

## СИСТЕМА ЗА ПРОВЕЖДАНЕ НА ЛАБОРАТОРНИ УПРАЖНЕНИЯ ЧРЕЗ ВИРТУАЛНИ МАШИНИ

Делян Генков

*Технически университет - Габрово*

## SYSTEM FOR LABORATORY EXERCISES USING VIRTUAL MACHINES

Delyan Genkov

*Technical University - Gabrovo*

### Abstract

*Virtual machines allow experiments with different operating systems and application software without affecting the local operating system and software. This approach can be useful for conducting laboratory exercises in computer oriented topics, where the students have to experiment with different systems and software and learn the ways to install, setup and use it.*

*This paper presents one possible approach for use of a virtualization platform for conducting laboratory exercises in computer networks.*

**Keywords:** Education, Virtual Machines, Laboratory exercises.

### ВЪВЕДЕНИЕ

Технологията за виртуализация дава възможност ресурсите на един физически компютър да бъдат споделени между много виртуални машини, създавайки виртуални ресурси – процесори, памет, дискове, мрежови контролери и други. Всяка виртуална машина има своя операционна система и приложен софтуер, като в общия случай промяната на една виртуална машина не влияе на останалите. Съпътстващите виртуализацията технологии дават допълнителни предимства – технологията за създаване на снимки (snapshot) тава възможност за много бързо архивиране на цялата машина, заедно с операционната система и софтуера, като позволява мигновено възстановяване на функционалността при вирусна атака или повреда на софтуера. Технологията за клониране дава предимството на бързо създаване на много еднотипни машини. При използване на десктоп виртуализация е възможно на сървър да се стартира предварително подготвено копие на операционна система с инсталиран и конфигуриран приложен софтуер, който да бъде достъпен

чрез терминал с по-малки от необходимите за работа хардуерни ресурси. Десктоп виртуализацията позволява работа с умни мобилни телефони, планшети, „тънки клиенти“ и други съвременни платформи.

Тези предимства могат да бъдат доста полезни при създаването и провеждането на лабораторни упражнения със студенти по компютърно-ориентирани дисциплини. На такива упражнения обикновено на студентите се налага да инсталират и конфигурират операционни системи, приложни програми, да създават бази данни и компютърни програми, както и да накарат няколко системи да се свържат помежду си в обща компютърна мрежа. Използването на виртуализационните технологии при провеждането на упражнения може да помогне в няколко различни аспекта: да предпази локалните ресурси на компютърната система от повреда при инсталиране на различни програмни компоненти, да помогне за бързото създаване на виртуална машина за работата на всеки студент, да запази резултатите от работата му при необходимост от продължаване на изпълнението да задачите

в упражнението, както и лесно и бързо да върне постановката в начално положение, за изпълнение на същото упражнение от друга група студенти. Не на последно място по важност е и възможността да се работи от собствена компютърна система – лаптоп, таблет или умен телефон, което без да влияе на сигурността на достъпа позволява разширяване на лабораторната база, както и осигурява възможност за полагане на задачите в упражненията от друго място и по друго време.

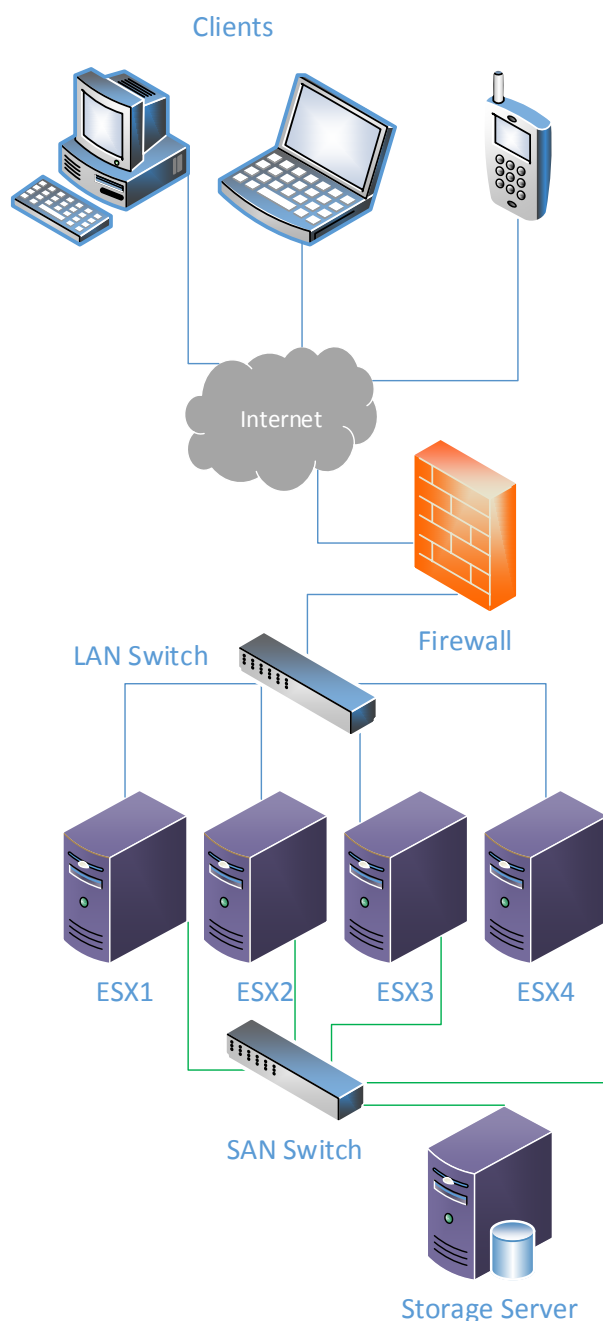
## ИЗЛОЖЕНИЕ

Технически университет – Габрово е участник в сдружение Клъстер Айтос (ITOS), който изпълнява проект № BG16RFOP002-2.009-0043 „Развитие на капацитета и интернационализацията на продуктите на Клъстер Айтос /ITOS/“ с финансовата подкрепа на ЕС чрез Европейския фонд за регионално развитие. В рамките на проекта в гр. Габрово беше инсталирана технологична инфраструктура за създаване на специализирана развойна лаборатория.

Инсталираната инфраструктура се състои от следните компоненти:

- 4 броя сървъри HP DL380Gen 9, 2 X 8 Core Intel Xeon E5-2620v4, 256 GB RAM, 2 X 1,2 TB 6G SAS HDD, 32 GB Flash Media Kit, 2 X 800 W Hot Swap PSU;
- 1 бр дисков масив за съхранение на данни HP DL380Gen 9, 2 X 8 Core Intel Xeon E5-2620v4, 256 GB RAM, 12 X 4 TB 6G SAS HDD, 2 X 800 W Hot Swap PSU;
- Комутатор на мрежата за данни HP Aruba 3810M 16 SFP Switch;
- Комутатор на мрежовата свързаност Cisco Catalyst 2960-X 48 GigE;
- Защитна стена Cisco ASA 5508-X with FirePOWER Services;
- VMware VSphere Standard Server + VCenter;
- VMware Horizon View + Client license pack.

Структурата на системата е представена на фигура 1.



Фиг. 1. Структура на системата

На всеки от четирите сървъра е инсталиран хипервайзор за виртуализация VMware ESXi 6.5.0 Update 2 [1]. Управлението, разпределянето на натоварването, отказоустойчивостта и другите услуги на четирите сървъра и устройството за съхранение на данни се осигурява от софтуерната платформа vCenter Server 6.5.0.2000 [2], работещ като отделна виртуална машина на платформата.

Свързаността между сървърите и дисковата подсистема е чрез оптична свързаност по два независими канала със скорост 10

Gbit/s или обща скорост от 20 Gbit/s на сървър, а с локалната мрежа – с по 4 независими медни връзки със скорост 1 Gbit/s всяка. Достъпът до платформата се осъществява чрез IPSec VPN към защитната стена Cisco ASA 5508-X, като е защитен с потребителски имена и пароли и трафикът е криптиран.

За осъществяване на десктоп виртуализация са създадени виртуални машини, на които е инсталиран необходимият софтуер за провеждане на упражнение по компютърни мрежи. Управлението на десктоп виртуализацията се осъществява посредством софтуерната платформа VMware Horizon 7 [3].

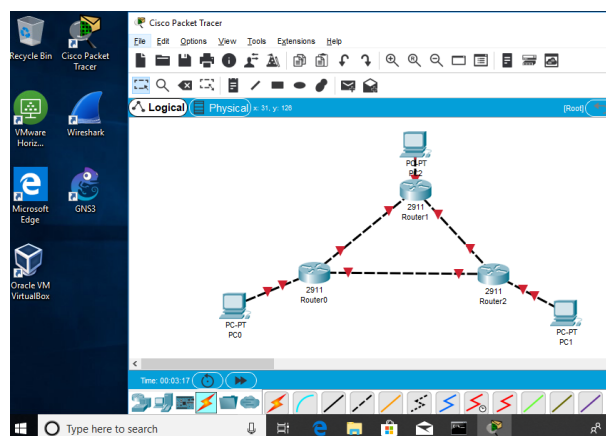
Софтуерните компоненти на системата и тяхното предназначение са описани по-долу [4]:

- Horizon Connection Server – служи за управление на клиентските сесии, осигурява автентикация чрез активна директория на Microsoft Windows и насочва заявките към подходяща виртуална машина;
- Horizon Client – софтуерен компонент, който се инсталира на клиентската машина – Android или iOS таблет или телефон, Windows или Linux компютър, „тънък клиент“ и др;
- VMware Horizon User Web Portal – позволява достъпа до системата чрез Web браузър, като автоматично стартира или изтегля Horizon Client компонента;
- Horizon Agent – компонент, който се инсталира на всяка виртуална машина, комуникира с Horizon Client и осигурява наблюдение на връзката, позволява включването на локални USB устройства към отдалечената машина и др.;
- Horizon Administrator – Web-базирана услуга, позволяваща конфигурирането на обектите, като потребители, права за достъп, както и откриване и отстраняване на проблеми при свързването на потребителите;
- Cisco Anyconnect VPN Client – компонент, който се инсталира на отдалечения терминал и позволява отдалечено

то свързване към защитната стена, чрез установяване на VPN връзка. [5]

За използване на системата за лабораторни упражнения е необходимо изпълнението на следните стъпки:

1. Инсталиране и конфигуриране на виртуална машина (Windows или Linux) с необходимите приложения за провеждане на упражнението. На фигура 2 е показана примерна виртуална машина за упражнение по дисциплина „Компютърни мрежи“.



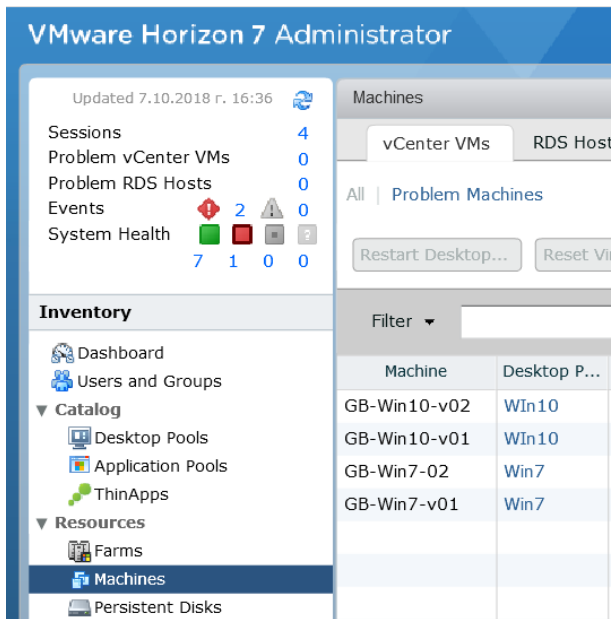
Фиг. 2. Примерна виртуална машина

2. Регистрирането на машината в ESXi хост и репликирането на необходимия брой копия – фиг. 2.

Virtual machine	Status	Used space
GB-Win10	Normal	68.11 GB
GB-Win10-01	Normal	18.82 GB
GB-Win10-v01	Normal	27.68 GB
GB-Win10-v02	Normal	27.68 GB
GB-Win7	Normal	68.11 GB
GB-Win7-01	Normal	38.38 GB
GB-Win7-02	Normal	47.24 GB
GB-Win7-v01	Normal	47.24 GB

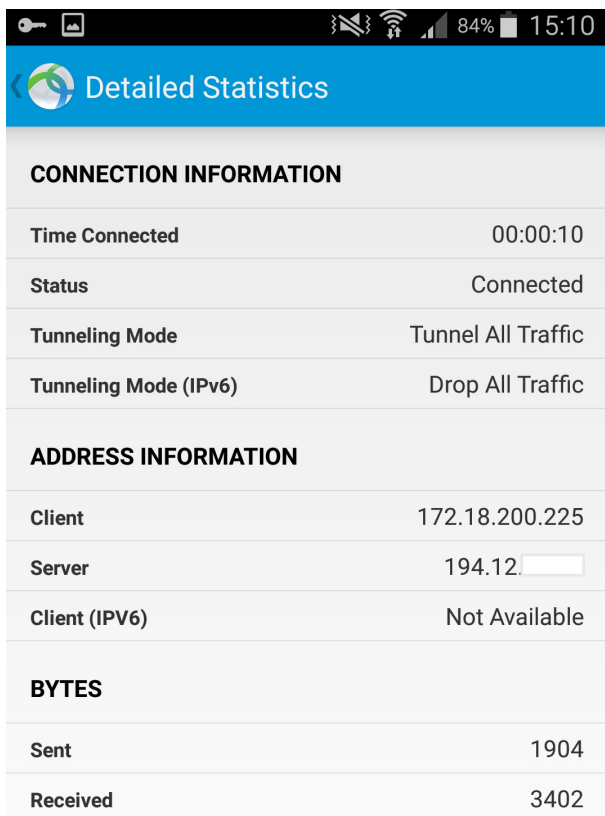
Фиг. 3. Регистрирани виртуални машини

3. Създаване на потребители и набори машини (pools), до които ще се дава достъп в VMware Horizon, както и назначаването на машините в набори – фигура 4.



Фиг. 4. Свързване на компонентите

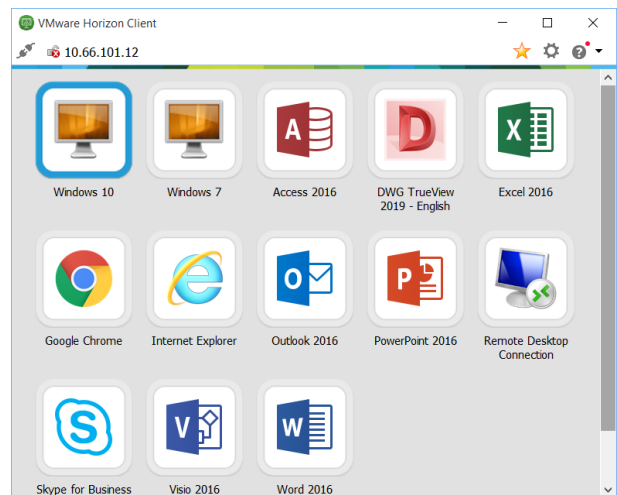
- Инсталирането върху клиентската машина на Horizon Client и Cisco Anyconnect VPN Client.



Фиг. 5. Свързване към VPN

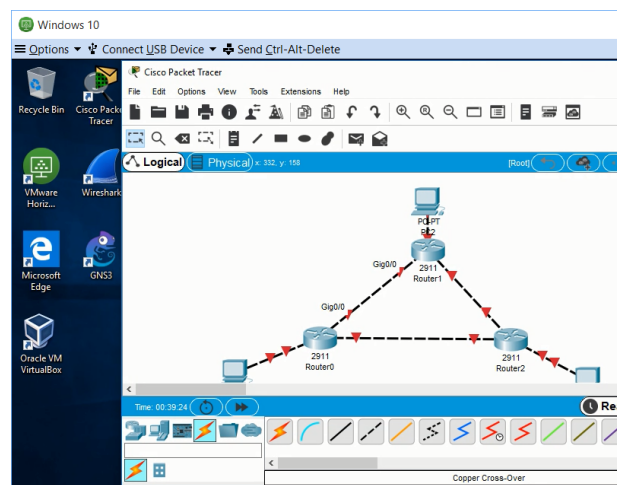
- Свързване към мрежовата инфраструктура с потребителско име и парола, чрез Cisco Anyconnect VPN Client – фигура 5.

- Стартиране на Horizon Client и избор на машина за достъп – фигура 6.



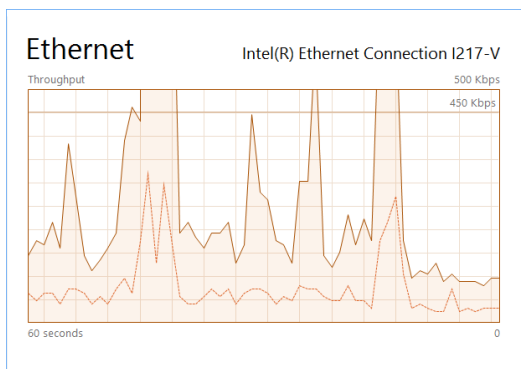
Фиг. 6. Избор от достъпни машини и приложения

На фигура 7 е показана осъществената връзка към отдалечената машина.



Фиг. 7. Осъществена връзка към виртуална машина

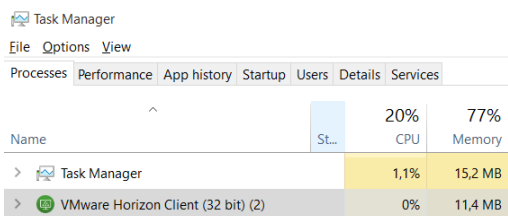
При работа на отдалеченото приложение на пълен екран средното натоварване на мрежовата връзка е около 0,5 Mbit/s за Windows 10 машина, но при рязка смяна на екрана на виртуалната машина, например при превключване към ново активно приложение се наблюдават пикове в мрежовия трафик до около 700 – 800 kbit/s, както е показано на фигура 8.



Фиг. 8. Натоварване на мрежовата връзка

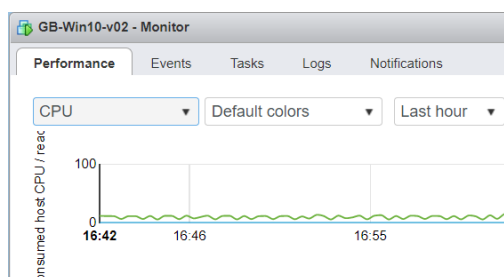
При ограничения на мрежовата свързаност под скорост от 0,5 – 0,8 Mbit/s може да се очакват забавяния и замръзвания на достъпа до отдалечените приложения.

При Windows 10 клиентска машина натоварването на локалния процесор е в рамките на 1%, а заеманата оперативна памет е около 11,5 MB, както е показано на фигура 9.



Фиг. 9. Натоварване на процесор и памет

Разбира се консумацията на сървърни ресурси зависи от виртуалната хардуерна конфигурация на машината и стартираните операционна система и приложения. На изследвания пример виртуалната машина е с Windows 10 с 8 GB оперативна памет и два виртуални процесора. При изследването на нея са стартирани симулаторите GNS 3 и Cisco Packet Tracer с по три маршрутизатора във всеки, както и се прави прихващане на локалния трафик с инструмента Wireshark. При това натоварването на виртуалния процесор е в рамките на средно 14%, както е показано на фигура 10.



Фиг. 10. Натоварване на виртуалния процесор на машината

Системата е тествана на следните видове клиенти:

- десктоп и лаптоп компютри с Windows 10 и Ubuntu Linux операционни системи;
- умни телефони с операционни системи Android и MacOS;
- тънки клиенти HP t520;
- HP Chromebook 11 G3;
- таблети Lenovo Yoga, Apple Airpad Air 2 и други.

Засега работи успешно на всички платформи при използване на виртуални машини с Windows 7, Windows 10, Windows Server 2012 и 2016, Linux дистрибуции Debian и Ubuntu.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изградената система е тествана с различни клиенти и виртуални машини. Тя може успешно да се използва за провеждане на лабораторни упражнения по компютърно ориентирани дисциплини. Такъв подход ще реши доста срещани в момента проблеми при провеждането на практическото обучение като повреждане на локални приложения и операционни системи, провеждането на упражнения по различни дисциплини в една и съща лаборатория, запазването на резултатите за бъдеща доработка и други.

Използването на Интернет свързаност към платформата позволява и провеждането на упражнения от произволно място и в произволно време, което ще позволи използването и за дистанционно практическо обучение на студенти по компютърно ориентирани дисциплини.

Недостатък на подхода за момента е, че при отпадане на свързаността към Интернет няма да е възможно провеждането на упражнения. Ограничената скорост на Интернет връзката също може да повлияе негативно на времето за реакция на виртуалната машина.

Предстои разработването на виртуални упражнения по дисциплините „Компютърни мрежи“ и „Бази данни“ от учебния план на специалност „Компютърни системи и технологии“ и експериментирането на подхода в реалния учебен процес, както и сравне-

ние на удовлетвореността на студентите при използването на традиционния и предложения подход.

## БЛАГОДАРНОСТИ

Настоящият документ е изготвен с финансовата помощ на договор № 1810Е за провеждане на научни изследвания по проект на тема: „Приложение на виртуализационни и облачни технологии в обучението“ към Технически университет – Габрово.

Апаратурата и софтуерните лицензи, използвани в документа са доставени при изпълнение на проект № BG16RFOP002-2.009-0043 „Развитие на капацитета и интернационализацията на продуктите на Клъстер Айтос /ITOS/“ с финансовата подкрепа на ЕС чрез Европейския фонд за регионално развитие.

## REFERENCES

- [1] VMware, VMware ESXi: The Purpose-Built Bare Metal Hypervisor, <https://www.vmware.com/products/esxi-and-esx.html>, дата на използване: 04.10.2018 г.
- [2] VMware, vCenter Server is Simplified and Efficient Server Management Software <https://www.vmware.com/products/vcenter-server.html>, дата на използване 04.10.2018 г.
- [3] VMware, VMware Horizon 7 Documentation, <https://docs.vmware.com/en/VMware-Horizon-7/index.html>, дата на използване: 05.10.2018 г.
- [4] VMware, Horizon 7 Architecture Planning, <https://docs.vmware.com/en/VMware-Horizon-7/7.6/horizon-architecture-planning/GUID-5CC0B95F-7B92-4C60-A2F2-B932FB425F0C.html>, дата на използване: 05.10.2018 г.
- [5] Cisco Systems, Cisco AnyConnect Secure Mobility Client, <https://www.cisco.com/c/en/us/support/security/anyconnect-secure-mobility-client/tsd-products-support-series-home.html>, дата на използване: 05.10.2018 г.