



**Тестирование производительности протокола
SPICE в системе Red Hat Enterprise
Virtualization for Desktops**



Аннотация

В документе описывается тестирование протокола удалённого доступа SPICE, работающего в составе системы виртуализации рабочих станций RHEV-D. В рамках тестирования проведены измерения скорости передачи данных на клиентскую машину при различных сценариях работы. Также исследована работа протокола SPICE при наличии ограничений при передаче данных. Полученные результаты сравнивались с аналогичными показателями для протокола RDP.

Обратная связь

Данный документ подготовлен Бюро Соломатина, подразделением НЦПР.

Сайт: www.bureausolomatina.ru
Электронная почта: bureau@ncpr.su
Телефон: +7 495 988 27 09
Факс: +7 495 745 40 81
Адрес: 125375, Россия, Москва, ул. Тверская, д. 7, под. 7, этаж 2

«Тестирование производительности протокола SPICE в системе Red Hat Enterprise Virtualization for Desktops», Версия 1.0

© ООО Национальный центр поддержки и разработки, 2010 г.

Вы имеете право воспроизводить, распространять, перерабатывать документ или использовать его иным образом в соответствии с условиями лицензии Creative Commons Attribution Share Alike 3.0 (текст лицензии доступен по адресу <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/legalcode>).

Авторы: Кулёмин Михаил, Бюро Соломатина
Жуков Павел, Бюро Соломатина

Права на товарные знаки, упомянутые в настоящем документе, принадлежат их законным правообладателям.



Содержание

1. Введение.....	4
2. Описание тестового стенда.....	4
3. Протокол тестирования.....	5
3.1. Типы тестов.....	5
3.2. Сценарии работы.....	5
3.3. Ограничение канала.....	6
4. Полученные результаты по нагрузке на сеть.....	6
4.1. VM: RHEL Desktop, клиент: RHEL Desktop.....	7
4.2. VM: Windows XP, клиент: Windows XP.....	9
4.3. VM: Windows XP, клиент: RHEL Desktop.....	11
5. Работа SPICE на ограниченном канале.....	12
6. Сравнение с RDP.....	13
7. Выводы.....	15
7.1. Нагрузка на сеть.....	15
7.2. Сравнение с RDP.....	16
8. Приложение А. Сетевой шлюз для ограничения трафика.....	17
9. Приложение В. Сценарий офисной работы.....	18
9.1. В.1. Виртуальная машина — Linux.....	18
9.2. В.2. Виртуальная машина — Windows.....	18
10. Приложение С. Сценарий работы с мультимедиа.....	18
10.1. С.1. Используемые файлы.....	18
10.2. С.2. Используемые проигрыватели и кодеки.....	18
11. Приложение D. Сценарий тестирования Skype.....	19
12. Приложение E. Благодарности.....	19



1. Введение

SPICE — протокол удаленного доступа к рабочему столу, ориентированный на использование в виртуальной среде. При разработке протокола особо учитывались требования, необходимые для работы с мультимедиа-контентом. SPICE использует специальные кодеки для сжатия аудио и видео, что позволяет обеспечить двунаправленную передачу звука, а также возможность просмотра видео на удаленной машине. Разработка протокола была начата в 2007 году компанией Qumranet. Компания Qumranet была куплена Red Hat в 2008 году. В декабре 2009 года протокол был открыт. На сегодняшний день существует реализация протокола для подключения к виртуальным машинам на базе KVM.

Одно из самых значительных отличий от существующих протоколов удаленного доступа заключается в том, что SPICE осуществляет подключение непосредственно к системе виртуализации, а не к операционной системе. Таким образом при помощи SPICE можно теоретически можно осуществить подключение к любой ОС, запущенной в виртуальной среде. Для использования всех возможностей SPICE необходимо наличие соответствующего видеодрайвера на гостевой системе, хотя работать протокол может и без него. В настоящий момент такие драйверы есть как для Linux, так и для Windows.

Протокол является полностью открытым. Дополнительную информацию и исходники можно получить на сайте проекта www.spice-space.org.

SPICE используется в системе виртуализации рабочих станций RHEV-D (Red Hat Enterprise Virtualization for Desktop) для доступа к виртуальным машинам. Данный продукт появился на рынке сравнительно недавно, и информации по производительности решения довольно мало. В частности практически отсутствуют данные по загрузке сетевого канала во время работы SPICE, в то время как подобная информация является критичной для планирования инфраструктуры виртуальных рабочих станций.

В данном исследовании мы постарались хотя бы частично исправить это положение и провести тестирование работы SPICE при различных сценариях использования. Исследование проводилось с протоколом версии 0.4.3, который используется для доступа к виртуальным рабочим станциям в RHEV-D 2.2 (крайняя версия на момент написания статьи).

2. Описание тестового стенда

Тесты проводились на тестовом стенде с установленной системой Red Hat Enterprise Virtualization 2.2. В данной версии RHEV для доступа к виртуальным машинам используется SPICE 0.4.3. Технические характеристики оборудования:

- **Управляющая консоль:** 1xIntel Celeron 1.8MHz, 1GB RAM, установлен MS Windows Server 2003.
- **2 x Хост-система:** 2xIntel Xeon E5405, 8GB RAM, установлен Red Hat Enterprise Virtualization Hypervisor.
- **iSCSI хранилище:** 2xIntel Xeon 3.2GHz, 1GB RAM, установлен RHEL 5.5.



- **Клиент N1:** Pentium 4 2.8GHz CPU, 512Mb RAM, Video Intel Corporation 82865G, установлен RHEL Desktop 5.5.
- **Клиент N2:** Pentium 4 2.8GHz CPU, 512Mb RAM, Video Intel Corporation 82865G, установлен Windows XP SP3.

Хосты соединены с управляющей консолью и клиентами гигабитной сетью. При помощи отдельных сетевых интерфейсов хост-системы связаны с iSCSI хранилищем. Подобное разделение сетей позволяет разграничить трафик для СХД и для клиентских подключений.

Для тестирования использовались две виртуальные машины с установленными системами RHEL Desktop 5.5 и Windows XP SP3. Каждой машине было выделено 512 Мб памяти и 1 QEMU CPU (2 ядра). На виртуальных машинах установлены все дополнения для гостевых операционных систем, поставляемые с RHEV.

3. Протокол тестирования

3.1. Типы тестов

В рамках данного тестирования были проведены три серии экспериментов:

- Мониторинг сетевой нагрузки при отсутствии искусственных ограничений скорости соединения. В данном случае единственным ограничением являлась максимальная возможная скорость передачи данных на используемом оборудовании: 1Гбит/с.
- Мониторинг сетевой нагрузки при наличии ограничений скорости передачи данных по сети. В данной серии была промоделирована работа протокола на медленных сетевых соединениях.
- Сравнение работы протоколов SPICE и RDP.

В первой серии экспериментов участвовали различные комбинации Виртуальная машина — Клиент. Для проверки работы протокола на различных операционных системах тестирование проводилось на двух связках: VM:RHEL — Клиент:RHEL, VM:Windows — Клиент:Windows. Кроме того было проведено тестирование работы протокола в сочетании VM:Windows — Клиент:RHEL. Данный вариант использования представляет особый интерес для построения инфраструктур с использованием тонких клиентов на базе Linux.

3.2. Сценарии работы

Основная сложность определения производительности VDI решений заключается в том, что скорость передачи данных от виртуальной машины к клиенту может сильно зависеть от выполняемой работы. В таком случае практически невозможно говорить о некоей «средней» скорости передачи данных: в зависимости от сценария работы пользователя нагрузка на сеть может сильно изменяться. Для того, чтобы полученные результаты точнее отражали реальное положение дел, были выбраны несколько сценариев, для



каждого из которых производились необходимые измерения.

Используемые сценарии работы (Подробности в Приложениях B-D):

- Офисная работа (Создание документов в пакете OpenOffice: текстовый документ, презентация, электронная таблица. Работа в графическом редакторе, Работа в интернете: просмотр страниц без аудио и видео контента.)
- Мультимедиа (Просмотр видео, прослушивание музыки.)
- Интернет (Просмотр роликов YouTube в различном качестве: 240p, 360p, 480p)
- Работа Skype (Соединение в режиме как разговора, так и видеочата.)

Необходимо заметить, что каждый сценарий предусматривает несколько видов деятельности, на каждый из которых было выделено одинаковое количество времени (10-15 минут). Каждый эксперимент делился на этапы, на которых выполнялась работа с одним приложением (тестовый редактор, браузер, графический редактор, медиапроигрыватель и т.п.).

3.3. Ограничение канала

Отдельный интерес представляет вопрос о работе протокола на медленных сетевых соединениях. Для проведения тестирования был настроен шлюз с возможностью ограничения скорости передачи данных (подробности в Приложении A). Так как комфортность работы с VDI клиентом — понятие достаточно субъективное, мы попытались выявить несколько основных точек, которые можно ориентироваться при анализе данных:

- Минимальная скорость при которой возможно соединение.
- Скорость при которой становится возможной офисная работа (вероятно недостаточно комфортная).
- Минимальная скорость соединения, при которой можно выполнять типичные офисные задачи (набор текста, работа в интернете, подготовка презентаций).
- Комфортный веб-серфинг.
- Скорость, достаточная для прослушивания аудио.
- Скорость, при которой становится возможным просмотр видео.

4. Полученные результаты по нагрузке на сеть

В первой серии тестов была измерена нагрузка на сеть при работе по протоколу SPICE при различных сценариях работы. Полностью идентичные эксперименты были проведены для нескольких вариантов операционных систем. Результаты для каждого теста представлены в виде двух графиков: на первом изображена зависимость скорости от времени, на втором — гистограмма скорости. Гистограмма показывает насколько часто в ходе эксперимента была замечена указанная скорость. Как показали предварительные эксперименты, средняя скорость передачи данных является необъективным показателем



работы протокола — значительную часть времени сеть простаивает, при этом могут наблюдаться весьма сильные всплески активности, особенно при передаче видеопотока. Представление данных в виде гистограммы в данном случае дает несколько ощутимых преимуществ. Можно наглядно оценить не только среднюю скорость передачи, но и разброс значений, что позволяет составить более объективную картину работы протокола.

4.1. VM: RHEL Desktop, клиент: RHEL Desktop

В состав сценария «офисной работы» были включены: набор текстовых документов в программе OpenOffice Writer, работа в графическом редакторе Gimp и просмотр интернет-страниц, не содержащих видео или аудио контент (проверка почты, работа с поисковыми системами, чтение блогов). На каждый из перечисленных видов работы отводилось одинаковое время, то есть примерно треть от всего времени эксперимента. Результаты тестирования приведены на рисунке 1.

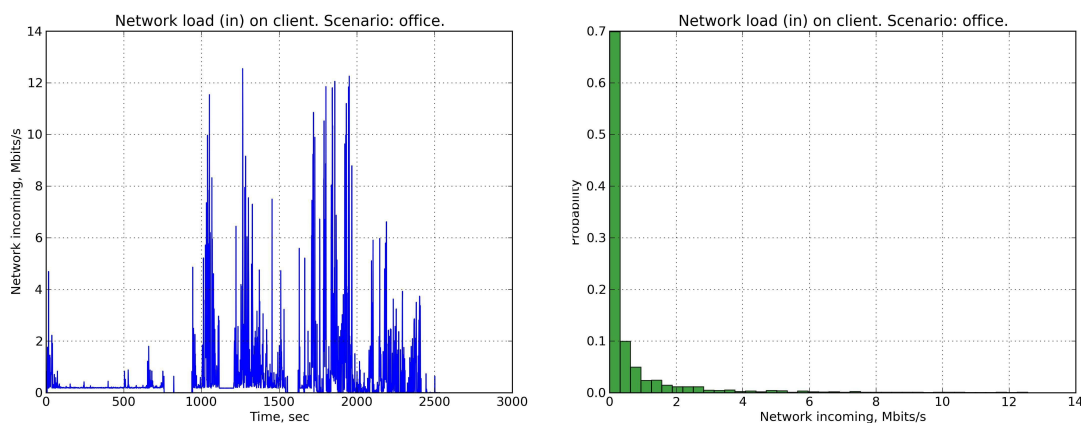


Рисунок 1: Офисная работа. VM: RHEL, Клиент: RHEL.

Для тестирования работы протокола с мультимедиа были использованы всего два режима работы: прослушивание музыки и просмотр видео. Результаты представлены на рисунке 2. Как видно из приведенных графиков, при передаче звука нагрузка на сеть практически незаметна (подробнее см Приложение С), При передаче видео 5-15 Mbit/s.

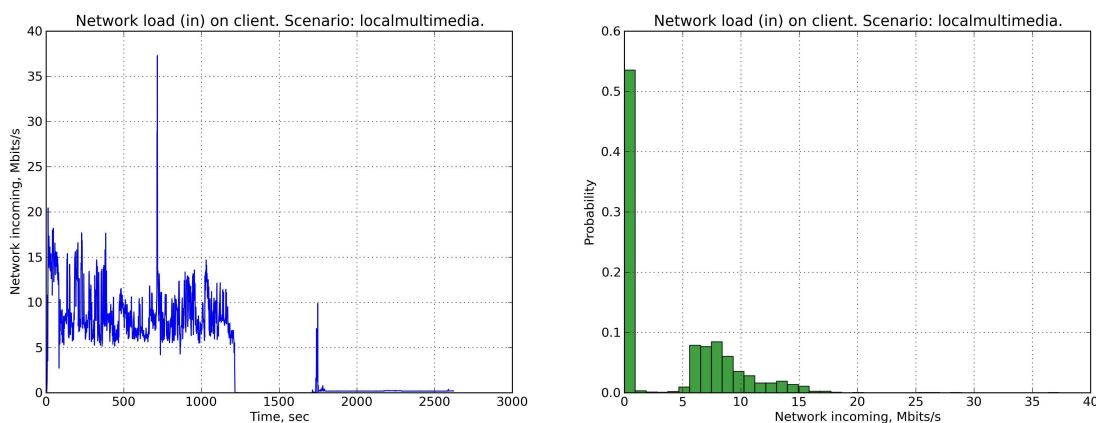


Рисунок 2: Прослушивание музыки и просмотр видео. VM: RHEL, Клиент: RHEL.

В первом сценарии работы уже проводились тесты при работе в интернете, которые, однако, не включали в себя просмотр flash-видео. Данный вид работы был выделен в отдельный сценарий, в ходе которого проводились замеры сетевой скорости при просмотре интернет-видео в различном качестве (240p, 360p, 480p). Результаты измерений приведены на рисунке 3.

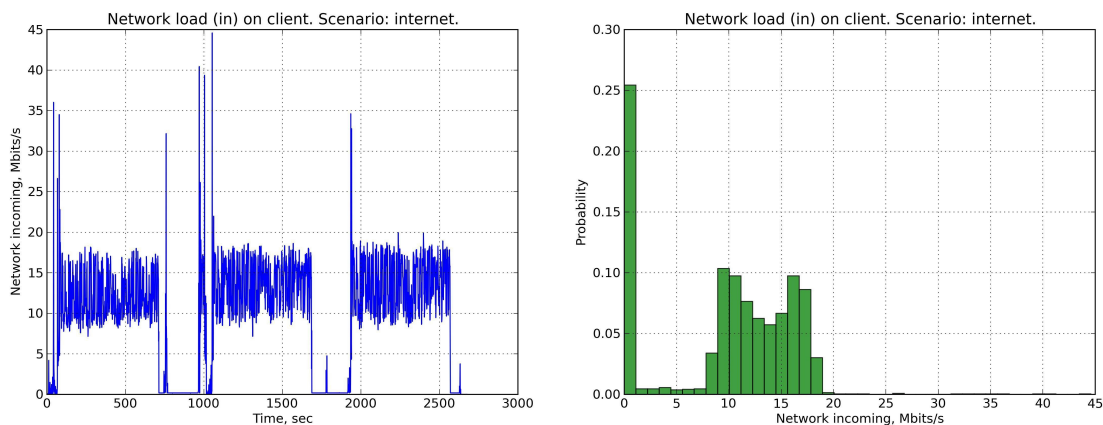


Рисунок 3: Просмотр видео на YouTube. VM: RHEL, Клиент: RHEL.

Завершающий сценарий работы состоял в тестировании протокола при работе Skype. Тестировались два варианта использования: аудио чат и видеоконференция (подробнее см. Приложение D). Как и ожидалось, при передаче только аудиопотока загрузка несравнима с аналогичной при работе в режиме видеочата.

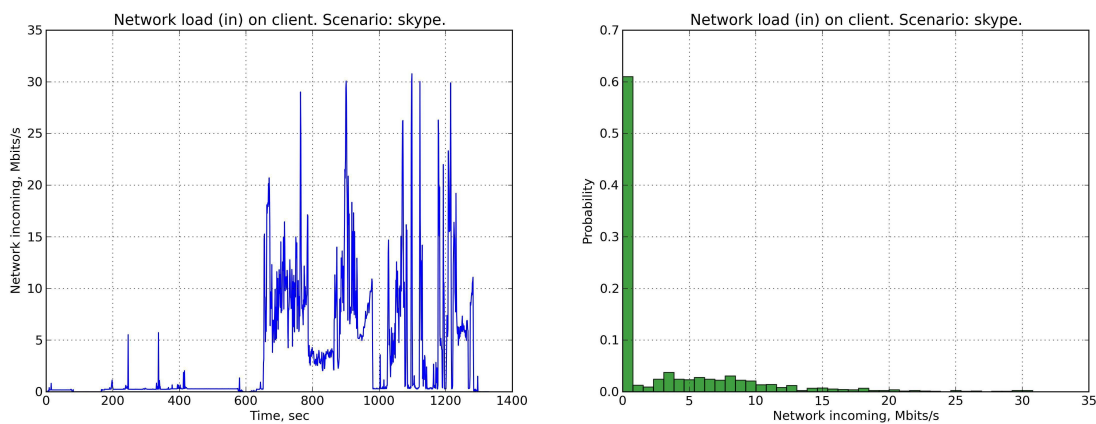


Рисунок 4: Чат и видеочат в Skype. VM: RHEL, Клиент: RHEL.

4.2. VM: Windows XP, клиент: Windows XP

Полностью идентичные тесты были проделаны и для Windows систем (и виртуальная машина и клиент). На рисунках 5-8 представлены результаты тестов.

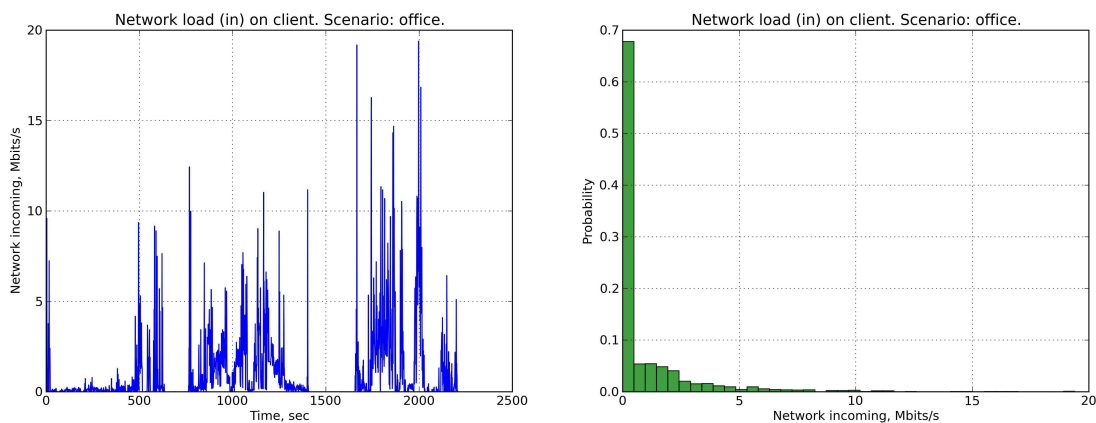


Рисунок 5: *Офисная работа. VM: Windows XP, Клиент: Windows XP.*

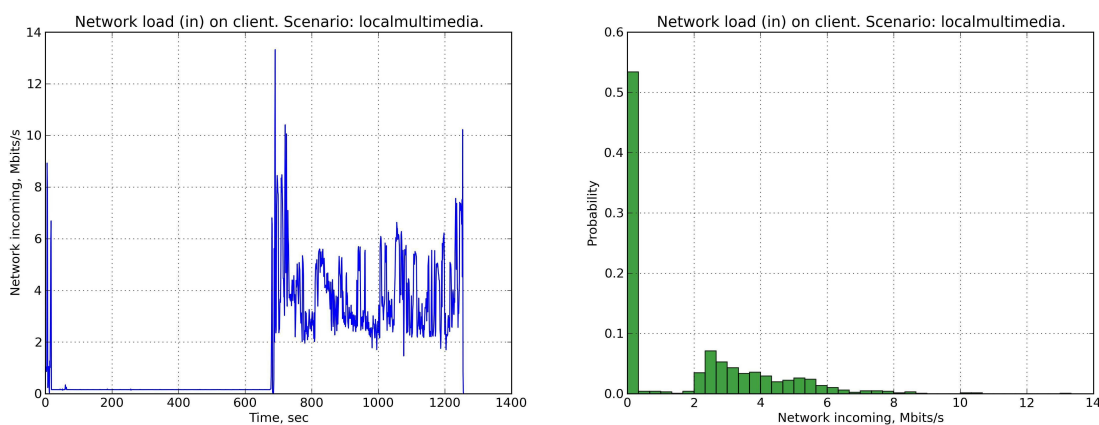


Рисунок 6: *Прослушивание музыки и просмотр видео. VM: Windows XP, Клиент: Windows XP.*

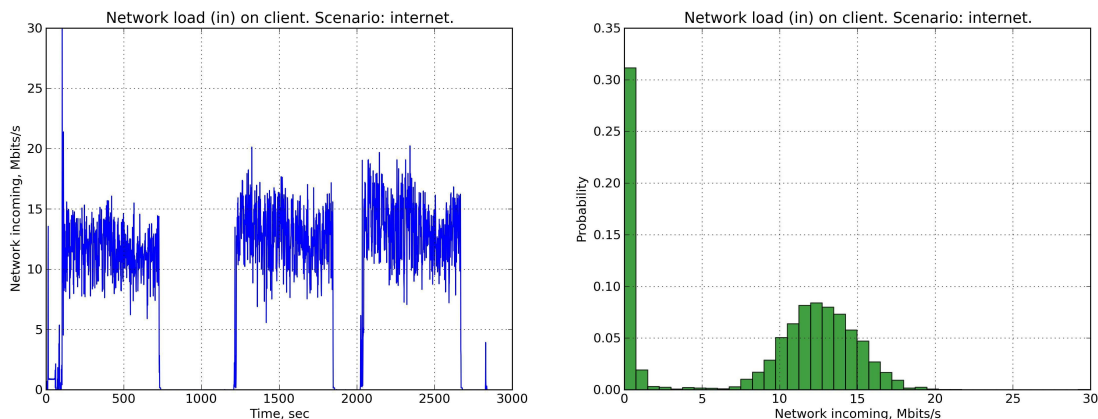


Рисунок 7: Просмотр видео на YouTube. VM: Windows XP, Клиент: Windows XP.

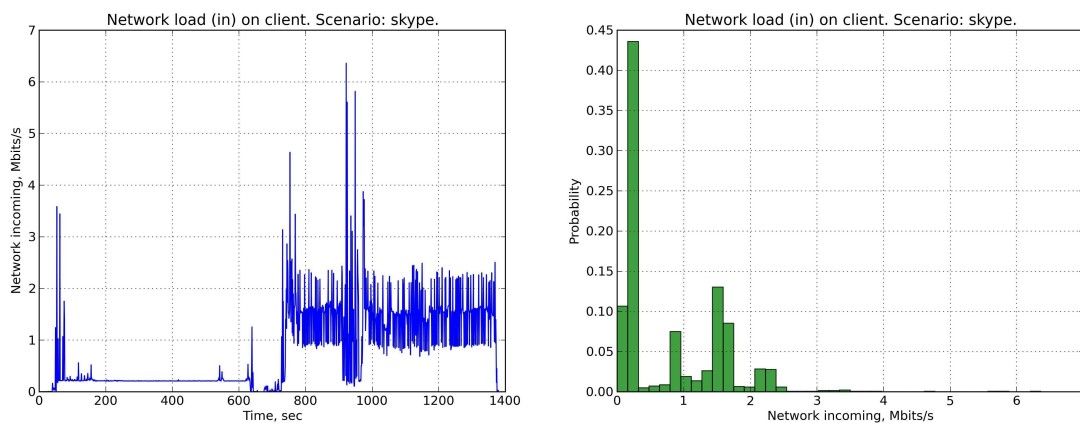


Рисунок 8: Чат и видеочат в Skype. VM: Windows XP, Клиент: Windows XP.



4.3. VM: Windows XP, клиент: RHEL Desktop

Результаты тестирования для связки VM: Windows XP — Клиент: RHEL Desktop приведены на рисунках 9-11. Как видно из приведённых ниже графиков различие в результатах довольно незначительное.

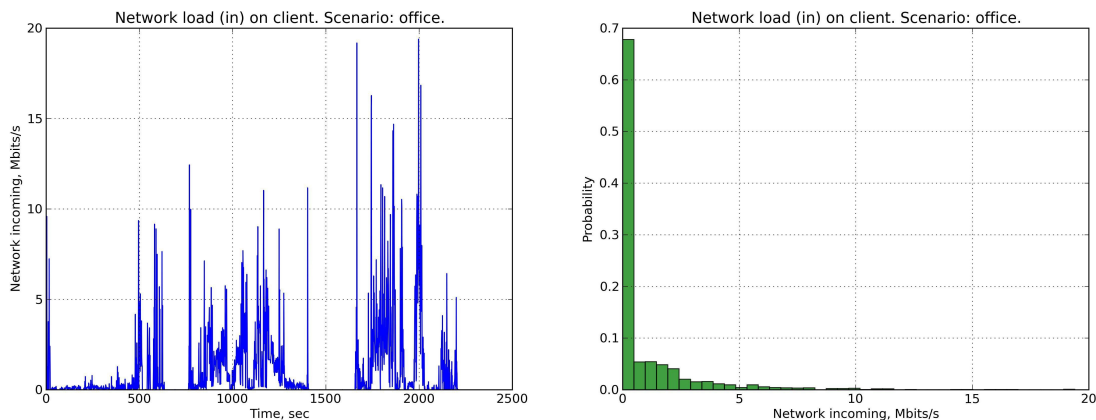


Рисунок 9: Офисная работа. VM: Windows XP, Клиент: RHEL.

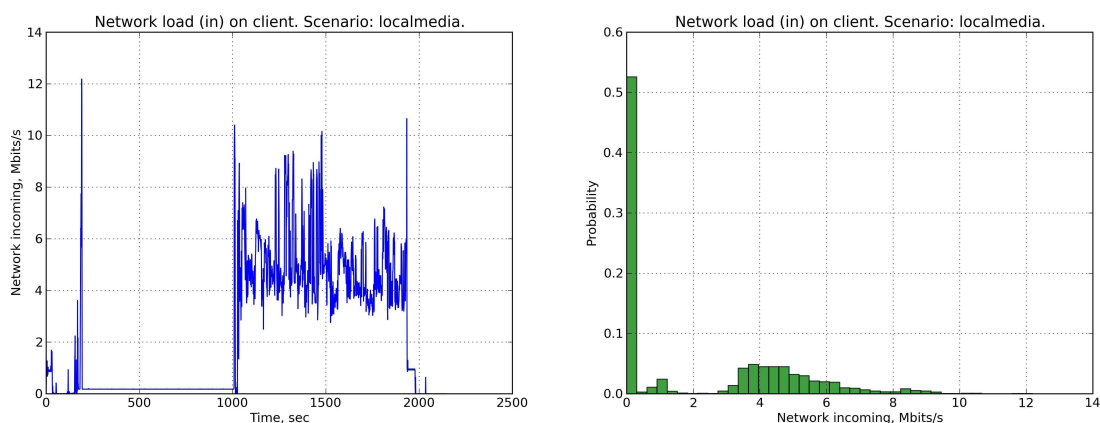


Рисунок 10: Прослушивание музыки и просмотр видео. VM: Windows XP, Клиент: RHEL.

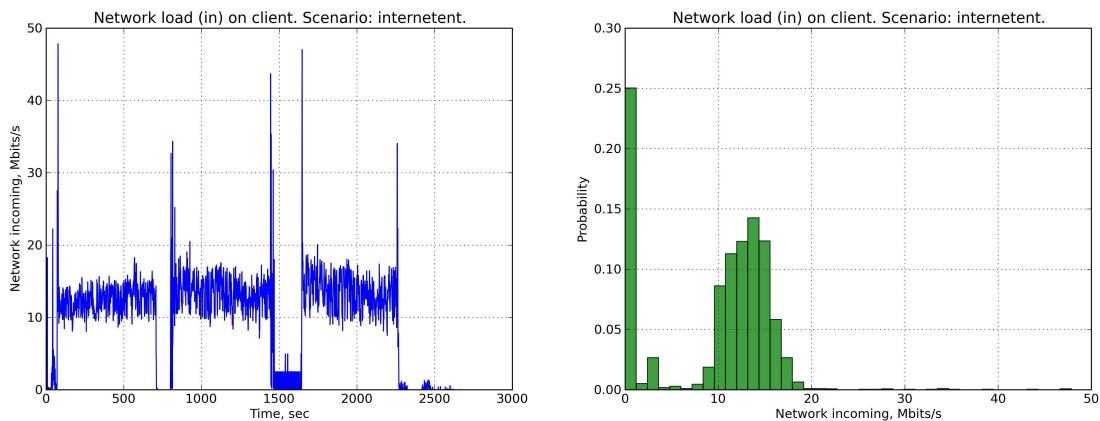


Рисунок 11: Просмотр видео на YouTube. VM: Windows XP, Клиент: RHEL.

5. Работа SPICE на ограниченном канале

Тестирование проводилось на связке VM: Windows — Клиент: Windows. Это в дальнейшем позволило упростить сравнение с работой протокола RDP. Результаты тестирования представлены в таблице 1. Разумеется при достаточно жестких ограничениях канала выполнения даже самых банальных задач может быть сильно затруднено и порой невозможно. При этом оценка качества работы протокола получается достаточно субъективной, так как понятие о комфортной работе у всех разное. По нашему мнению выработать абсолютно строгую метрику в данном случае затруднительно, но все же мы постарались указать основные ориентиры.

Все характеристики начинающиеся со слов «Работа невозможна» означают, что работа на данной скорости в данном сценарии, на наш взгляд, значительно затруднена, все дальнейшие выводы сделаны исключительно субъективно.

Таблица 1: Работа SPICE на ограниченном канале.

Скорость, Kbit/s	Комфортность работы
256	Работа невозможна. Соединение устанавливается примерно за 20 секунд, работают меню, можно запускать приложения, набор текста происходит без сильных задержек, при условии отключения анимации окон и меню. Просмотр интернет страниц некомфортен из-за необходимости частого обновления графической информации. Возможно прослушивание музыки в фоновом режиме работы проигрывателя (без анимации).
512	По сравнению с предыдущим пунктом улучшается общая «отзывчивость системы», можно пользоваться браузером, прокрутка страниц работает, но с заметными задержками. Возможно комфортное прослушивание музыки. На данной скорости выполнение типичных офисных задач возможно, но комфортной такую работу назвать нельзя.
1024	Комфортная офисная работа с отключенными визуальными эффектами (набор текста, веб-серфинг, подготовка и просмотр презентаций), задержка на открытие меню и обрисовку окон приемлемая (не более 1с). Становится возможной работа в Google Maps.
3072	Возможен просмотр видео со значительным количеством артефактов. Необходимо отметить, что при передаче видеопотока SPICE автоматически выбирает степень сжатия в зависимости от скорости соединения. При увеличении скорости качество видео возрастает.
5120	Артефакты при просмотре видео становятся малозаметными.
8192	Просмотр видео без артефактов

6. Сравнение с RDP

Так как SPICE — достаточно новый протокол, то отдельный интерес представляет сравнение в уже существующими аналогами. RHEV-D в текущей версии 2.2 предоставляет также возможность подключения к виртуальным рабочим станциям при помощи протокола RDP версии 5.1 (версия RDP по умолчанию в Windows XP).

Основная задача данного сравнения состояла в сравнении возможностей текущей промышленной версии SPICE в составе RHEV-D с каким-либо стандартным широко используемым промышленным решением. Поэтому в сравнении участвуют не самые последние версии обоих протоколов. Новые версии и SPICE, и RDP содержат ряд существенных новых возможностей, можно ожидать, что они продемонстрируют лучшие результаты. Тестирование последних версий обоих протоколов является отдельной интересной задачей.

Протокол RDP тестировался на различных скоростях сетевого соединения. При этом мы руководствовались теми же самыми принципами и сценариями, что и при тестировании SPICE. Основные результаты представлены в таблице.

Таблица 2: Работа RDP на ограниченном канале

Скорость, Kbit/s	Комфортность работы
256	Соединение устанавливается, почти работают меню, можно запускать приложения, набор текста приемлем, при условии отключения анимации окон и меню, интернет-серфинг невозможен из-за очень медленного обновления.
512	По сравнению с предыдущим пунктом улучшена общая отзывчивость системы (меню, окна), серфинг затруднён медленной прокруткой. Набор текста и работа в MS Office в целом приемлемы, в графическом редакторе работать можно, но такую работу комфортной назвать можно с натяжкой.
1024	Комфортная офисная работа с отключенными визуальными эффектами (набор текста, подготовка и просмотр презентаций), задержка на открытие меню и отрисовку окон 2-5 секунд, прокрутка в браузере заторможенная, страницы с изображениями приводят к зависанию прокрутки на 5-10 секунд. Становится возможным прослушивание музыки.
4096	Возможен комфортный интернет-серфинг (без тяжелой анимации)
8192	Возможна работа со всеми приложениями, кроме видео и flash-анимации.

По результатам сравнения можно отметить принципиальную разницу в «отрисовке»

картинки: SPICE загружает и отрисовывает все изображение целиком (не касается режима обработки видео), RDP рендерит изображение по мере поступления информации (порциями), подход «порционной» прорисовки, возможно, более приятен для пользователя в офисной работе, но делает абсолютно невозможной просмотр видео.

Также отмечается разные характеристики загрузки канала для этих протоколов. При работе RDP отмечается достаточно высокая загрузка канала при просмотре интернет страниц и видео (на видео до 40 Мбит/с), но при этом по-прежнему могут возникать задержки при прокрутке веб страниц, а видео транслируется практически покадрово.

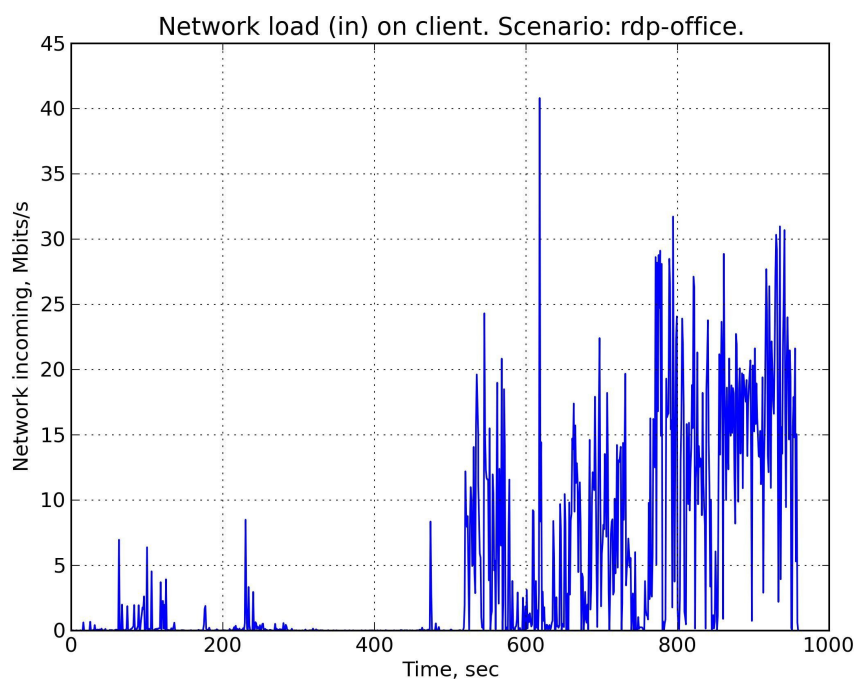


Рисунок 12: Входящий трафик при использовании RDP. Работа с офисными пакетами, работа в интернете.



7. Выводы

По итогам проведённого тестирования была определена характерная нагрузка на сеть при работе по протоколу SPICE для различных сценариев работы.

7.1. Нагрузка на сеть

Нагрузка на сеть при различных режимах работы собрана в таблице.

Таблица 3: Нагрузка на сеть в зависимости от платформы и сценария работы

Сценарий	ОС виртуальной машины	ОС клиента	Скорость, Мбит/с
Офисная работа, интернет-серфинг	Linux	Linux	<2 Мбит/с
Просмотр/прослушивание локальных мультимедиа файлов	Linux	Linux	7-10 Мбит/с
Просмотр/прослушивание мультимедиа из Интернет	Linux	Linux	10-15 Мбит/с
Разговор/видео в Skype	Linux	Linux	<1Мбит/с в режиме разговора, 8-10 Мбит/с в режиме видео
Офисная работа, интернет-серфинг	Windows	Windows	1-2 Мбит/с
Просмотр/прослушивание локальных мультимедиа файлов	Windows	Windows	2-6 Мбит/с
Просмотр/прослушивание мультимедиа из Интернет	Windows	Windows	10-15 Мбит/с
Разговор/видео в Skype	Windows	Windows	<1Мбит/с в режиме разговора, ~2Мбит/с в режиме видео

Скорость передачи данных в общем случае практически не зависит от платформы, на которой запущен SPICE-клиент (разница в скорости передачи для локального видео



можно объяснить разницей в проигрывателях и реализацией кодеков).

7.2. Сравнение с RDP

Одним из самых явных отличий между SPICE и RDP проявилось при передаче видеопотока: при помощи RDP просмотр видео практически невозможен. Даже при отсутствии ограничений скорости передачи данных при проигрывании видео экран обновляется с частотой 0.5-1с. При использовании SPICE просмотр видео не вызывает особых проблем (естественно при наличии необходимого канала). Двухнаправленная передача звука также не вызывает особых проблем. Если учесть то, что SPICE специально разрабатывался для расширения возможностей работы с мультимедиа, то этот результат не вызывает удивления.

Также следует подчеркнуть, что при обычной офисной работе SPICE немного уступает RDP. Данное отличие не является принципиальным — при тестировании «удобства» работы на низких скоростях оценки могут сильно зависеть от специфики решаемых задач. Иногда скорость отрисовки экрана может зависеть даже от конкретного фона, который используется при подготовке презентаций в офисных пакетах. Можно сказать, что при ограничении 512—1024Кбит/с на входящий трафик становится возможной базовая работа на виртуальной рабочей станции, при этом при использовании любого из рассмотренных протоколов нельзя быть полностью уверенным в отсутствии неудобств.

Таблица 4: Сравнение «скоростей комфортной работы» для SPICE и RDP

Сценарий	SPICE	RDP
Офисная работа	1024 кбит/с	512 кбит/с
Локальная музыка	512 кбит/с	1024 кбит/с
Интернет-видео	2048кбит/с	не работает
Локальное видео	4096кбит/с	не работает

8. Приложение А. Сетевой шлюз для ограничения трафика.

Для ограничения скорости сетевого соединения использовался отдельный компьютер следующей конфигурации:

- CPU: 1 x Intel Xeon 5130 2.0GHz, 3 Gb RAM, 2x1Gb/s Ethernet cards, Fedora 14

Для шейпинга использовалась штатная утилита tc из пакета iproute версии 2.6.35.

Скрипт ограничения скорости:

```
#!/bin/bash
SPEED=$1
/sbin/tc qdisc del dev eth1 root
/sbin/tc qdisc add dev eth1 root handle 1 htb default 20 r2q 1
/sbin/tc class add dev eth1 parent 1: classid 1:2 htb rate 1Mbit ceil
1Gbit
/sbin/tc class add dev eth1 parent 1:2 classid 1:5 htb rate
``$SPEED'Kbit ceil ``$SPEED'Kbit burst 100Kb prio 1
/sbin/tc filter add dev eth1 parent 1:0 protocol ip prio 100 u32 match
ip dst 192.168.11.2 classid 1:5
```

Следует отметить что этот скрипт ограничивал только трафик идущий от виртуального десктопа к клиенту. На рисунке 13 представлен типичный график скорости передачи данных с клиента на виртуальную машину. Скорость передачи исходящих данных редко превышает 0.25 Мбит/с. Как видно из тестов на этой скорости крайне затруднена даже офисная работа, что делает ограничение исходящего трафика излишней процедурой.

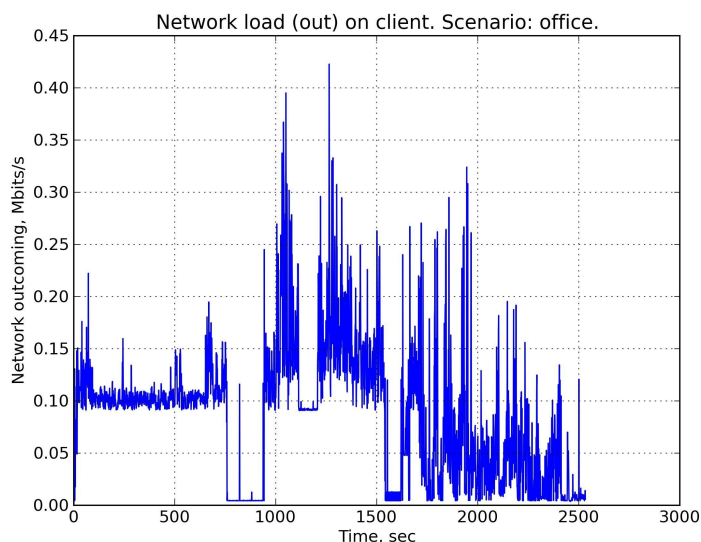


Рисунок 13: Исходящий трафик.



9. Приложение В. Сценарий офисной работы.

Эксперимент делился на три части: набор текста, редактирование изображения и интернет-серфинг, каждая часть занимала примерно 10-15 минут. Использовались следующие приложения и ресурсы:

9.1. В.1. Виртуальная машина — Linux

- Набор текста в текстовом редакторе — openoffice.org-writer-3.1.1
- Редактирование изображения в графическом редакторе — gimp-2.2.13
- Интернет-серфинг — браузер firefox-3.6.9, веб сайты — rbc.ru, twitter.com, redhat.com, lenta.ru, google.ru, gmail.com

9.2. В.2. Виртуальная машина — Windows

- Набор текста в тестовом редакторе — MS Office Word 2003
- Редактирование изображения в графическом редакторе — gimp-2.6.11
- Интернет-серфинг — браузер Google Chrome 7, веб сайты — rbc.ru, twitter.com, redhat.com, lenta.ru, google.ru, gmail.com

10. Приложение С. Сценарий работы с мультимедиа.

Первые 10 минут проигрывались музыкальные файлы (описание ниже), следующие 10-15 минут проигрывалось полноэкранное видео.

10.1.С.1. Используемые файлы

- *.mp3 — музыкальные файлы в формате mp3 (MPEG ADTS, layer III, v1, 128 kBits, 44.1 kHz, Stereo)
- *.avi — видео в формате avi (AVI, 624 x 352, 23.98 fps, video: XviD, audio: MPEG-1 Layer 3 stereo 48000 Hz)

10.2.С.2. Используемые проигрыватели и кодеки

Для проигрывания музыки и видео в Linux использовался проигрыватель xine версии 0.99.6, при проигрывании музыки xine запускался с опцией -H для подавления вывода визуализации. Для проигрывания интернет-видео использовался браузер Mozilla Firefox с flash-плеером, при этом flash-плеер разворачивался на полный экран.

Для проигрывания музыки и видео в Windows использовался набор кодеков K-Lite Codec Pack Full версии 6.5 и проигрыватель Windows Media Classic 1.4. Для воспроизведения интернет-видео использовался браузер Google Chrome 7 с flash-плеером, при этом flash-плеер разворачивался на полный экран.



11. Приложение D. Сценарий тестирования Skype.

Для тестирования Skype проводился разговор (без передачи видео) в течение 10 минут, после чего включалась видеотрансляция у одного из абонентов, у другого абонента включался режим отображения рабочего стола собеседнику, и тестирование продолжалось еще 10 минут. Используемое ПО:

- Linux — Skype-static-2.1.0.81 с сайта разработчиков
- Windows — Skype-5.0.0.152 с сайта разработчиков

12. Приложение E. Благодарности.

Хотелось бы поблагодарить:

- Хабарова Константина — за помощь в настройке стенда и ценные рекомендации.
- Сеньюкова Сергея — за замечательный скрипт для мониторинга Windows систем, который позволил оперативно собирать информацию о производительности в удобном формате.
- Авторов сериала Dr House — за видеоматериал, который активно использовался при тестировании.
- Украинскую группу Nikita — за замечательные видеоклипы, оптимизированные для проведения серии предварительных тестов.
- ... и всех, кто помогал нам в этой работе.