

УДК 004.771, 004.451(045)

Загороднюк С.П.¹, Шевченко Я.О.¹, Баужа
О.С.¹, Донець А.Г.²

¹ Київський національний університет імені

Тараса Шевченка

² Національний авіаційний університет

ОРГАНІЗАЦІЯ РОБОЧИХ МІСЦЬ В РЕЖИМІ БЕЗДИСКОВИХ РОБОЧИХ СТАНЦІЙ НА ОСНОВІ ПРОГРАМИ LTSP. НАЛАШТУВАННЯ СЕРВЕРА, ТЕСТУВАННЯ СУМІСНОСТІ І ШВИДКОДІЇ

Експериментально перевірено стабільну роботу програмного комплексу, сформованого з операційної системи Linux Debian x86 з встановленим термінальним сервером LTSP і системою управління віртуальними машинами Oracle VirtualBox. Продемонстровано можливість одночасного з'єднання з сервером великої кількості бездискових робочих станцій і виконання в операційних системах Windows XP, що працюють як віртуальні машини програми VirtualBox, різнопланових інженерських і офісних програм. В статті сформульовано необхідну послідовність дій по налаштуванню термінального сервера LTSP, зокрема вперше розглянуто випадок прив'язки служби SSH до довільного порта протокола TCP. Наведені основні параметри споживання ресурсів і швидкодії програмного комплексу.

Экспериментально проверено стабільную работу программного комплекса, сформированного из операционной системы Linux Debian x86 с установленным терминальным сервером LTSP и системой управления виртуальными машинами Oracle VirtualBox. Продемонстрирована возможность одновременного подключения к серверу большого количества бездисковых рабочих станций и выполнения в операционных системах Windows XP, работающих как виртуальные машины программы VirtualBox, разнообразных инженерских и офисных программ. В статье сформулирована необходимая последовательность действий по настройке терминального сервера LTSP, в частности впервые рассмотрен случай привязки службы SSH к произвольному порту протокола TCP. Приведены основные параметры потребления ресурсов и производительности программного комплекса.

The stable operation of software based on from the Linux Debian x86 operating system with installed LTSP terminal server and virtual machine management system Oracle VirtualBox is verified experimentally. The possibility of simultaneous connections to the server a large number of diskless workstations is demonstrated and execution the variety of engineering and office programs in Windows XP operating systems running as VirtualBox virtual machines is explained. The correct sequence of actions required for setting up a terminal server LTSP, in particular, the case when SSH service is bound to a random TCP protocol port is formulated in the article. The basic parameters of the resource use and software productivity are specified.

Ключові слова: бездискова робоча станція, тонкий клієнт, віртуальна машина, віддалений робочий стіл.

Вступ

Формування і розвиток інформаційного суспільства є невіддільним послідовним

процесом, що базується на потужному підґрунті забезпечення середніх і вищих навчальних закладів (ВНЗ) та інших установ сфери освіти і науки необхідним сучасним програмним забезпеченням (ПЗ). Як правило, над кожним спеціалізованим ПЗ, незалежно від умов поширювання, працює спеціалізована робоча група розробників, які постійно його відлагоджують і розширюють функціональність. Як результат, для нормальної роботи ПЗ на персональних робочих станціях (РС) потрібно дедалі більше їх системних ресурсів. Крім того, сучасне ПЗ доволі часто не працює на застарілих РС не тільки через дефіцит ресурсів, але й за причини несумісності. Наприклад, поточні версії популярних операційних систем Microsoft Windows Server [1] і Linux CentOS [1-3] працюють лише при наявності набору процесорних інструкцій AMD x64 [4], а популярна IP-телефонна програма Skype дозволяє здійснити або прийняти відеодзвінок лише при наявності розширеного набору процесорних інструкцій SSE2 [4], що з'явилась в нових процесорах Intel Celeron-D (для стаціонарних РС) та Intel Celeron-M (для мобільних пристроїв).

Отже, перед керівниками ВНЗ та інших бюджетних установ стоїть задача регулярного оновлення парку РС. Нажаль, в теперішніх, як ніколи скрутних економічних умовах, коли держава зазнає важких матеріальних та людських втрат, більшість бюджетних підприємств і установ самотужки вирішити задачу оновлення обчислювальної техніки не можуть. Така задача фактично зводиться до утилізації або безкоштовного відчуження повністю робочих комп'ютерів віком 10-15 років і закупівлі нового імпортного обладнання, висока вартість якого є заручником постійно зростаючого курсу іноземної валюти.

Актуальність проблеми

Для часткового вирішення проблеми оновлення обчислювальної техніки існує тенденція використання термінальних серверів [1]. Користувач завантажує РС з локального жорсткого диска, виконує мережеве з'єднання з термінальним сервером і запускає на ньому потрібну прикладну програму. Такі РС прийнято в міжнародній практиці називати «товстими клієнтами». Для з'єднання з термінальним сервером товстий клієнт використовує популярні протоколи

віддаленого командного рядка (Telnet, SSH [1,3]) або протоколи віддаленого робочого столу (Microsoft Remote Desktop, X11 [3,4]).

Проте поширеною проблемою товстих клієнтів є відносно короткий і непередбачувальний термін експлуатації жорсткого диска, на якому зберігається локальна операційна система і накопичуються результати роботи користувача. На вирішення цієї проблеми орієнтована технологія створення РС, які не мають жодного локального пристрою енергонезалежної пам'яті, зокрема гнучких, жорстких або оптичних дисків, флеш-накопичувачів тощо. Такі бездисківі РС називають «тонкими клієнтами». Відсутність локальних засобів накопичування інформації кардинально спрощує технічне обслуговування тонкого клієнта і багатократно продовжує термін його експлуатації. Існує низка спеціалізованих програм для реалізації термінальних серверів, сумісних з тонкими клієнтами, зокрема OpenThinClient [5], ThinStation [6], але на цей час найбільш стрімко розвивається відкрита програма LTSP (Linux Terminal Server Project [7]), що працює в операційних системах сімейства GNU/Linux [1-3]. Окремі питання щодо процедури встановлення і конфігурування цієї програми неодноразово висвічувались в спеціалізованих статтях [8-12], але повної наскрізної статті, що охоплює основні технічні особливості програми LTSP і може бути використана як настільний довідник адміністратора комп'ютерного класу ВНЗ, немає і досі. Метою цієї статті є повний опис налаштування серверної частини термінального сервера програми LTSP, а також тестування стабільності і швидкодії операційної системи Microsoft Windows XP з популярними пакетами прикладних програм, що працює на термінальному сервері, що є актуальним, в першу чергу, для системних адміністраторів підприємств і установ України.

Науковою новизною статті є те, що в ній вперше експериментально апробовано і перевірено стабільність складного програмного комплексу, який автори сформуливали з операційної системи Linux з встановленим термінальним сервером LTSP і системою управління віртуальними машинами "Oracle VirtualBox", а також операційної системи Windows XP, що працює в режимі віртуальної машини і містить прикладні програмні пакети Schematics, MathCAD і

Microsoft Office. Крім того, в статті також сформульовано повну послідовність дій щодо налаштування серверної частини термінального сервера LTSP, зокрема вперше розглянуто випадок роботи служби SSH (англ. Secure SHell [3]) на довільному порту протокола TCP. Нарешті, в статті наведені основні результати сумісності компонентів програмного комплексу, а також основні параметри його стабільності і швидкодії.

```
deb http://ftp.ua.debian.org/debian/ wheezy main
deb-src http://ftp.ua.debian.org/debian/ wheezy main
deb http://security.debian.org/ wheezy/updates main
deb-src http://security.debian.org/ wheezy/updates main
deb http://ftp.ua.debian.org/debian/ wheezy-updates main
deb-src http://ftp.ua.debian.org/debian/ wheezy-updates main
```

Після перевірки доступності вказаного вузла (команда `ping ftp.ua.debian.org`) потрібно оновити локальний список доступних програмних пакетів за допомогою команди

```
apt-get update
```

Оскільки термінальний сервер LTSP вимагає наявності графічної оболонки, то при виконанні команди його встановлення `apt-get install ltsp-server-standalone` автоматично встановлюється графічна оболонка GNOME, яка є надто важкою і ресурсоспоживаючою для роботи термінального сервера LTSP. Отже перед виконанням вказаної команди встановлення програми LTSP потрібно вручну встановити легшу, але не менш популярну графічну оболонку XFCE за допомогою команди

```
apt-get install xfce4
```

Встановлення графічної оболонки триває приблизно 15 хвилин. Після успішного встановлення графічної оболонки її варто запускати локально за допомогою команди `startx`. Це може знадобитись, наприклад, для роботи з широким різномаяттям графічних прикладних програм і адміністративних утиліт. Зокрема для зручного виконання створення розділів локальних жорстких дисків і їх форматування різними файловими системами доцільно встановити графічну утиліту GParted за допомогою команди

```
apt-get install gparted
```

Варто зауважити, що розділи жорстких дисків, на яких зберігаються файли великих розмірів, в тому числі віртуальні операційні системи, варто формувати не файловими системами `ext2/ext3/ext4`, а файловою системою `xfs`, яку операційна система Linux

Дослідження проблеми

Налаштування термінального сервера починається з встановлення операційної системи Linux Debian x86/x64, яка має постійне з'єднання з мережею Інтернет і є клієнтом українського репозиторію програмних пакетів `ftp.ua.debian.org`. Це означає, що файл `/etc/apt/sources.list` повинен мати наступні 6 рядків:

Debian одвічно не підтримує. Для додавання підтримки цієї файлової системи потрібно виконати команду

```
apt-get install xfsprogs
```

Після цього варто запускати Gparted і переконавшись в тому, що з'явилась можливість форматувати розділи жорстких дисків файловою системою `xfs`.

В загальному ж випадку серверне обладнання, на якому працює операційна система Linux Debian, може бути вкомплектоване специфічним графічним адаптером, абсолютно не сумісним, наприклад, через відсутність відповідного драйвера, з графічною оболонкою XFCE, а отже запускати цю оболонку локально командою `startx` може бути неможливо. Це зовсім не означає, що можуть виникнути труднощі запуску оболонки XFCE на термінальних клієнтах програми LTSP, що працює на такому специфічному сервері, адже процедура завантаження LTSP-клієнта залежить лише від моделі його власного графічного адаптера і ніяк не залежить від моделі графічного адаптера LTSP-сервера.

Для роботи клієнтів термінального сервера LTSP обов'язковою умовою є автоматична конфігурація протоколу TCP/IP за допомогою служби DHCP, яка встановлюється автоматично разом з термінальним сервером LTSP. Процедура встановлення LTSP починається з виконанням команди

```
apt-get install ltsp-server-standalone
```

і стисло описана в статті [7] для частинного випадку, коли клієнтські операційні системи розміщені в одному спільному мережевому

домени колізій [1] разом з LTSP-сервером. В цьому випадку широкомовні DHCP-запити [7] LTSP-клієнтів будуть доставлені до того DHCP-сервера, який працює на LTSP-сервері, а LTSP-клієнти, в свою чергу, успішно отримують відповіді на свої DHCP-запити. Натомість загальний універсальний випадок, коли LTSP-клієнти і LTSP-сервер розміщені в різних, географічно рознесених мережевих сегментах, виходить за рамки цієї статті і буде висвітлено в окремій роботі «Організація робочих місць у вигляді бездискових робочих станцій на основі програми LTSP і платформи GNU/Linux. Налаштування тонких і товстих LTSP-клієнтів».

```
authoritative;
subnet 10.1.2.0 netmask 255.255.255.0 {
    range 10.1.2.10 10.1.2.20;
    option domain-name-servers 10.1.2.1;    #адреса DNS-сервера
    option broadcast-address 10.1.2.255;
    option routers 10.1.2.1;
    next-server 10.1.2.1;                    #адреса TFTP-сервера
    option subnet-mask 255.255.255.0;
    option root-path "/opt/ltsp/i386";
    if substring( option vendor-class-identifier, 0, 9 ) =
"PXEClient" {
        filename "/ltsp/i386/pxelinux.0";
    } else {
        filename "/ltsp/i386/nbi.img";
    }
}
```

В наведеному конфігураційному файлі DHCP-сервера вказані лише необхідні налаштування, без яких LTSP-клієнт не може завантажити систему. Повний перелік параметрів файла `/etc/dhcp/dhcpd.conf` виходить далеко за межі цієї статті. Після внесення змін в цей файл потрібно перезапустити службу DHCP-сервера:

```
/etc/init.d/isc-dhcp-server
restart
```

```
[default]
```

```
.....
```

```
SERVER=10.1.2.1    # IP-адреса LTSP-сервера
XSERVER=vesa      # Стандартний режим відеоадаптера
X_MODE_0=1024x768 # Піксельний розмір екрану LTSP-клієнта
```

```
[10.1.2.25]    # Налаштування для конкретного терміналу з IP-адресою,
прив'язаною до терміналу через DHCPd
```

```
XSERVER=ati      # Специфічний режим відеоадаптера виробника ATI
X_MOUSE_DEVICE=/dev/ttyS0
X_MOUSE_PROTOCOL="Microsoft"
```

В переважній більшості випадків SSH-сервер операційної системи Linux прив'язаний

Після успішного завершення процедури встановлення програми LTSP і виконання необхідних кроків статті [7] потрібно виконати додаткові адміністративні дії. DHCP-сервер варто налаштувати у такий спосіб, щоб він обслуговував лише запити, що надходять на конкретний мережевий інтерфейс, наприклад `eth1`. Для цього потрібно в кінець файла

```
/etc/default/isc-dhcp-server
```

дописати рядок

```
INTERFACES="eth1"
```

Основний конфігураційний файл DHCP-сервера `/etc/dhcp/dhcpd.conf` слід привести до наступного вигляду:

Наступним кроком є налаштування конфігураційного файла служби LTSP

```
/opt/ltsp/i386/etc/lts.conf
```

В цьому конфігураційному файлі потрібно явно вказати значення параметрів `SERVER`, `XSERVER`, `X_MODE_0`, як наведено в цьому фрагменті:

до TCP-порта 22, але існують випадки, коли за допомогою файла `/etc/ssh/sshd_config` TCP-

порт SSH-сервера потрібно змінити. Цей факт потрібно відобразити в файлі `/opt/ltsp/i386/etc/lts.conf` за допомогою параметра

```
SSH_OVERRIDE_PORT=22222
```

В образ операційної міні-системи Linux, росташованій в каталозі LTSP-сервера

```
ltsp-chroot # Вхід до образу міні-системи LTSP
nano /etc/apt/sources.list # Налаштування репозиторіїв
apt-get update # Оновлення списків доступних програм
apt-get install mc inetutils-ping # встановлення двох програм - mc і inetutils-ping
exit # Вихід з образу міні-системи LTSP
```

В результаті успішного завантаження міні-системи Linux всі LTSP-клієнти одразу можуть виконувати команди `mc`, `ping` та інші. Перелічені адміністративні дії дозволяють нам підвести підсумок отриманого проміжного результату. Студент вмикає старенький бездисковий комп'ютер, що знаходиться в тому ж мережевому сегменті, що LTSP-сервер, отримує IP-адресу з пула 10.1.2.10- 10.1.2.20, завантажує за протоколом TFTP в оперативну пам'ять свого ретрокомп'ютера файл `rhelinux.0`, починає завантаження з цього файла-образа, вдруге надсилає DHCP-запит, отримує ту саму IP-адресу, що і першого разу, з'єднується з LTSP-сервером за протоколом NFS, примонтовує спільну папку `/opt/ltsp/i386` і завантажує операційну систему Linux з графічною оболонкою XFCE. Процес завантаження системи Linux триває близько 2 хвилин і завершується вікном аутентифікації, на якому студент вводить логин і пароль. В результаті успішної аутентифікації студент отримує повноцінний робочий стіл системи Linux з графічною оболонкою XFCE та всіма прикладними програмами, заздалегідь встановленими і налаштованими для нього адміністратором LTSP-сервера.

Авторами підраховано, що коли користувач успішно проходить аутентифікацію і отримує робочий стіл з піктограмами і пунктами меню, на це система витрачає 27 МБ оперативної пам'яті. Отже, до LTSP-сервера, оснащеного, наприклад, чотирма гігабайтами оперативної пам'яті, можуть успішно підключитись 140 бездискових РС.

Якщо користувачі бажають або вимушені працювати з прикладними програмами операційної системи Microsoft Windows, то найкращим рішенням є налаштування служби управління віртуальними ОС. Якщо LTSP-

`/opt/ltsp/i386`, можна встановити довільне програмне забезпечення ПЗ, наприклад Midnight Commander, яке буде доступне усім LTSP-клієнтам. Для цього потрібно послідовно виконати команди:

сервер обладнаний сучасним процесором з вбудованою апаратною віртуалізацією Intel VT або AMD-SVM, то, очевидно, найкращим способом організації віртуальних машин є операційна система Linux CentOS x64 і вбудована в неї програма KVM (Kernel-based VirtualMachine) [4]. Однак LTSP-сервер також можна встановити і на старенькому сервері без процесорних інструкцій апаратної віртуалізації. Це дозволяє зробити популярна програма Oracle VirtualBox, яка працює як системна служба з веб-інтерфейсом адміністративного доступу.

Для перевірки сумісності і швидкодії авторами налаштовано і ввели в експлуатацію LTSP-сервер, оснащений оперативною пам'яттю розміром 8 ГБ і п'ятьма жорсткими дисками. На цьому сервері створено 10 віртуальних машин з операційною системою Microsoft Windows XP. Для того, щоб уникнути перевантаження підсистеми вводу-виводу, всі десять віртуальних машин рівномірно розподілили між п'ятьма жорсткими дисками, тобто по дві віртуальні машини на один диск. Виявилось, що коли користувач LTSP-сервера запускає одну віртуальну машину з кількістю оперативної пам'яті 512 МБ і приєднується до неї за протоколом Remote Desktop, то LTSP-сервер витрачає на цю операцію 600 МБ оперативної пам'яті, а коли завантажені всі десять віртуальних машин то з восьми гігабайт оперативної пам'яті LTSP-сервера п'ять гігабайт є зайнятими і три гігабайта є вільними. Отже, на LTSP-сервері з об'ємом оперативної пам'яті 8 ГБ можуть працювати приблизно 140 користувачів, що виконують прикладні програми в системі Linux, або п'ятнадцять користувачів, що працюють з прикладними програмами під управлінням системи Microsoft Windows XP.

Статистика використання ресурсів оперативної пам'яті і процесорів LTSP-серверу

```
%Cpu(s): 21.1 us, 77.4 sy, 0.0 ni, 0.2 id, 0.0 wa, 0.0 hi, 1.3 si, 0.0 st
KiB Mem: 8314060 total, 7846740 used, 467320 free, 20172 buffers
KiB Swap: 776188 total, 0 used, 776188 free, 2511612 cached
```

| PID | USER | PR | NI | VIRT | RES | SHR | S | %CPU | %MEM | TIME+ | COMMAND |
|-------|--------|----|----|-------|------|------|---|------|------|----------|---------------|
| 16222 | vbox | 20 | 0 | 680m | 592m | 546m | S | 61.6 | 7.3 | 27:39.75 | VBoxHeadless |
| 16651 | vbox | 20 | 0 | 682m | 594m | 546m | S | 59.7 | 7.3 | 32:02.32 | VBoxHeadless |
| 18811 | vbox | 20 | 0 | 695m | 606m | 546m | S | 55.8 | 7.5 | 55:28.85 | VBoxHeadless |
| 17562 | vbox | 20 | 0 | 684m | 596m | 546m | S | 55.5 | 7.3 | 34:05.13 | VBoxHeadless |
| 15912 | vbox | 20 | 0 | 684m | 594m | 546m | S | 52.8 | 7.3 | 36:12.17 | VBoxHeadless |
| 18268 | vbox | 20 | 0 | 686m | 598m | 546m | S | 47.4 | 7.4 | 44:15.91 | VBoxHeadless |
| 15511 | vbox | 20 | 0 | 688m | 600m | 547m | S | 44.8 | 7.4 | 46:43.27 | VBoxHeadless |
| 14354 | vbox | 20 | 0 | 681m | 592m | 546m | S | 36.5 | 7.3 | 39:03.14 | VBoxHeadless |
| 15571 | vbox | 20 | 0 | 681m | 591m | 546m | S | 32.4 | 7.3 | 37:04.91 | VBoxHeadless |
| 17080 | vbox | 20 | 0 | 677m | 589m | 546m | S | 21.7 | 7.3 | 42:27.20 | VBoxHeadless |
| 29900 | stud06 | 20 | 0 | 10668 | 2640 | 1220 | S | 9.1 | 0.0 | 2:01.67 | sshd |
| 29894 | stud05 | 20 | 0 | 12380 | 3092 | 2132 | S | 1.3 | 0.0 | 0:01.26 | rdesktop |
| 30548 | root | 20 | 0 | 4644 | 1608 | 1060 | R | 1.0 | 0.0 | 0:46.99 | top |
| 1526 | root | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 | S | 0.3 | 0.0 | 0:25.72 | xfsaild/sdd1 |
| 2922 | vbox | 20 | 0 | 23748 | 4328 | 2020 | S | 0.3 | 0.1 | 1:52.76 | VBoxXPCOMIPCD |
| 30535 | root | 20 | 0 | 9780 | 3404 | 2748 | S | 0.3 | 0.0 | 0:03.07 | sshd |
| 1 | root | 20 | 0 | 2284 | 668 | 568 | S | 0.0 | 0.0 | 0:02.48 | init |
| 2 | root | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 | S | 0.0 | 0.0 | 0:00.02 | kthreadd |
| 3 | root | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 | S | 0.0 | 0.0 | 0:01.26 | ksoftirqd/0 |
| 7 | root | rt | 0 | 0 | 0 | 0 | S | 0.0 | 0.0 | 0:00.44 | watchdog/0 |
| 8 | root | rt | 0 | 0 | 0 | 0 | S | 0.0 | 0.0 | 0:00.49 | migration/1 |
| 10 | root | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 | S | 0.0 | 0.0 | 0:01.64 | ksoftirqd/1 |
| 12 | root | rt | 0 | 0 | 0 | 0 | S | 0.0 | 0.0 | 0:00.39 | watchdog/1 |
| 17 | root | rt | 0 | 0 | 0 | 0 | S | 0.0 | 0.0 | 0:00.09 | migration/3 |

В результаті введення в експлуатацію LTSP-серверу на базі застарілого сервера 2002 року виготовлення з двома процесорами Intel Xeon 2ГГц і його тривалого тестування на бездисккових РС доцільно зробити висновок, що сервер такого віку і такої обчислювальної потужності цілком спроможний самостійно забезпечити роботу десяти віртуальних операційних систем Windows XP, і при цьому не створювати перевантаження локальної мережі установи. На таблиці 1 наведена статистика Linux-команди top, виконаної на LTSP-сервері під час одночасної роботи десяти бездисккових РС, за якою з яких користувачі активно працювали у власній операційній системі Windows XP незалежно один від одного. В наведеній статистиці продемонстровано, що кожна віртуальна операційна система Windows XP працює в системі Linux як окремий робочий процес VBoxHeadless, який використовує від 21% до 61% процесорного часу, а загальна оперативна пам'ять LTSP-сервера використовується на 94% (... 8314060 total, 7846740 used). Такий режим використання системних ресурсів що є цілком допустимим при вирішенні даної технічної задачі.

Висновки

1. Організація бездисккових РС докорінно зменшує витрати підприємства на сервісне обслуговування і ремонт персональних комп'ютерів працівників, оскільки найчастішою причиною відмови комп'ютерів є незворотній вихід з ладу їх жорсткого диска.

2. Термінальні сервери дозволяють значно спростити процедуру резервного копіювання і відновлення даних, вирішити проблему вірусних, шпигунських та рекламних програм, а також неконтрольованого використання комунікаційних програм, що генерують великий мережевий трафік на зразок клієнтів файлообмінних пірінгових протоколів Torrent і eDonkey.

3. Використання віртуальних операційних систем дозволяє користувачам працювати з довільними прикладними програмами, що працюють під їх управлінням. При одночасному завантаженні кількох віртуальних операційних систем потрібно враховувати обмеження підсистеми дискового вводу-виводу. Це фактично означає, що з одного жорсткого диска можна завантажувати максимум дві активно працюючі операційні системи.

4. Розвиток сучасних обчислювальних мереж дозволяє адміністратору комп'ютерного класу або відділу сконцентрувати обчислювальні потужності у вигляді одного або кількох термінальних серверів, приєднати до них наявний парк застарілих комп'ютерів і тим самим суттєво продовжити термін їх експлуатації.

Список використаних джерел

1. Ермаков Д.Г. Модернизация вычислительного кластера для параллельного выполнения операционных систем Linux и MS Windows / Д.Г. Ермаков, А.Ю. Берсенев // Программные продукты и системы. – 2013. – Том №4. – С. 101-105.

2. Гриневич А.И. Проблемы совместимости Linux-Систем / А.И. Гриневич, Д.А. Марковцев, В.В. Рубанов // Труды Института системного программирования РАН.–2006.–Том. 10.–С. 15-27.

3. Стеценко Д.А. Разработка типовой архитектуры подсистемы мониторинга и аудита ОС на базе Linux / Д.А. Стеценко // Информационная безопасность. Материалы XIII международной научно-практической конференции «ИБ-2013». Часть 1. – Таганрог, 2013. – С. 91-96.

4. Michael M. System V Application Binary Interface AMD64 Architecture Processor Supplement / M. Michael, J. Hubicka, A. Jaeger, M. Mitchell. – 2014. – Режим доступа: http://www.x86-64.org/documentation_folder/abi.pdf

5. Russell J. OpenThinClient / J. Russell, R. Cohn. – Москва: Bookvika Publishing, 2012.–100 с.

6. Маркелов А. Использование бездисковых Linux-станций с загрузкой по сети / А. Маркелов // Проект«Линукс-Центр».–2005.–Режим доступа: http://www.linuxcenter.ru/lib/articles/networking/thin_station.phtml

7. Linux Terminal Server Project - How To / Standard Debian LTSP installation on recent versions of Debian. – 2014. – Режим доступа: <https://wiki.debian.org/LTSP/Howto>

8. Настройка терминального сервера на примере LTSP и Linux CentOS 5.4 // Проект «Хабрахабр»: – 2010. – Режим доступа: <http://habrahabr.ru/post/93228>

9. How to create a Ubuntu 12.04 x64 LTSP server with 32bit thin clients // The Fan Club Project. – 2012. – Режим

доступу: <https://www.thefanclub.co.za/how-to/how-create-ubuntu-1104-x64-ltsp-server-32bit-thin-clients>

10. Ubuntu LTSP. – 2015. – Режим доступа: <https://help.ubuntu.com/community/UbuntuLTSP>

11. Forum LTSP-cluster-thin-clients // OSDIR Project: – 2015. – Режим доступа: <http://osdir.com/ml/LTSP-cluster-thin-clients>

12. OpenSUSE KIWI LTSP // SUSE Project: – 2015.–Режим доступа: <https://ru.opensuse.org/LTSP>

Інформація про авторів:



Загороднюк Сергій Петрович – кандидат фізико-математичних наук, асистент кафедри комп'ютерної інженерії факультету радіофізики, електроніки та комп'ютерних систем КНУ імені Тараса Шевченка. Наукові інтереси:

E-mail: kola@univ.net.ua



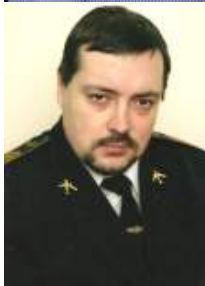
Шевченко Ярослав Олександрович – студент 6 курсу кафедри комп'ютерної інженерії факультету радіофізики, електроніки та комп'ютерних систем КНУ імені Тараса Шевченка. Наукові інтереси:

E-mail:



Баужа Олександр Стасисович – кандидат фізико-математичних наук, асистент кафедри комп'ютерної інженерії факультету радіофізики, електроніки та комп'ютерних систем КНУ імені Тараса Шевченка. Наукові інтереси:

E-mail:



Донець Андрій Георгійович – кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент кафедри логістики, факультету менеджменту і логістики НАУ. Наукові інтереси:

E-mail: