів моделі к змінам інтенсивностей РН на вході ЛВС.

Перевірка адекватності ІМ ВП і РН на ЛВС з РИБД не проводилася оскільки реальна ЛВС знаходилася на стадії проектування і відсутній предмет порівняння з результатами імітації. Замість цього здійснювався *поиск робочої області* досліджень згідно методики, изложеної в роботі [4]. Для кожного варіанта організації ВП і РН на ЛВС визначалися діапазони зміни компонент вектора інтенсивностей $(\lambda_{\text{Ф}}, \lambda_{\text{Д}})$. Впочатку була проведена серія "затравочних" ІЗ по визначенню діапазонів зміни компонент вектора $(\lambda_{\text{Ф}}, \lambda_{\text{Д}})$ при різних комбінаціях швидкостей ЦП робочих вузлів сервера $(\vartheta_{\text{р}}, \vartheta_{\text{с}})$. По результатам цих досліджень були зроблені наступні висновки.

1. С ріст швидкостей ЦП $(\vartheta_{\text{р}}$ і $\vartheta_{\text{с}})$ відбувається перерозподіл впливу факторів інтенсивностей запитів користувачів. При малих значеннях $\vartheta_{\text{р}}$ і $\vartheta_{\text{с}}$ визначальним фактором є $\lambda_{\text{Ф}}$, а потім при більших $\vartheta_{\text{р}}$ і $\vartheta_{\text{с}}$ уже фактор $\lambda_{\text{Д}}$ стає визначальним.

2. При рівності швидкостей $\vartheta_{\text{р}}=\vartheta_{\text{с}}=1,0$ досягається максимальна чутливість відкликів ІМ к варіаціям компонент вектора інтенсивностей $(\lambda_{\text{Ф}}, \lambda_{\text{Д}})$. Це найменш збалансований варіант організації ВП в ЛВС з РИБД.

3. При співвідношенні швидкостей $\vartheta_{\text{с}}=2,0$ і $\vartheta_{\text{р}}=1,0$ досягається необхідна збалансованість швидкостей надходження запитів зі швидкістю їх обслуговування в ЛВС з РИБД.

Дослідження ВП в ЛВС з РИБД, що складається з трьох вузлів. Для дослідження була вибрана найпростіша ЛВС, що зберігає особливості ЛВС будь-якого розміру. ЛВС складалася з трьох вузлів: сервера і двох робочих вузлів. РИБД ЛВС відповідно була розподілена по цим вузлам. Причому, графи зв'язів модулів РИБД кожного робочого вузла ЛВС були однаковими. Передбачалося, що на сервері розміщені загальні РИБД, але з тією ж структурою зв'язів модулів РИБД. Для відображення конкуренції запитів користувачів ЛВС на отримання інформації, розміщеної на робочих вузлах і сервері, достатньо двох робочих вузлів і сервера. При такій конфігурації ЛВС існувала можливість відобразити динаміку утворення транзитних запитів користувачів к сусідньому вузлу ЛВС і к серверу за інформацією з РИБД.

Значення компонент вектора інтенсивностей, запитів користувачів к ЛВС у кожного вузла були однаковими і фіксувалися в центрі знайденої робочої області $(\lambda_{\text{Ф0}}, \lambda_{\text{Д0}})$. Розміри РИБД вузлів ЛВС і сервера (в умовних одиницях) змінювалися на трьох рівнях (200 - малий, 2000 - середній, 20000 - великий). Структури графів зв'язів ПМ_j між собою і графів зв'язів МД_k між собою були також фіксовані відповідними матрицями $M_{\text{Р},j+1}$ і $M_{\text{Sk},l}$. Для кожного розміру РИБД було проведено по 9 варіантів ІЗ комбінації швидкостей ЦП $(\vartheta_{\text{р}}$ змінювалася на трьох рівнях: $\vartheta_{\text{р}}=0,66$; $\vartheta_{\text{р}}=1,0$; $\vartheta_{\text{р}}=2,0$. $\vartheta_{\text{с}}$ також змінювався на трьох рівнях: $\vartheta_{\text{с}}=1,0$; $\vartheta_{\text{с}}=2,0$; $\vartheta_{\text{с}}=4,0$). Таким чином, був проведений імітаційний експеримент (ІЗ) з 27 варіантів співвідношення трьох параметрів $(\vartheta_{\text{р}}, \vartheta_{\text{с}}, V_{\text{ИБД}})$ при фіксованих значеннях інших параметрів в серединній точці простору параметрів ІМ ВП і РН на ЛВС з РИБД. В якості відкликів ІЗ використовувалися значення інтегральних статистик імітації, усереднені по 10 «прогнозам» ІМ з одними і тими ж початковими даними для імітації ВП

и РН, но с разными значениями базового генератора псевдослучайных чисел ($\xi m; m=1,10$). То есть использовался метод Монте-Карло при постановке ИЭ.

На основании интегральной статистики имитации по каждому варианту сечения управляющих параметров ИМ был проведен выбор рационального варианта организации ВП и РН на ЛВС с РИБД, позволивший установить, что организацию ВП в ЛВС с РИБД при заданной структуре задач и связях между модулями РИБД можно считать рациональной, если: $\vartheta_{pl}=1,0$; $\vartheta_s=2,0$; $V_{ИБДl}=2000$; $V_{ИБДs}=2000$. По результатам серии ИЭ можно сделать следующие **выводы**.

1. Коэффициент загрузки ЦП рабочих узлов ($\eta_{ЦПl}$) меняется в широких диапазонах при варьировании ϑ_{pl} . Например, при увеличении ϑ_{pl} в три 3 раза $\eta_{ЦПl}$ линейно падает в 4 раза. При этом ϑ_s и $V_{ИБДl}$ оказывают незначительное влияние на $\eta_{ЦПl}$.

2. Загрузка внешней памяти сервера ($\eta_{ВНПз}$) безусловно зависит от размера РИБД ($V_{ИБДз}$) и от матриц связей MSkl. При малом значении $V_{ИБДз}$ зависимость $\eta_{ВНПз}=\varphi_5(V_{ИБДз})$ практически линейна при варьировании ϑ_{pl} и ϑ_s . Причем, само значение $\eta_{ВНПз}$ существенно возрастает при росте $V_{ИБДз}$ от малого до большого размера.

3. Коэффициент загрузки ЦП сервера ($\eta_{ЦПз}$) при $\vartheta_{pl}=1,0$ имеет максимум. При малых ϑ_{pl} интенсивность запросов к РИБД от рабочих узлов небольшая, что приводит к падению значений $\eta_{ЦПз}$. Для больших ϑ_{pl} снижение $\eta_{ЦПз}$ происходит из-за того, что сами ЦП/ рабочих узлов простаивают и интенсивность заказов от них к серверу падает.

4. Коэффициент загрузки внешней памяти ($\eta_{ВНПl}$) рабочих узлов также существенно зависит от $V_{ИБДl}$. Интересен факт противоположного изменения $\eta_{ВНПl}$ при изменении ϑ_{pl} для среднего и большого объемов РИБДl.

5. Времена обслуживания фоновых запросов (Тфl) существенно зависят от параметров ϑ_{pl} . Так с ростом ϑ_{pl} происходит экспоненциальное падение Тфl. Причем на величину Тфl параметр $V_{ИБДl}$ практически не оказывает влияния. Фактор ϑ_s также практически не оказывает влияние на Тфl. Установлено, что при малых значениях ϑ_{pl} существует точка перегиба в зависимости Тфl= $\psi_1(\vartheta_s)$.

6. Время обслуживания диалоговых запросов пользователей ЛВС (Тдl) также существенно зависит от $V_{ИБДl}$. С ростом $V_{ИБДl}$ растет и величина отклика Тдl при росте ϑ_{pl} для всех значений ϑ_s . Отметим, что диапазон изменений Тдl очень широк (от 50 сек до 200 сек). Увеличение скорости сервера также существенно влияет на величину Тдl. При $\vartheta_s < 2$ значение Тдl может быть больше 120 сек, что указывает на то, что ЦПз сервера не справляется с потоком запросов диалоговых пользователей на обслуживание в ЛВС. Итак, наблюдается следующая динамика реализации ВП: интенсивность диалоговых запросов падает, а время обслуживания этих заказов ЛВС существенно возрастает. При $\vartheta_s > 2$ имеет место линейный характер падения Тдl, который довольно устойчив.

7. Время обслуживания сервером диалоговых запросов пользователей ЛВС (Тдз) также существенно зависит от размеров РИБДl весьма сложным образом. С одной стороны наблюдается стойкое падение значений Тдз с ростом ϑ_{pl} , но имеется точка перегиба у зависимости Тдз= $\psi_2(\vartheta_{pl}, \vartheta_s)$ при определенном сочетании скоростей ЦП рабочих узлов и сервера ($\vartheta_{pl}=1,0$; $\vartheta_s=2,0$). Само же Тдз изменяется в широком диапазоне (от 40 сек до 120 сек). Необходимо отметить и устойчивый характер сочетания времен реакции ЛВС на диалоговые запросы пользователей рабочих узлов и сервера. Например, максимальное значение Тдl рабочих узлов для всех сочетаний ϑ_{pl} и ϑ_s в 2 раза больше максимумов Тдз сервера. Точка перегиба зависимости Тдз= $\psi_2(\vartheta_{pl}, \vartheta_s)$ определяет и рациональное сочетание скоростей ЦП сервера и рабочих узлов по параметру Тдз ($\vartheta_{pl}=1,0$; $\vartheta_s=2,0$).

8. Анализ влияния собственно фактора $V_{ИБДl}$ на ВП и РН на ЛВС с РИБД позволил сделать ряд дополнительных выводов:

– загрузка ЦП рабочих узлов ($\eta_{ЦПl}$) для среднего и большого размера РИБД практически одинакова. Поэтому рациональным объемом РИБД следует считать $V_{ИБДl}=2000$ единиц;

– коэффициент загрузки ВНП для рабочих узлов ($\eta_{ВНПl}$) при переходе от малого к остальным размерам РИБДl резко возрастает. Причем увеличение $V_{ИБДl}$ от среднего до

большого значения практически не сказывается на $\eta_{ВНП}$. Поэтому и для рабочих узлов и для сервера рациональным значением размера РИБД будет: $V_{ИБД} = V_{ИБДЗ} = 2000$ единиц;

– времена обслуживания рабочими узлами и сервером фоновых запросов практически не зависят от $V_{ИБД}$ и $V_{ИБДЗ}$. Поэтому был сделан вывод, что эти параметры не значимы соответственно для откликов $T_{фI}$ и $T_{фЗ}$;

– время обслуживания рабочими узлами ЛВС диалоговых запросов пользователей $T_{дI}$ при изменении $V_{ИБД}$ от малого до среднего размера резко возрастает. Далее идет "насыщение" и рост $T_{дI}$ с увеличением $V_{ИБД}$ практически не наблюдается. Исходя из этого рациональным для отклика $T_{дI}$ значением $V_{ИБД}$ было определено $V_{ИБД} = 2000$ единиц.

Итак, **общий вывод** состоял в том, что в качестве рациональных параметров ВП и РН на ЛВС с РИБД были выбраны: $\vartheta_{PI} = 1,0$; $\vartheta_s = 2,0$; $V_{ИБД} = 2000$ ед.; $V_{ИБДЗ} = 2000$ ед. Изменение скоростей обработки информации на ЦП/сети является очень сильным фактором, обеспечивающим улучшение характеристик ВП и качество обслуживания РН на ЛВС с РИБД.

1. Зайченко Е.Ю. Анализ и синтез структуры глобальных вычислительных сетей.- Киев: ЗАТ "Укрспецмонтажпроект", 1988.- 108с.
2. Вагих М.А. Метод и средства автоматизации имитационного моделирования для оценки надежности характеристик сетей ЭВМ.- Автореф. дис. к.т.н., ГГУ им. Ф.Скорины, 1996.- 22с.
3. Максимей И.В., Левчук В.Д., Жогаль С.П. и др. Задачи и модели исследования операций. Часть 3. Технология имитации на ЭВМ и принятие решений.- Гомель, Бел ГУТ, 1999.- 150с.
4. 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.- 109с.
5. Максимей И.В. Имитационное моделирование на ЭВМ.- М.: Радио и связь, 1988.- 232с.

Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины, Гомель, Беларусь

Надійшла 24.10.2001

Демиденко О.М., Быченко О.В., Максимей И.В., Агеенко И.В. ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА В ЛОКАЛЬНЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЯХ С РАСПРЕДЕЛЕННОЙ БАЗОЙ ДАННЫХ // В якості об'єкту імітації вибрано обчислювальний процес (ОП) з розподіленою інформаційною базою даних (РИБД). Викладаються принципи формалізації ОП і робочої навантаження (РН) на локальну обчислювану мережу (ЛОМ). Сформульована методика реалізації імітаційних моделей (ІМ) ОП і РН на ЛОМ. Приводяться результати апробації ІМ.

Demidenko O.M., Bychenko O.V., Maksimej I.V., Ageenko I.V. IMITATING MODELLING OF COMPUTING PROCESS IN LOCAL COMPUTER NETWORKS WITH THE DISTRIBUTED DATABASE // As object of imitation computing process (CP) with distributed information base (DIBD) is chosen. Principles of formalization CP and working loading (WL) on local area network (LAN) are stated. The technique of realization of imitating models (IM) CP and WL on LAN is formulated. Results of approbation are given by IM.