

УДК 004.771

**И.В. Рубан**, бакалавр,  
**В.И. Бондарь**, инженер,  
**Н.Б. Копытчук**, д-р техн. наук, проф.,  
 Одес. нац. политехн. ун-т

## ТЕРМИНАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ НА БАЗЕ GNU/LINUX

*І.В. Рубан, В.І. Бондар, М.Б. Копитчук. Термінальні системи на основі GNU/Linux.* Представлено інформацію щодо проектування термінальної системи з використанням програмних продуктів, що вільно розповсюджуються.

*I.V. Ruban, V.I. Bondar, N.B. Kopytchuk. Terminal systems based on GNU/Linux.* The information about designing a terminal system using free distributed software is presented.

Согласно закону Мура удвоение производительности ЭВМ происходит каждые полтора года, инициируя разработку операционных систем (ОС) и программного обеспечения (ПО), ориентированных на новые аппаратные возможности, что, свою очередь, требует перманентной модернизации устаревающих средств вычислительной техники (СВТ).

В этих условиях крупные бюджетные организации с ограниченным финансированием, обладая большим парком ЭВМ, не в состоянии обеспечить его своевременную модернизацию, значительная часть парка ЭВМ оказывается морально устаревшей, не поддерживающей современное ПО.

Модернизация морально устаревших ЭВМ (моделей класса Pentium 2 и более ранних) подразумевает комплексную замену функциональных узлов: процессора, памяти, материнской платы, накопителей информации, блока питания, устройств ввода/вывода, что, по сути, эквивалентно приобретению новой ЭВМ и требует существенных затрат. Как правило, устаревшие ЭВМ используют для решения задач, не требующих ресурсоемких вычислений и наличия современного ПО. Круг таких задач весьма узок, в результате работоспособное оборудование подлежит списанию и утилизации.

Повышение эффективности эксплуатации парка устаревших ЭВМ возможно за счет применения современных технологий построения информационной инфраструктуры на основе терминальной системы.

Терминальные системы (ТС) относятся к классу централизованных информационных систем [1], характеризующихся явной локализацией задач хранения и обработки информации (рис. 1). Обычно ЭВМ, на которой происходит обработка и хранение информации, называют терминальным сервером, а ЭВМ, выполняющую функции по организации взаимодействия терминального сервера с пользователями, — видео-дисплейным терминалом или просто терминалом.

Определена экономическая эффективность внедрения терминальной системы на базе 10 устаревших ЭВМ по сравнению с суммарной стоимостью их модернизации (табл. 1).

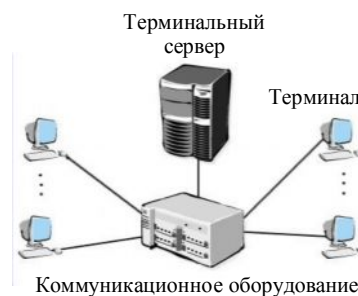


Рис. 1. Типичная схема терминальной системы

Таблица 1

Суммарная стоимость модернизации парка из 10 ЭВМ и стоимость внедрения терминальной системы (по состоянию на 01.12.05)

Модернизация устаревших ЭВМ			Внедрение терминальной системы на основе устаревших ЭВМ		
Наименование оборудования	Количество, шт	Стоимость, грн	Наименование оборудования	Количество, шт	Стоимость, грн
Системный блок	10	28500	Контроллер ЛВС	10	1000
			Видеоадаптер	10	3000
			Сетевая гарнитура и провод	1	500
			Коммутатор ЛВС	1	500
			Терминальный сервер	1	4000
Всего		28500	Всего		9000

Терминальные системы позволяют экономить значительные средства, обладая при этом рядом других преимуществ:

- время, затрачиваемое на развертывание решений на основе терминалов, гораздо меньше, чем при использовании обычных ЭВМ;
- добавление новых рабочих мест производится простой установкой терминалов и их быстрым конфигурированием на сервере; на новом рабочем месте не требуется ни установки и настройки операционной системы, ни инсталляции приложений и их конфигурирования;
- централизованное администрирование значительно уменьшает расходы на сопровождение терминальной системы.

В связи с Концепцией легализации программного обеспечения [2] все больше обращает на себя внимание свободно распространяемое ПО с открытыми исходными кодами, основой успеха которого являются надежные, многозадачные, масштабируемые ОС.

Любой современный дистрибутив ОС Linux (Slackware, RedHat, Suse, ALT Linux, ASP Linux, Debain) пригоден для использования в качестве ОС, управляющей терминальным сервером [3]. Известен ряд программных продуктов, ориентированных на построение терминальной системы. Наиболее перспективный для условий Украины — Linux Terminal Server Project [1].

Терминалы можно разделить на два класса: алфавитно-цифровые и графические. В системах на основе Linux работа первого класса терминалов, как правило, осуществляется с помощью службы Telnet, графические терминалы используют систему X Window System [1].

Для организаций обмена информацией между терминальным сервером и терминалами следует использовать ряд дополнительных протоколов обмена данными:

- упрощенный протокол передачи файлов — специализированный протокол передачи данных, реализующий простой и эффективный алгоритм сетевого взаимодействия (Trivial File Transfer Protocol — TFTP) [4];
- сетевую файловую систему — протокол для взаимодействия с сетевой файловой системой (Network File System — NFS) [4];
- протокол контроля менеджеров экрана X — используется X Window System для управления сессиями клиентов (X Display Manager Control Protocol — XDMCP) [4];
- протокол динамической настройки — протокол динамического конфигурирования параметров сетевого интерфейса (Dynamic Host Configuration Protocol — DHCP) [4].

Проанализирована возможность построения терминальных систем на основе устаревшего оборудования.

Таблица 2

*Характеристики ЭВМ, используемых для исследования ТС*

Характеристика	Терминал	Терминальный сервер
Частота процессора, МГц	133	2000
Объем оперативной памяти, Мбайт	16	512
Память видеоадаптера, Мбайт	1	32
Пропускная способность сетевого адаптера, Мбит/с	10	100
Объем жесткого диска, Мбайт	—	40000

Проведен эксперимент: с помощью программы-агента, установленной на терминальном сервере, с заданной периодичностью снимались и записывались в файл основные параметры, характеризующие его загрузку: процент использования ресурсов процессора, памяти, пропускной способности сетевого адаптера. Измерения повторялись для разного количества терминалов. На каждом из терминалов выполнялись реальные задачи с использованием различных прикладных программ.

Производительность исследованного терминального сервера (табл. 2) оказалась достаточной для обеспечения одновременной работы 10 терминалов. Исследование показало что, недостающим по объему ресурсом, ограничивающим количество обслуживаемых терминалов в данной конфигурации терминального сервера, является оперативная память. В процессе работы

пользователей с офисными пакетами система работает стабильно, обеспечивая достаточное время отклика и скорость выполнения команд.

Для определения необходимых значений параметров терминального сервера при заданном числе терминалов экспериментально получены формулы частоты процессора, объема ОЗУ, пропускной способности сетевого адаптера и объема памяти на жестком магнитном диске, соответственно:

$$\begin{aligned} F_s &= 200K_i K, \text{ МГц}, \\ M_s &= 50K_i + 150K, \text{ Мбайт}, \\ S_s &= 0,5K_i K, \text{ Мбит/с} \\ O_s &= 105K + 1500, \text{ Мбайт} \end{aligned} \quad (4)$$

где  $K$  — число обслуживаемых терминалов;

$K_i$  — коэффициент, характеризующий интенсивность использования ресурсов ЭВМ (рекомендованное значение 0,7).

Полученные формулы существенно зависят от характера выполняемых задач, т. е. от коэффициента  $K_i$ . Проведенные испытания с учетом зависимостей (1)...(4) показали, что для обслуживания 10...12 терминалов достаточно одной стандартной ЭВМ (частота процессора 2,4 ГГц; объем ОЗУ 512 Мбайт; объем диска 40...80 Гбайт), работающей под управлением ОС Linux.

Терминальная система на основе Linux позволяет:

- продлить срок эксплуатации парка устаревших ЭВМ;
- понизить затраты на модернизацию парка ЭВМ и приобретение коммерческого ПО;
- качественно повысить эффективность использования аппаратных ресурсов вычислительной техники;
- использовать морально устаревшие аппаратные ресурсы для решения актуальных задач современными методами.

Предложенная методология построения информационной инфраструктуры может быть рассмотрена в качестве новой парадигмы организации учебных классов. Перечисленные преимущества реализуются за счет использования современных ОС и ПО, выполняющих качественную оптимизацию использования аппаратных ресурсов ЭВМ. Эффект достигается благодаря локализации процесса хранения и обработки информации.

## Литература

1. Linux Terminal Server Project — v4.1. — 2004. — <http://ltsp.ru/documentation/ltsp-4-ru.html> — 09.01.2006.
2. Про затвердження Концепції легалізації програмного забезпечення та боротьби з нелегальним його використанням: Розпорядження Кабінету Міністрів України від 15 травня 2002 р. — <http://www.kmu.gov.ua/z1/portal/show?nreg=247—2002—%F0&print=1> — 09.01.2006.
3. Петерсен Р. Энциклопедия Linux: Пер с англ. — СПб.: Питер, 2002. — 1008 с.
4. Смит Р.В. Сетевые средства Linux. — СПб.: Питер, 2003. — 713 с.

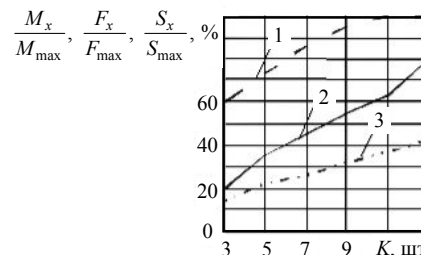


Рис. 2. Зависимость нагрузки оперативной памяти (1), процессора (2) и сетевого интерфейса (3) от числа терминалов для  $M_{\max} = 512$  Мбайт,  $F_{\max} = 2000$  МГц,  $S_{\max} = 100$  Мбит/с

(5)