

## Лабораторная работа № 9

### Технология виртуальных машин

**Цель работы:** Изучение технологии виртуальных машин на примере гипервизора VMware.  
Установка основных операционных систем на виртуальную машину.

#### 1 Технология виртуальных машин

*Технология виртуальных машин (ТВМ)*, интенсивно развивающаяся в последнее время, имеет ряд существенных преимуществ перед традиционно используемыми методами и средствами практического освоения операционных систем (ОС), что значительно повышает эффективность работы с ними. ТВМ дает возможность устанавливать на компьютер с основной ОС практически любые гостевые ОС, например, такие как Linux, FreeBSD, MacOS, CentOS и т.п. Кроме того ТВМ позволяет объединять их в виртуальные сети и проводить над ними самые различные эксперименты без всяких ограничений, начиная с инсталляции и настроек ОС и заканчивая имитацией различных аварийных ситуаций, в том числе заражения системы вирусами, и их устранения. Основная идея ТВМ заключается в том, что монитор виртуальных машин (Virtual Machine Monitor или VMM) создает иллюзию присутствия нескольких (виртуальных) машин на одном и том же физическом оборудовании. VMM также известен в литературе как гипервизор. **Виртуальная машина (ВМ)** – это программный эмулятор реального компьютера, функционирующий под управлением основной ОС компьютера.

При использовании технологии виртуальных машин единственным программным обеспечением, запущенным в режиме наивысших привилегий, является гипервизор, у которого имеется на два порядка меньше строк кода, чем у всей операционной системы, а следовательно, и на два порядка меньше потенциальных ошибок. Гипервизор проще операционной системы, поскольку он занимается только одним эмулированием нескольких копий оборудования. *Виртуализация* – это создание гибкой замены реальных ресурсов – с теми же функциями и внешними интерфейсами, что и у физических прототипов, но с разными атрибутами, такими как размер, производительность и стоимость. Такая замена называется *виртуальными ресурсами*.

Виртуализация также содействует проверке жизнеспособности новых идей. Обычно в крупных компаниях отдельные подразделения или группы занимаются проработкой интересных идей, а затем идут на затраты, приобретая сервер для их реализации. Если идея получает популярность и ей необходимы сотни или тысячи серверов, дата-центр корпорации расширяется. Зачастую перемещение программного обеспечения на уже существующие машины дается нелегко, поскольку каждому приложению часто требуется другая версия операционной системы, его

собственные библиотеки, конфигурационные файлы и многое другое. При использовании виртуальных машин каждое приложение может взять с собой все свое окружение.

Еще одним преимуществом виртуальных машин является то, что установка контрольных точек и миграция этих виртуальных машин (например, для выравнивания баланса загрузки нескольких серверов) даются намного легче, чем миграция процессов, запущенных на обычной операционной системе.

Еще одним важным аспектом использования виртуальных машин является разработка программного обеспечения. Программист, желающий убедиться в работоспособности своей программы под Windows 7, Windows 8, несколькими версиями Linux, FreeBSD, OpenBSD, NetBSD и OS X, а также под управлением других систем, теперь не нуждается в десятке компьютеров и в установке операционных систем на все эти компьютеры. Вместо этого он просто создает десять виртуальных машин на одном компьютере и устанавливает на каждую из них разные операционные системы.

Важно понимать, что виртуальные машины работают так же, как и реальные. В частности, у них должна быть возможность начальной загрузки, как на реальных машинах, и установки на них произвольных операционных систем, точно так же, как это может быть сделано на реальном оборудовании. Предоставление этой иллюзии с обеспечением достаточной эффективности является задачей гипервизора. Несомненно, гипервизоры должны хорошо проявлять себя по трем направлениям:

- 1) *Безопасность* – у гипервизора должно быть полное управление виртуализированными ресурсами.
- 2) *Эквивалентность* – поведение программы на виртуальной машине должно быть идентичным поведению этой же программы, запущенной на реальном оборудовании.
- 3) *Эффективность* – основная часть кода в виртуальной машине должна выполняться без вмешательства гипервизора. Несомненно, безопасный способ выполнения инструкций заключается в поочередном рассмотрении каждой инструкции в интерпретаторе (например, в Bochs) и в выполнении именно того, что нужно для данной инструкции.

Организация работы ВМ имеет некоторые особенности, за счет которых и достигаются существенные преимущества при изучении ОС. Разделение. Множество приложений и ОС могут одновременно корректно работать на одной физической системе. Серверы могут перемещаться с физических серверов в ВМ и обратно. Все ресурсы физической машины рассматриваются как общий пул, откуда они выдаются тем ВМ, которые в них нуждаются. Изоляция. ВМ полностью изолированы от ОС хоста и от других ВМ на этом хосте. Если внутри ВМ произойдет программный сбой, на работоспособности всех прочих ВМ это не отразится. Данные не могут неподконтрольно

перемещаться между ВМ, приложения могут общаться только по сконфигурированным сетевым соединениям, что, несомненно, дает большой выигрыш в безопасности. Инкапсуляция. ВМ представляет собой набор файлов – это файлы дисков ВМ, в которых хранится информация, и файл настроек этой ВМ относительно ПО виртуализации. Следовательно, операции, применяемые к файлам, можно применять к ВМ. Поэтому легко перемещать, копировать ВМ и т.п.

## 2 Гипервизоры

Гипервизор – это программа или устройство, которое создаёт и запускает виртуальные машины. Гипервизор делает так, что на каждой ВМ можно запустить операционную систему. Разделяет ресурсы между ВМ, обеспечивает их независимое включение и выключение, изолирует друг от друга.

Гипервизоры бывают программные (второго типа) и аппаратные (первого типа). Аппаратные считаются более производительными, чем программные.

Таблица 1 – Аппаратные и программные гипервизоры

Аппаратные гипервизоры	Программные гипервизоры
KVM, Oracle VM Server, Microsoft Hyper-V, VMware ESX	VMware Workstation, VMware Player, VirtualBox, Parallels Desktop

Гипервизоры распространяются по свободной и коммерческой лицензиям. Oracle VM Server – платное решение. Microsoft Hyper-V доступен бесплатно всем пользователям, оплатившим Windows Server. У гипервизора VMware ESX есть бесплатная редакция. KVM включен в ядро Linux и распространяется бесплатно.

Гипервизоры первого типа работают непосредственно на оборудовании системы. Гипервизоры второго типа работают поверх базовой операционной системы, которая обеспечивает службы виртуализации, такие как поддержка устройства ввода/вывода и управление памятью. На рисунке 1 показано, чем различаются гипервизоры первого и второго типа.

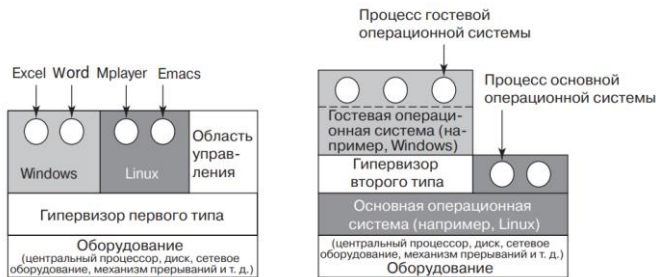


Рисунок 1 – Сравнение гипервизоров первого и второго типа

### 3 Гипервизор VMware Workstation Player

С 1999 года VMware, Inc. стала ведущим коммерческим поставщиком решений по виртуализации, предлагая продукты для настольных компьютеров, серверов, облаков, а теперь даже и сотовых телефонов. Компания поставляет не только гипервизоры, но и программы, управляющие виртуальными машинами в больших масштабах.

VMware Workstation стал первым продуктом виртуализации для 32-разрядных компьютеров семейства x86.

VMware Workstation является гипервизором второго типа, состоящим из различных модулей. Одним из важных модулей является VMM, отвечающий за выполнение инструкций виртуальной машины. Вторым важным модулем является VMX, который взаимодействует с основной операционной системой.

Гипервизор VMware Workstation Player распространяется под лицензией Open Source Licence, т.е. является бесплатной при использовании в некоммерческих целях.

Студенты и преподаватели высших учебных заведений могут приобрести данные продукты по льготным ценам либо протестировать демоверсии.

Давайте рассмотрим процесс установки версии VMware Workstation. Для этого необходимо с официального сайта загрузить установщик для пользования в индивидуальных некоммерческих целях (Рисунок 3) либо демо версию коммерческого продукта (Рисунок 2).

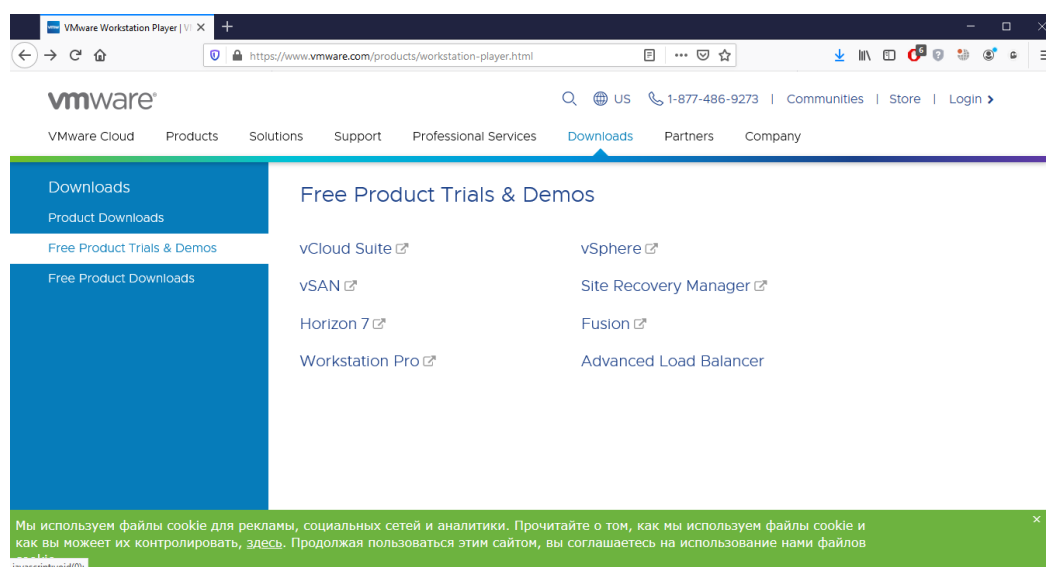


Рисунок 2 – Список загрузчиков доступных в демо-версии

На рисунке 3 представлен список продуктов доступных бесплатно для некоммерческого использования.

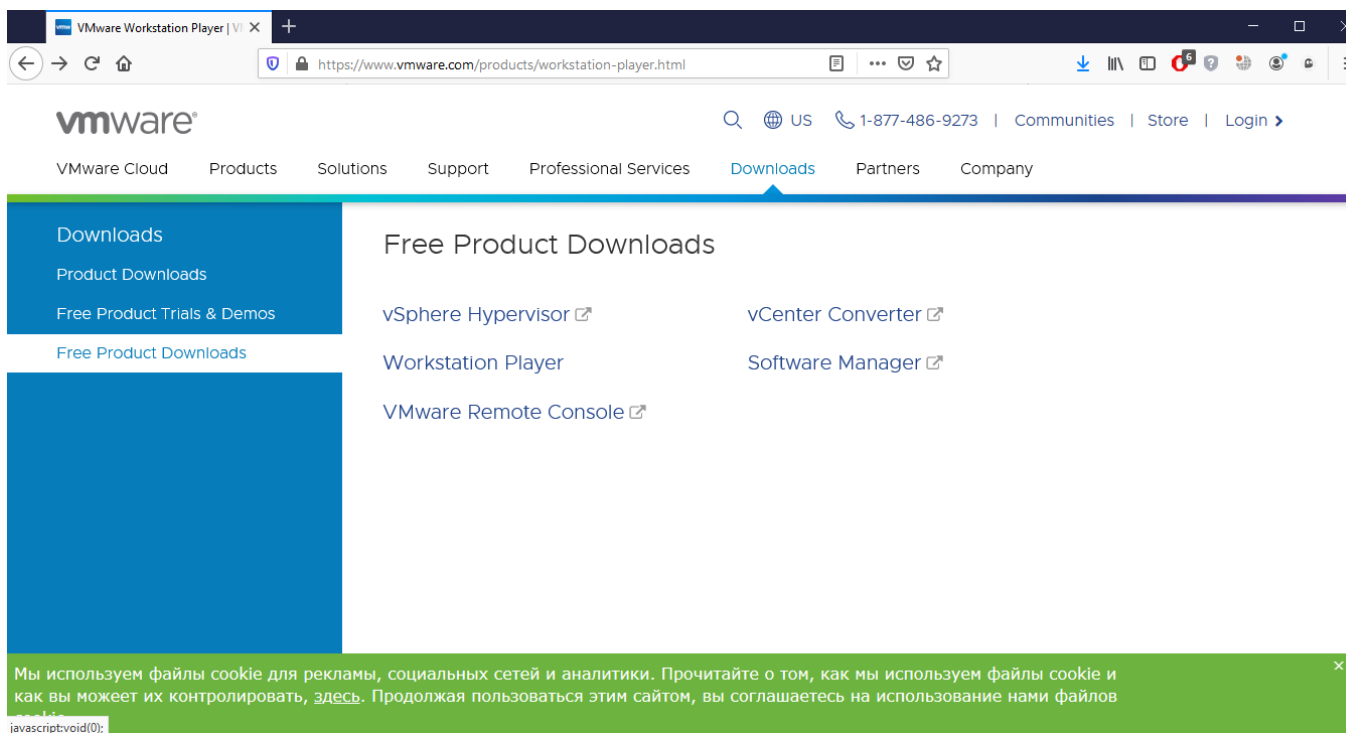


Рисунок 3 – Бесплатные продукты, доступные для некоммерческого использования

Для установки Workstation Player необходимо скачать соответствующий загрузчик.

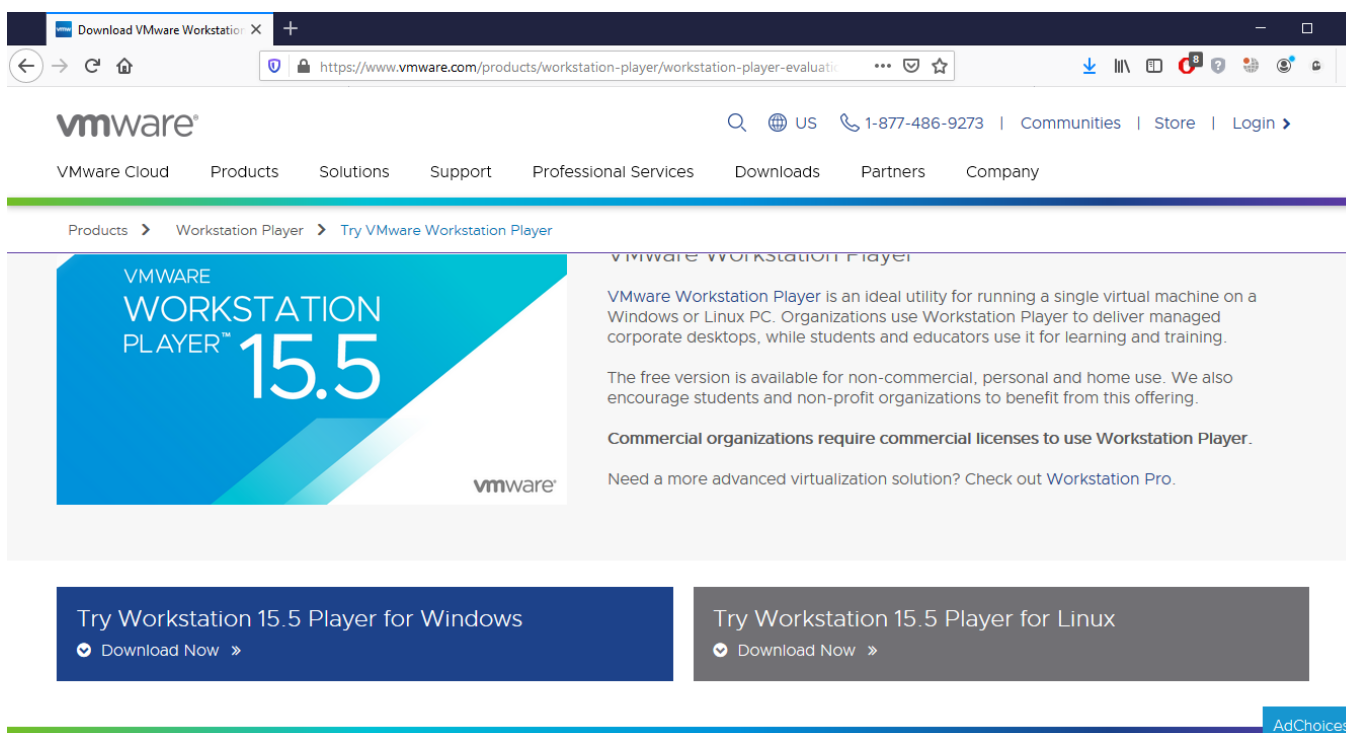


Рисунок 4 – Страница загрузки VMware Workstation Player 15.5 на официальном сайте

После нажатия на кнопку Загрузки начнется загрузка файла.

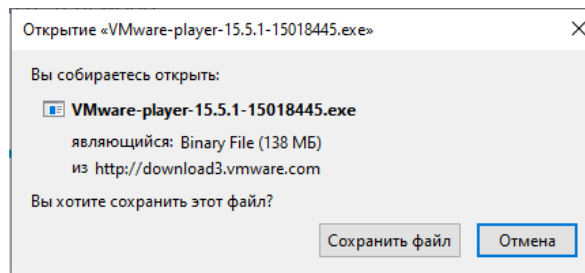


Рисунок 5 – Загрузка установочного файла

После запуска загрузчика появится окошко установщика.

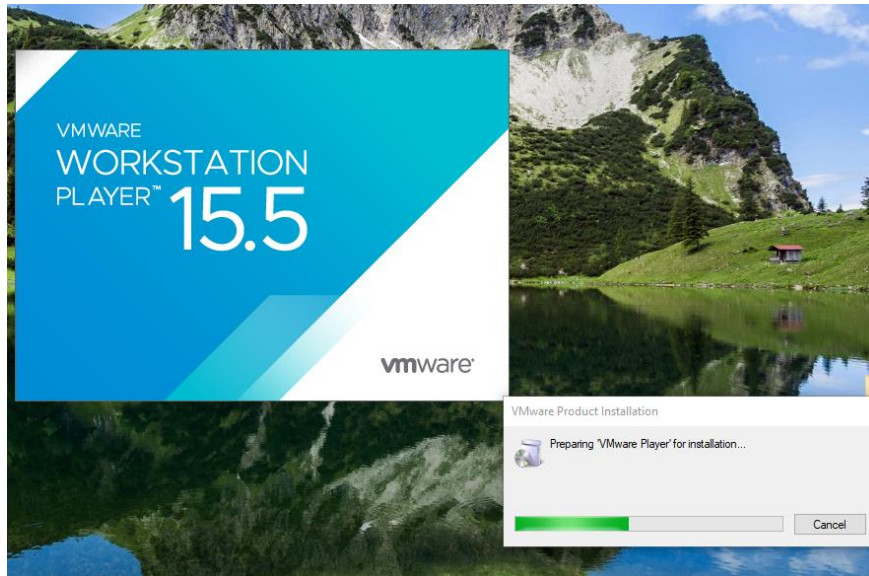


Рисунок 6 – Установка VMware Workstation Player 15.5

Следуйте указаниям установщика для корректной установки программы.

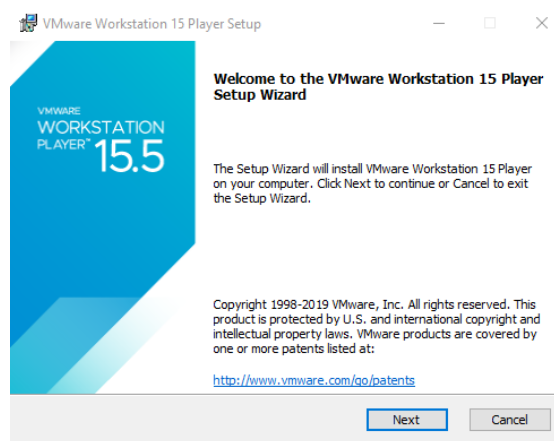


Рисунок 7 – Процесс установки VMware Workstation Player 15.5

Заключение лицензионного соглашения на некоммерческое использование (Рисунок 8).

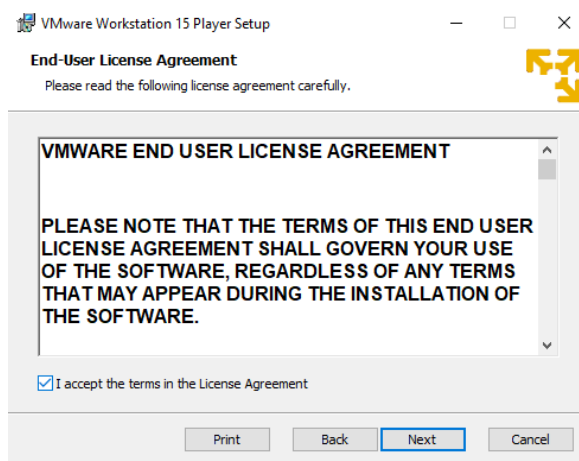


Рисунок 8 – Лицензионное соглашение на некоммерческое использование

Следуйте инструкциям установщика.

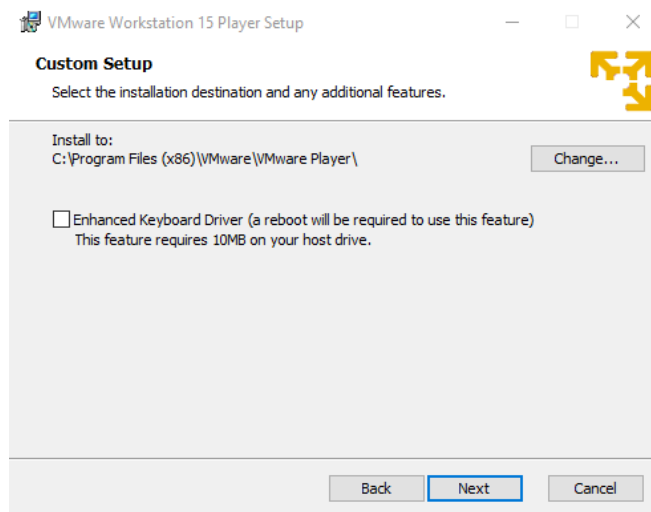


Рисунок 9 – Выбор пути на жестком диске для установки программы VMware Workstation Player 15.5

Далее можно выбрать настройки обновлений и отправки сообщений об ошибках в сервисный центр для улучшения качества продукта.

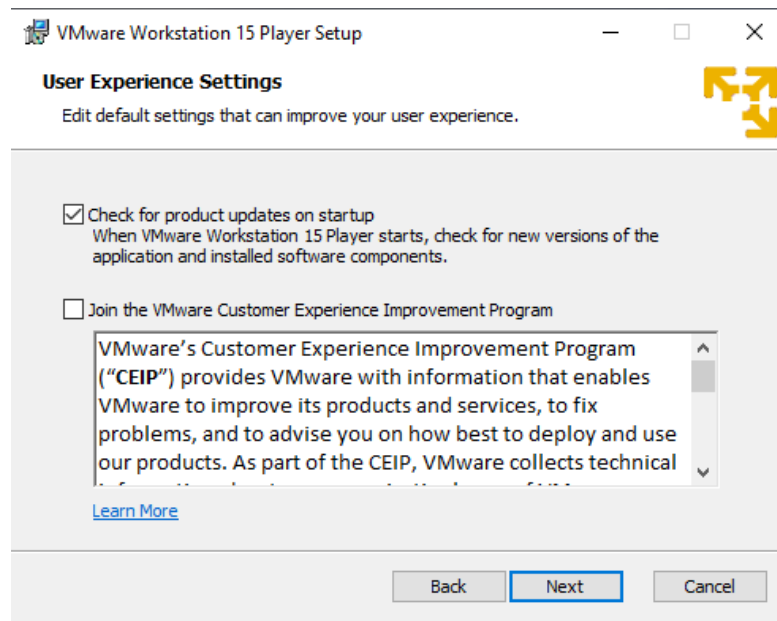


Рисунок 10 – Настройка параметров обновлений

Выбор настроек для установки иконки на рабочий стол и добавления в загрузочное меню.

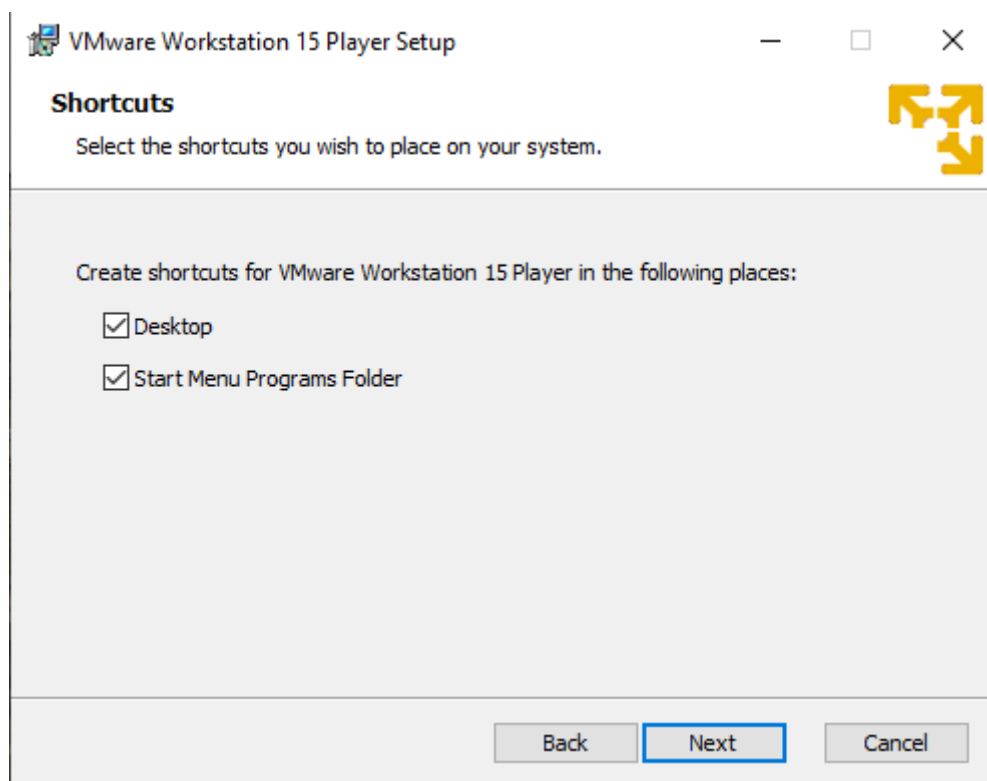


Рисунок 11 – Настройка ярлыков

После того, как все параметры установщика выбраны, начинается процесс установки.



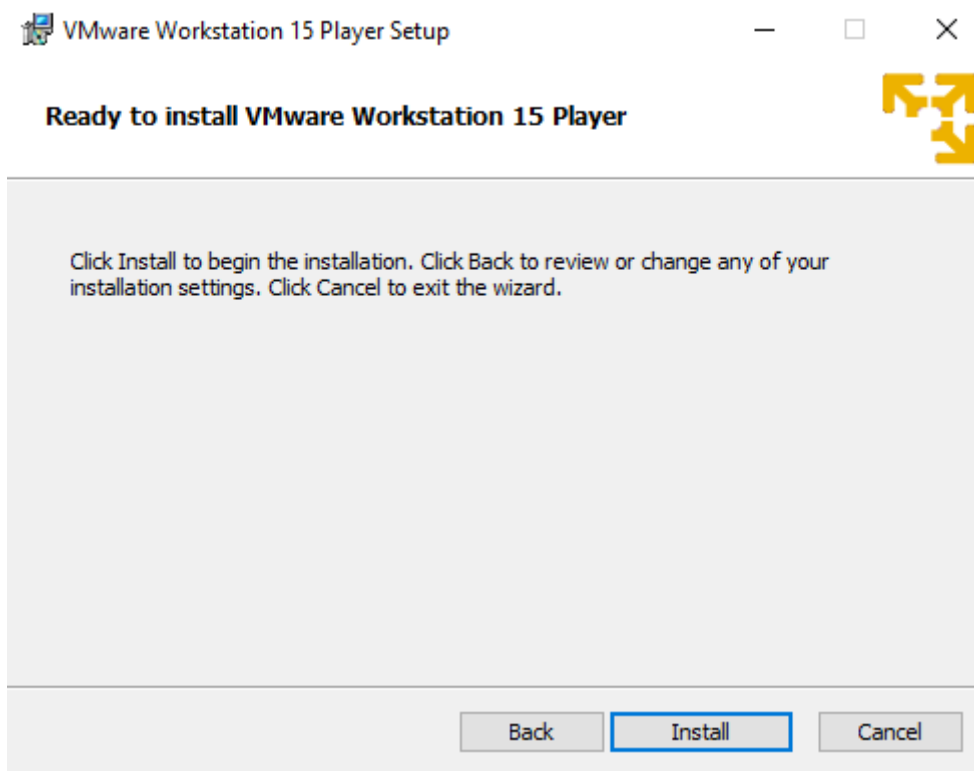


Рисунок 12 – Запуск процесса установки программы VMware Workstation Player 15.5

Процесс установки VMware Workstation Player 15.5.

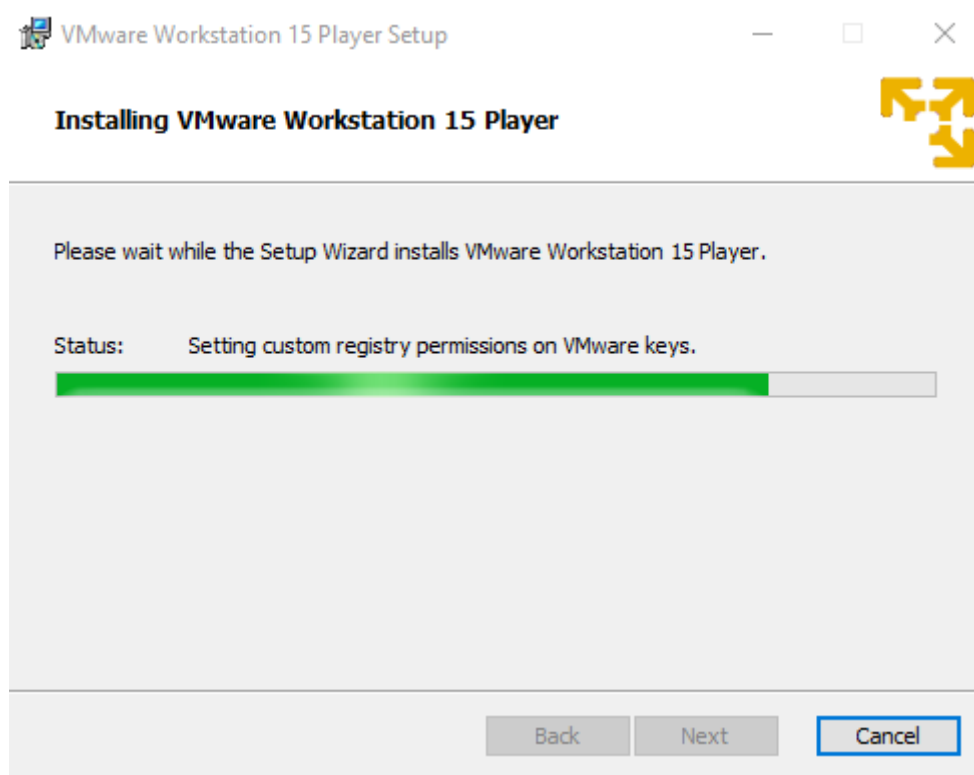


Рисунок 13 – Установка VMware Workstation Player 15.5.

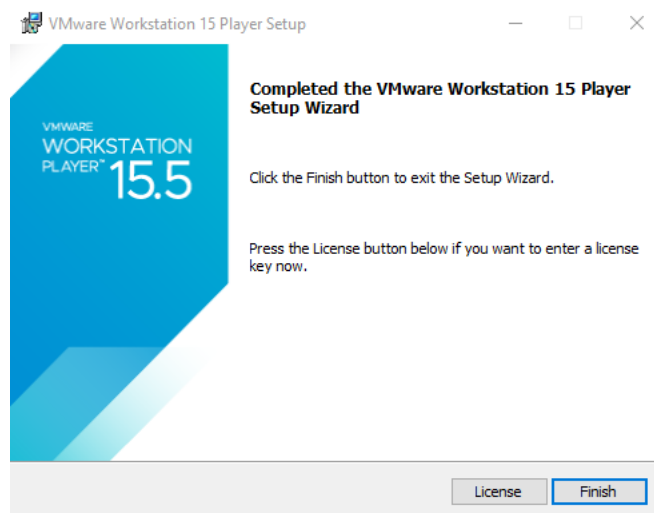


Рисунок 14 – Завершение процесса установки

Напоминаю, что VMware Workstation Player 15.5 не является обучающей программой и может быть использована только в личных некоммерческих целях. После ознакомления с данным приложением рекомендую удалить его, и ни в коем случае не использовать его при подготовке отчета по данной лабораторной работе. Гипервизор VMware Workstation Player 15.5 рассмотрен в данной работе в сугубо ознакомительных целях.

#### 4 Гипервизор VirtualBox от Oracle.

Хорошим выбором является бесплатный (лицензия GNU) гипервизор второго типа VirtualBox от Oracle. Данный гипервизор рекомендован к использованию при подготовке отчета по данной лабораторной работе. На рисунках 15 – 24 показан процесс установки гипервизора VirtualBox на ПК.



Рисунок 15– Загрузка гипервизора VirtualBox с официального сайта Oracle

После нажатия на кнопку Загрузка вы перейдете на страницу с дистрибутивами. Выберите дистрибутив в соответствии с той операционной системой, на которую вы планируете его установку (см Рисунок 16).

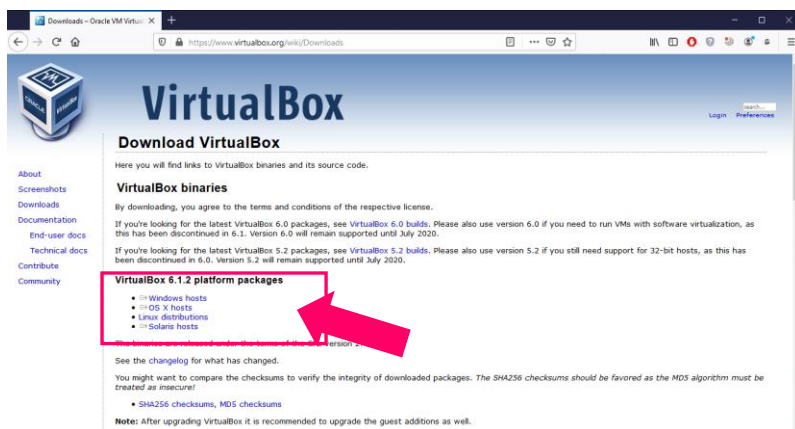


Рисунок 16 – Выбор дистрибутива для загрузки в зависимости от операционной системы машины-хоста.

После завершения загрузки – запустите установочный файл.

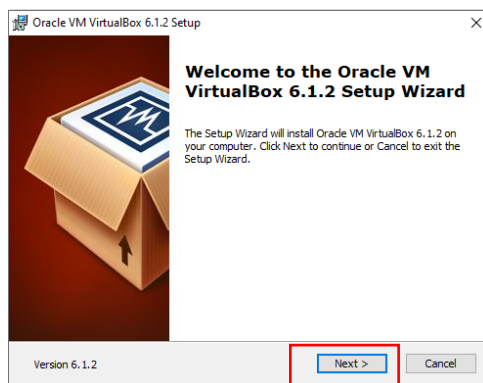


Рисунок 17 – Запуск установщика VirtualBox 6.1.2

Далее проведите необходимую настройку.

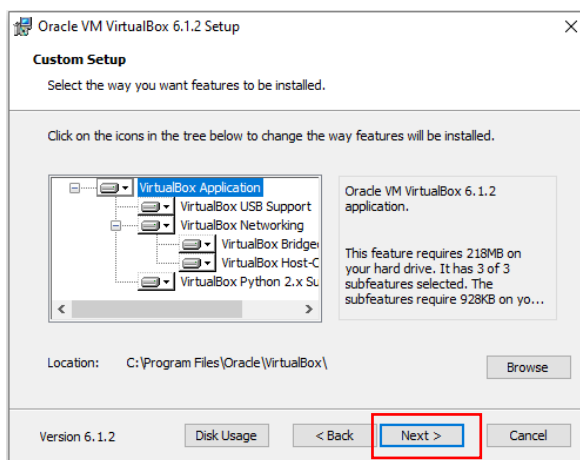


Рисунок 18 – Настройка компонент установки VirtualBox 6.1.2

Далее выберите где и какие ярлыки необходимо разместить.

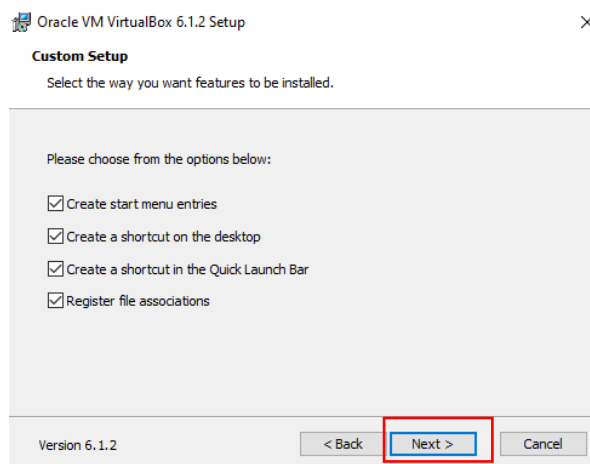


Рисунок 19 – Выбор необходимых опций для создания ярлыков

Следуйте рекомендациям установщика.

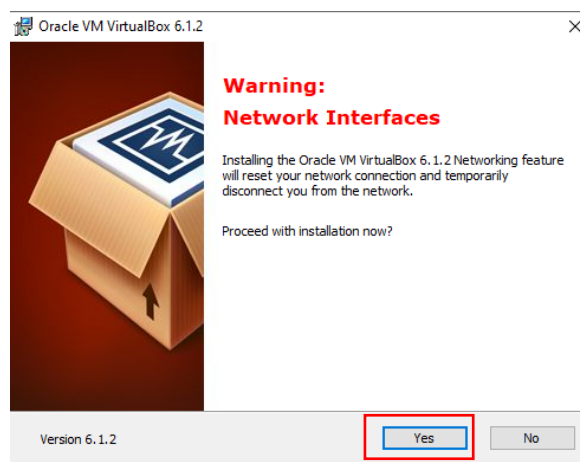


Рисунок 20 – Предупреждение о временной приостановке работы сети в связи с настройкой сетевых компонент

Далее начинается собственно процесс установки VirtualBox 6.1.2.

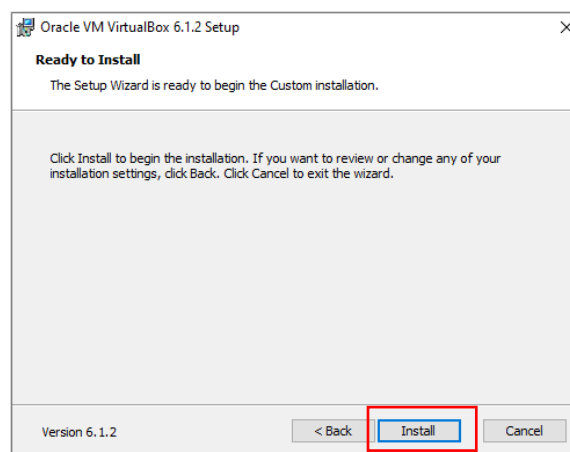


Рисунок 21 – Запуск установщика

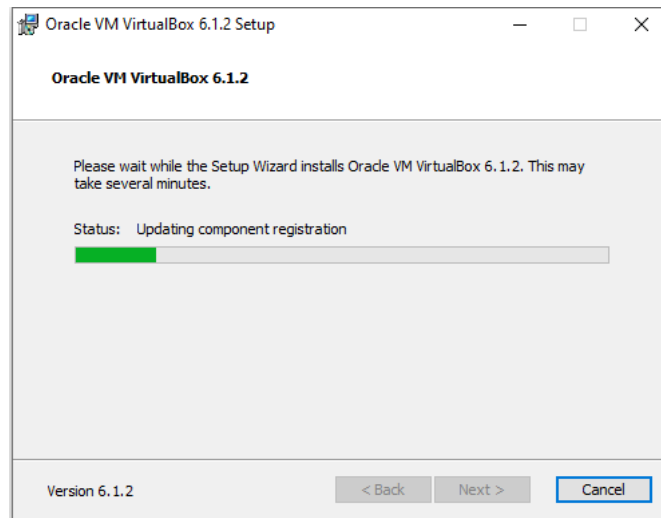


Рисунок 22 – Процесс установки

Дайте разрешение Защитнику Windows на установке ПО VirtualBox 6.1.2.

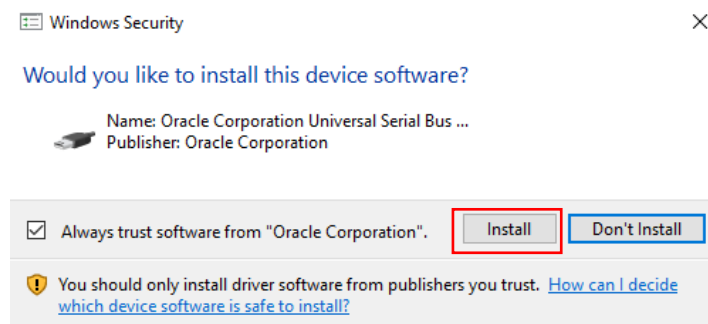


Рисунок 23 –В процессе установки может появиться предупреждение о Защитника Windows об установке ПО.

На этом установка VirtualBox 6.1.2 завершена.



## Рисунок 24 – Завершение установки VirtualBox 6.1.2

После нажатия на кнопку завершить – будет запущен менеджер виртуальных машин VirtualBox 6.1.2. Поскольку на моей машине уже была установлена виртуальная машина Ubuntu она видна на панели слева. Если вы до сих пор не использовали гипервизор VM VirtualBox, колонка слева будет пуста.

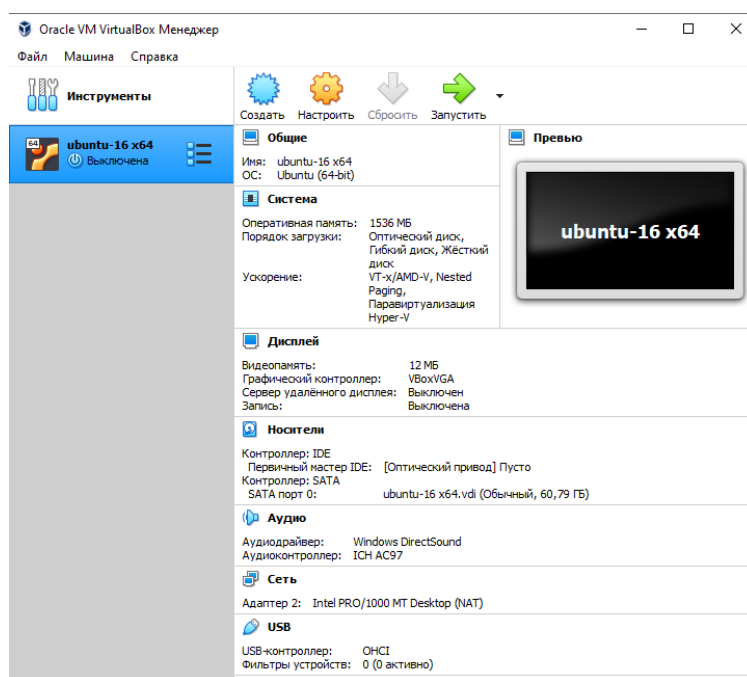


Рисунок 27 – Менеджер VirtualBox 6.1.2

## 5 Установка ОС Ubuntu Linux на виртуальную машину VirtualBox 6.1.2

Давайте попробуем установить последнюю версию операционной системы Ubuntu на наш менеджер виртуальных машин. Для этого скачаем дистрибутив Ubuntu с официального сайта. В моем случае это Ubuntu 16.

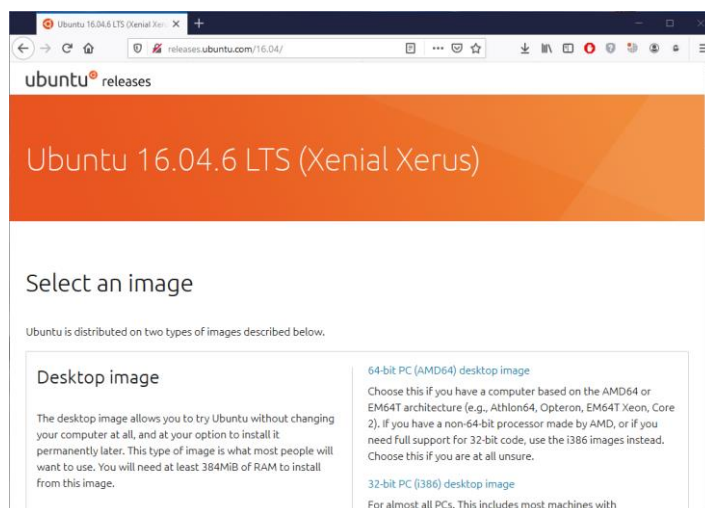


Рисунок 27 – Загрузка дистрибутива последней версии ОС Ubuntu Linux

После загрузки дистрибутива, которая обычно занимает 25-30 минут, можно приступить к его установке на виртуальную машину.

Для создания виртуальной машины нам необходимо выполнить следующие шаги.

1. В окне менеджера виртуальных машин выберите кнопку «Создать».
2. После появления всплывающего окна, введите «Имя» машины, которое позволит вам в дальнейшем легко ее идентифицировать в списке виртуальных машин, и «Тип» - Linux. Остальные параметры можно оставить без изменений. После ввода необходимой информации нажмите кнопку «Далее». Я выбрала имя «Ubuntu16».

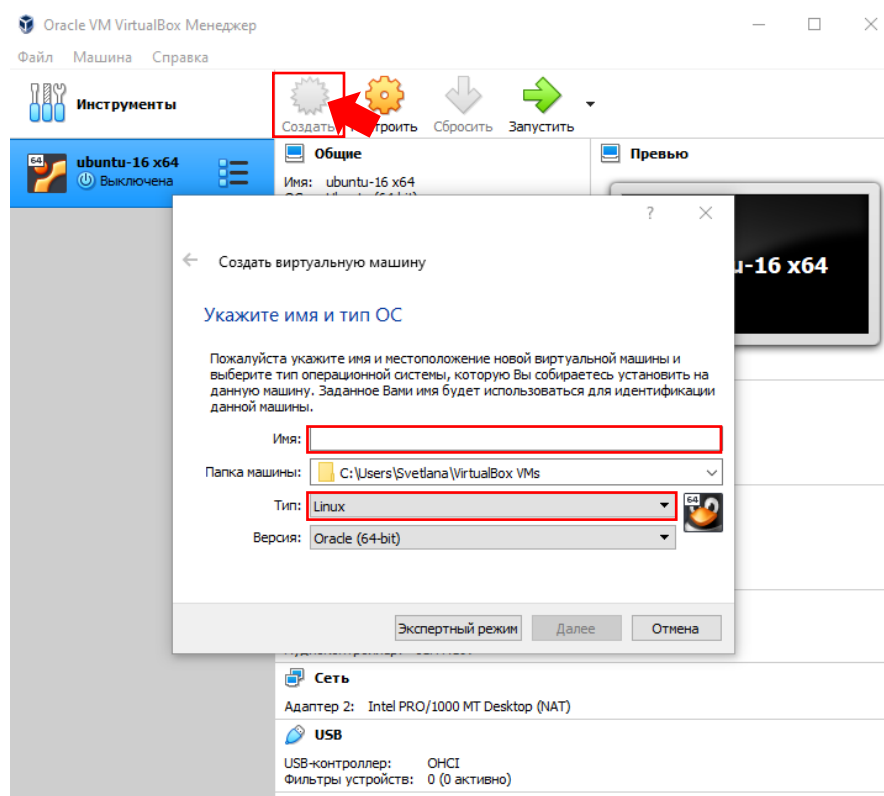


Рисунок 28 – Выбор Имени и Типа виртуальной машины

3. В следующем окне Вам будет предложено выбрать размер оперативной памяти. При выборе этого параметра следует быть особенно внимательными. Если вы зададите этот параметр слишком маленьким – у вас может не хватить памяти для устанавливаемой ОС, если же вы выделите ей слишком много памяти – возникнут проблемы с основной ОС. Я рекомендую для тестовой установки оставить значения «по умолчанию», которые предлагает установщик.

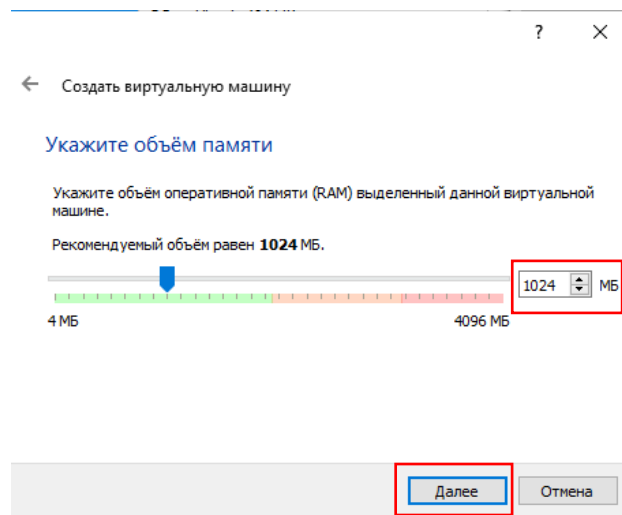


Рисунок 29 – Выбор размера оперативной памяти для виртуальной машины

4. На следующем этапе установщик вам предложит выбор Жесткого диска.

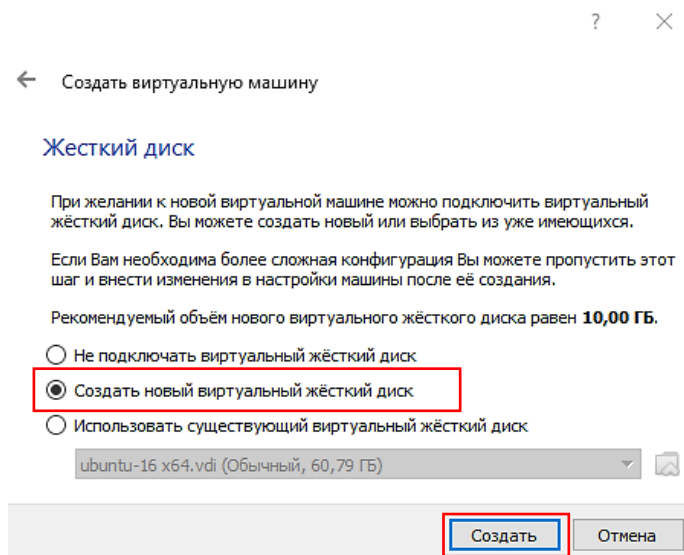


Рисунок 29 – Выбор типа Жесткого диска

5. Я выбрала новый жесткий диск (Рисунок 29), после этого раскрылось окно с выбором типа файла, в котором будет храниться виртуальный жесткий диск (Рисунок 30).



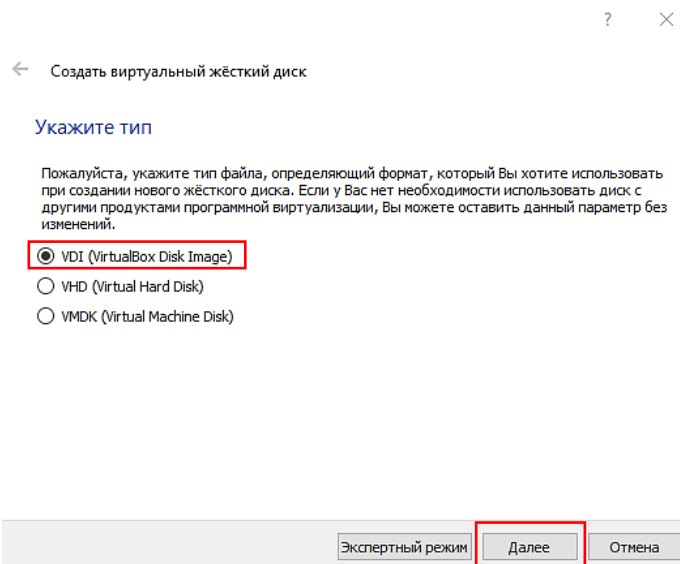


Рисунок 30 – Выбор типа файла для жесткого диска

6. Далее необходимо выбрать как будет вести себя файл, хранящий жесткий диск и сможет ли он увеличиваться при необходимости.

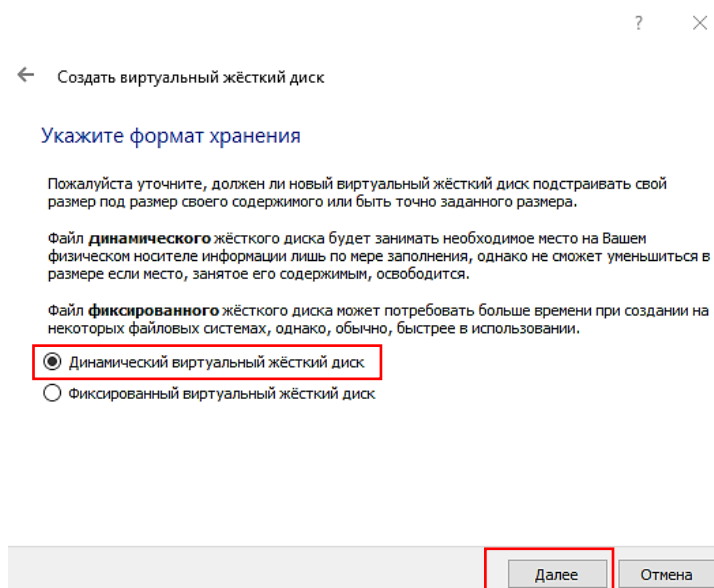


Рисунок 30 – Выбор способа работы с файлом жесткого диска

7. Далее необходимо выбрать Путь к файлу с виртуальным жестким диском, и его начальный размер. Я выбрала 35 Гб<sup>1</sup>, чтобы хватило место для установки операционной системы Ubuntu 19.

---

<sup>1</sup> При выборе этого параметра (и остальных параметров) виртуальной машины необходимо учитывать требования, предъявляемые к системе при установке конкретной ОС. Не стоит также забывать про основную операционную систему – у нее должно быть достаточно ресурсов для поддержания стабильной работы.

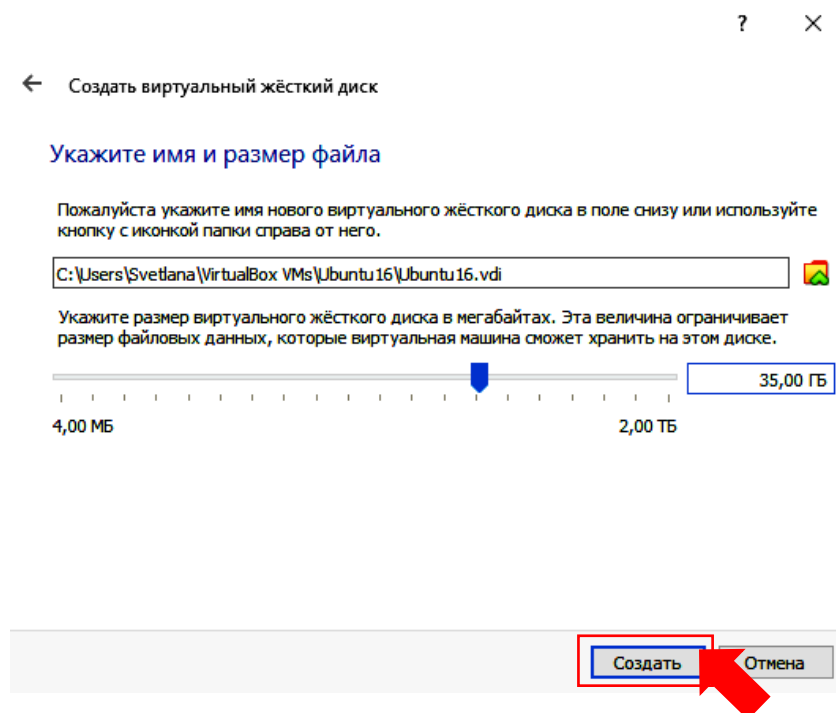


Рисунок 31 – Выбор размера виртуального жесткого диска

8. После нажатия на кнопку Создать (Рисунок 31) виртуальная машина появляется в списке виртуальных машин на панели слева (Рисунок 32)

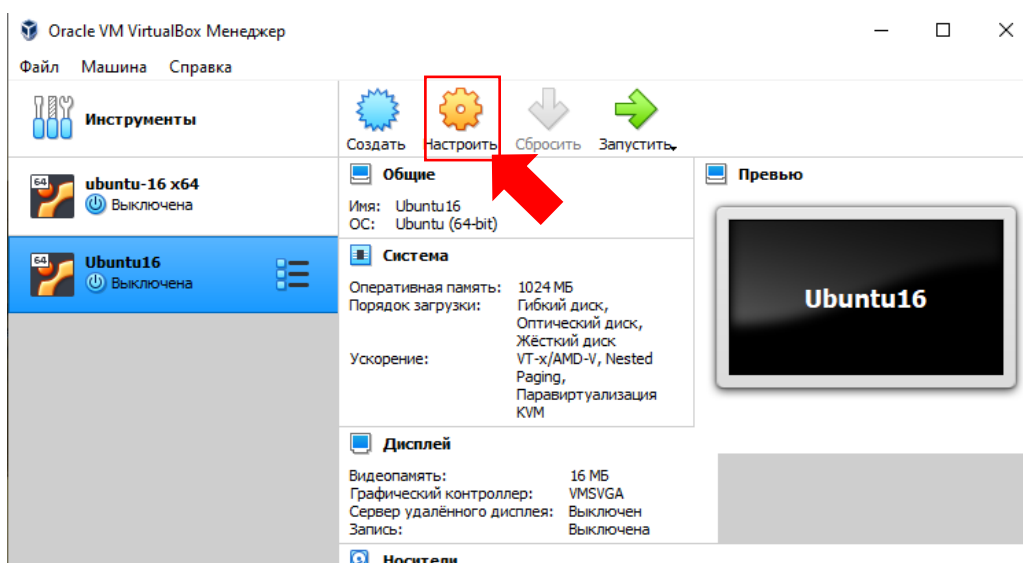


Рисунок 32– Теперь можно приступать к установке операционной системы

9. Для того, чтобы начать установку операционной системы на виртуальную машину необходимо ее настроить (см. Рисунок 32).
10. После нажатия кнопки настроить, появится новое всплывающее окно со свойствами виртуальной машины (Рисунок 33). Для установки операционной системы на виртуальную

машину нужно перейти во вкладку Носители (левая панель) и щелкнуть по значку компакт-диска (Контроллер IDE) и выбрать файл с образом ОС (Рисунок 33).

11. Приступаем к установке операционной системы Ubuntu 19.10.

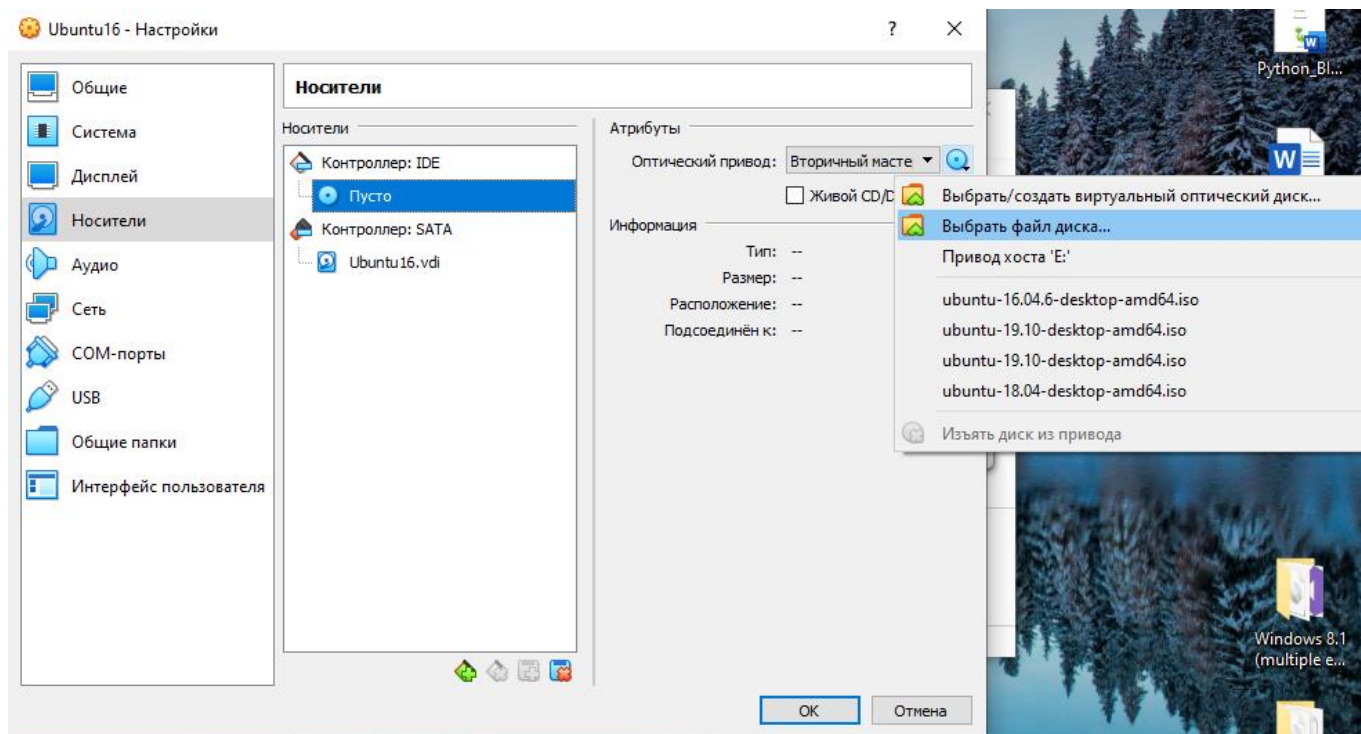


Рисунок 33 – Выбор файла с образом установочного диска операционной системы

После нажатия появится всплывающее окно, в котором нужно нажать выбрать путь к файлу с образом установочного диска операционной системы. Поскольку мы скачали образ (файл с операционной системой в формате iso заранее, то нам нужно только выбрать необходимый файл).

После добавления файла с образом он появится в списке устройств (Рисунок 34).

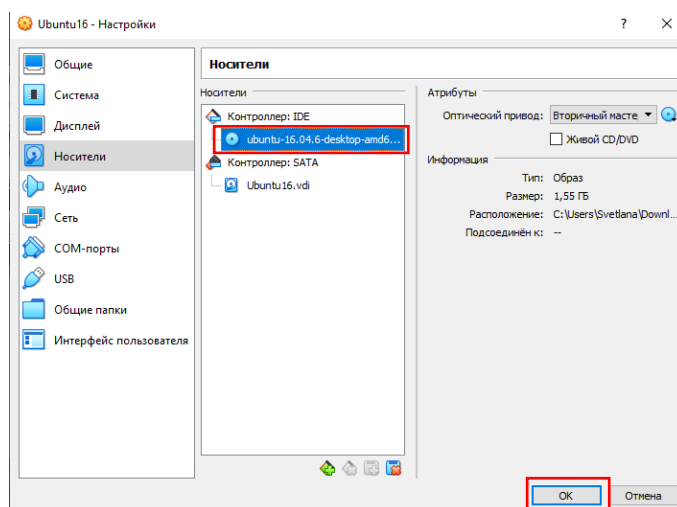


Рисунок 34 – Файл с образом операционной системы подключен к виртуальному дисковому устройству

Теперь мы готовы к установке операционной системы.

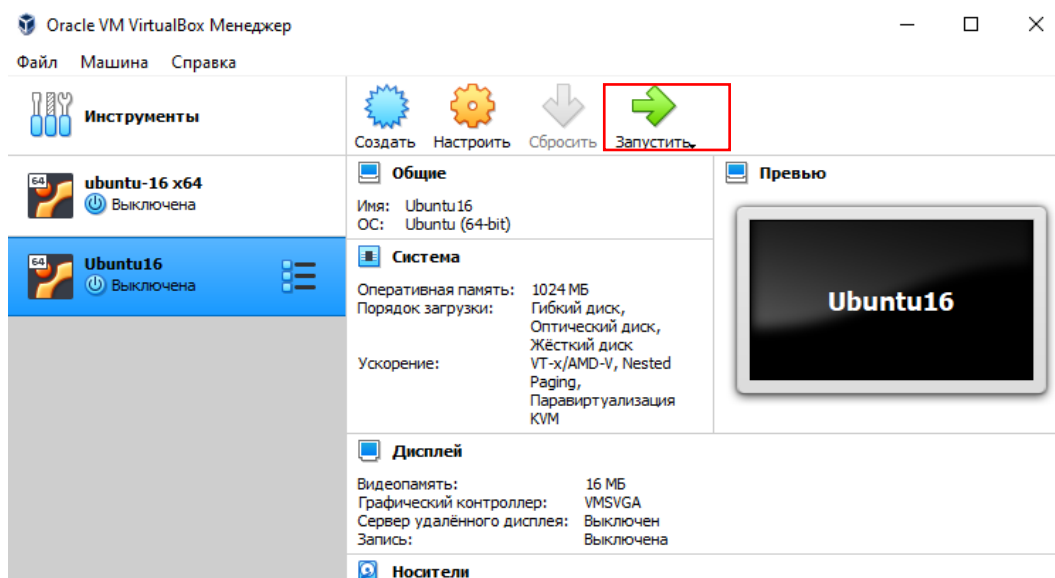


Рисунок 35 – Запуск процесса установки операционной системы вместе с запуском виртуальной машины

После запуска виртуальной машины появится окно виртуальной машины (Рисунок 36)

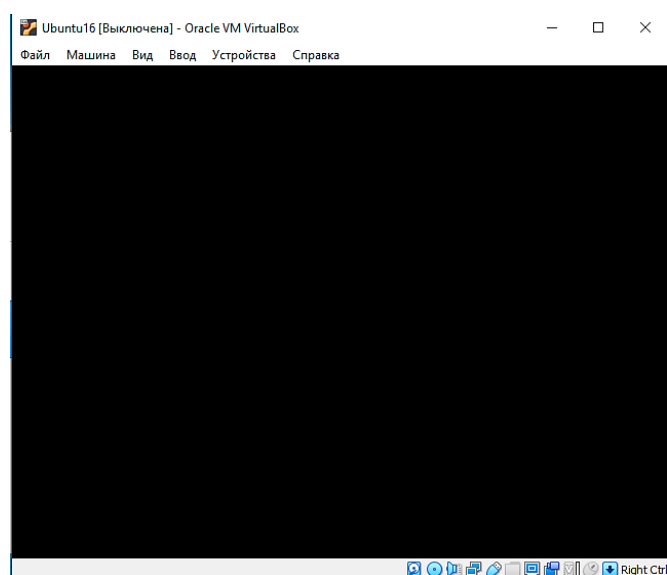


Рисунок 36 – После запуска виртуальной машины появляется окно, в котором в дальнейшем мы будем устанавливать и настраивать операционную систему Ubuntu 19.10

Далее наберитесь терпения, поскольку установка потребует некоторого времени. Как только образ будет подготовлен к установке на экране виртуальной машины появится запрос на начало установки (Рисунок 37).

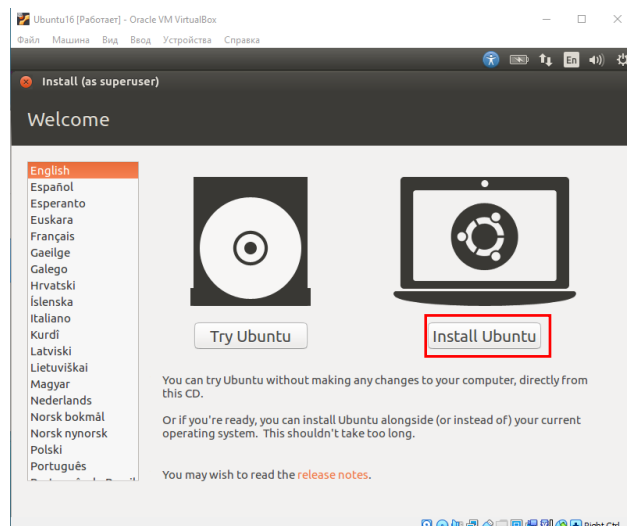


Рисунок 37 – Выбор языка установки и типа установки

Далее установщик попросит уточнить некоторые детали, такие как необходимость загрузки обновлений (Рисунок 38) и тип установки (Рисунок 39).

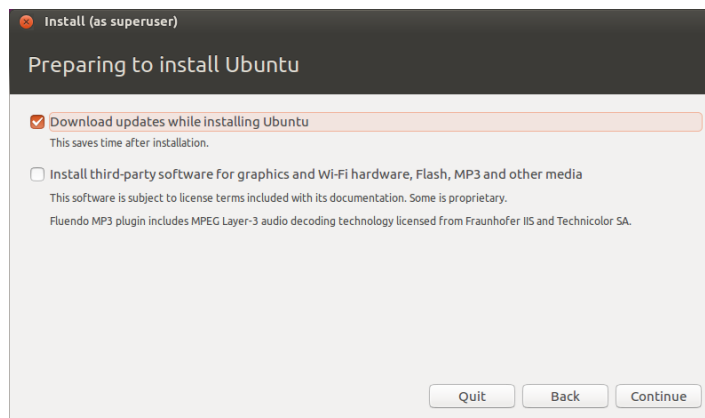


Рисунок 38 – Настройки системы обновлений ОС

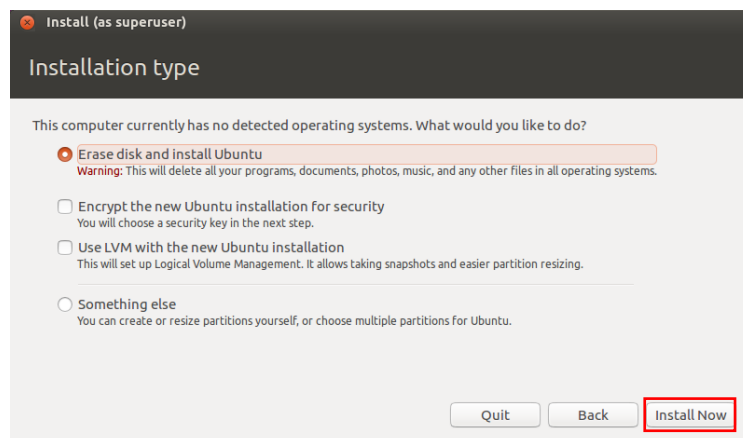


Рисунок 39 – Тип установки (очистить диск перед установкой)

Далее появится окно с предупреждением, что все пользовательские файлы будут удалены, поскольку файл виртуального диска не содержит в настоящий момент никакой информации мы продолжаем (Рисунок 40).

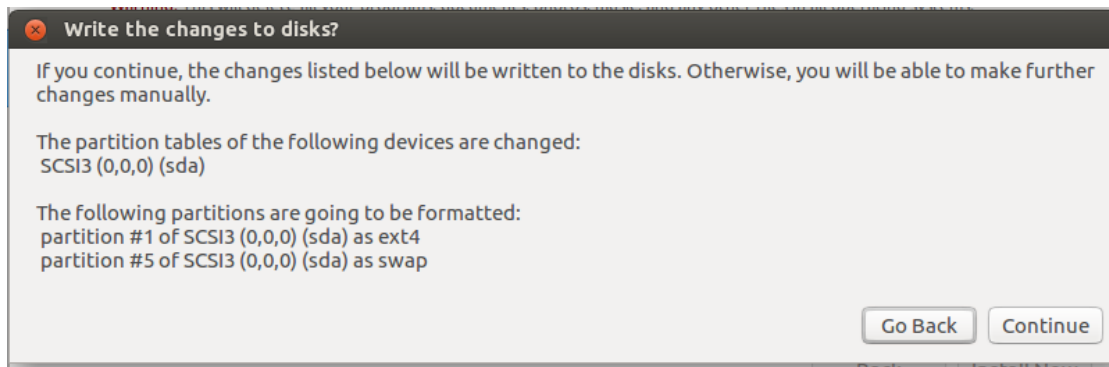


Рисунок 40 – Предупреждение о форматировании диска

Далее появится запрос на выбор даты и времени (Рисунок 41).

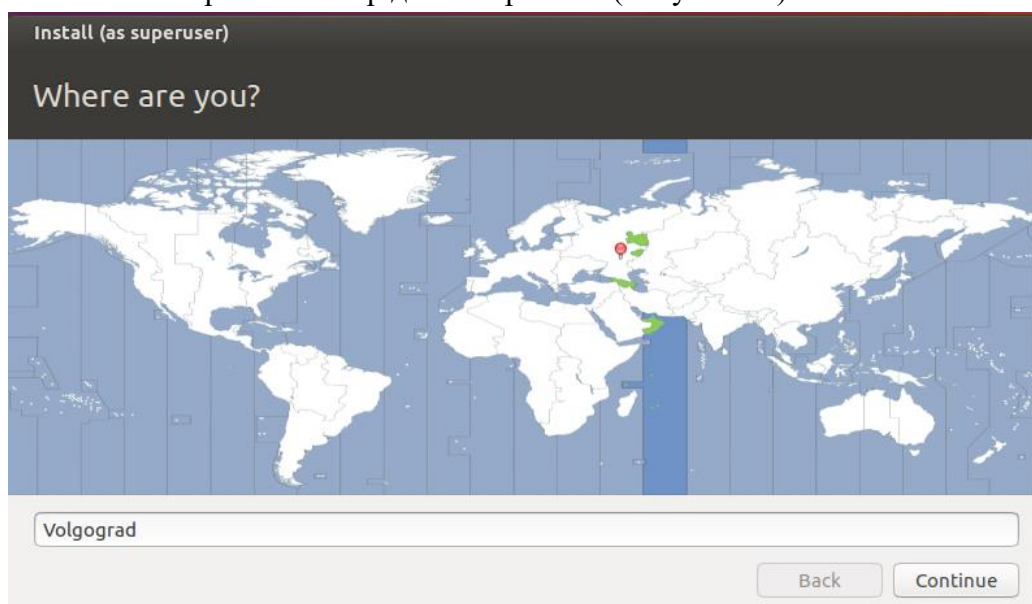


Рисунок 41 – Выбор часового пояса

На следующем шаге мы выбираем настройки раскладки клавиатуры.

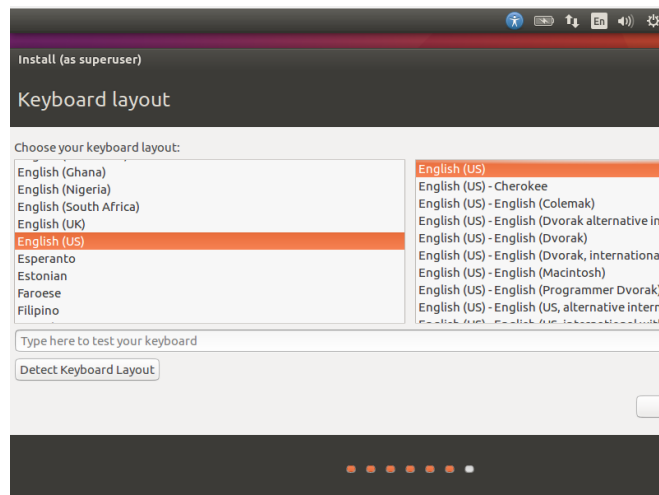


Рисунок 42 – Выбор языка и раскладки клавиатуры

И, наконец, нужно выбрать имя пользователя, пароль, и настройки входа в операционную систему.

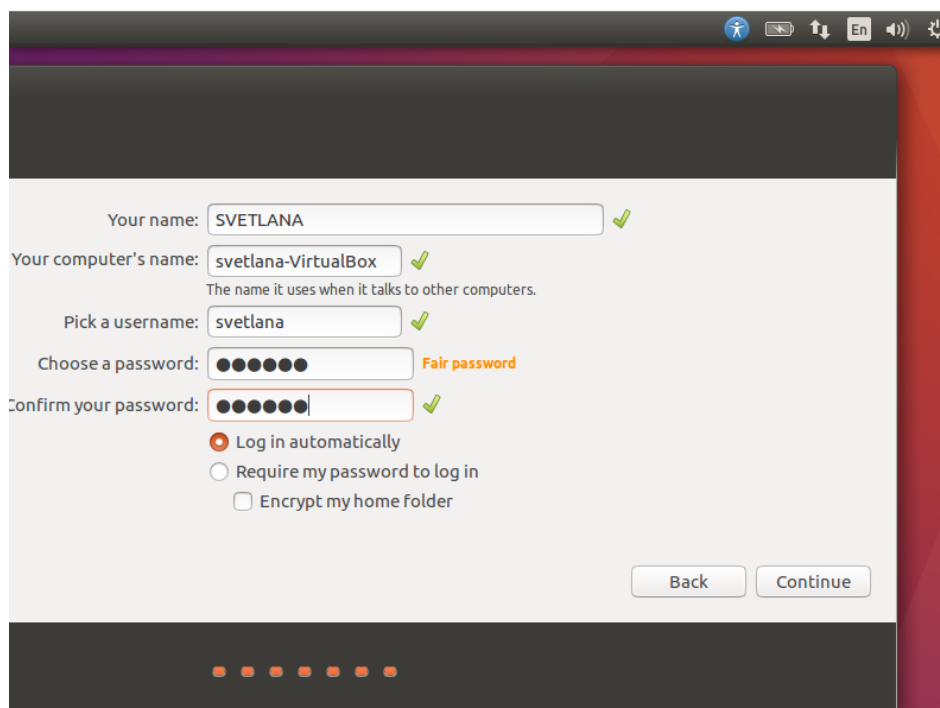


Рисунок 43 – Настройки пользователя

После этого шага начнется процесс установки операционной системы. Я не стану приводить скриншоты, в процессе установки вы все увидите. На финальном шаге появится сообщение о необходимости выполнить перезагрузку. После перезагрузки появится новая операционная система в окне виртуальной машины (Рисунок 44). Тем не менее, процесс настройки и установки пока еще не завершен. Это связано прежде всего с внешним видом этого окна.

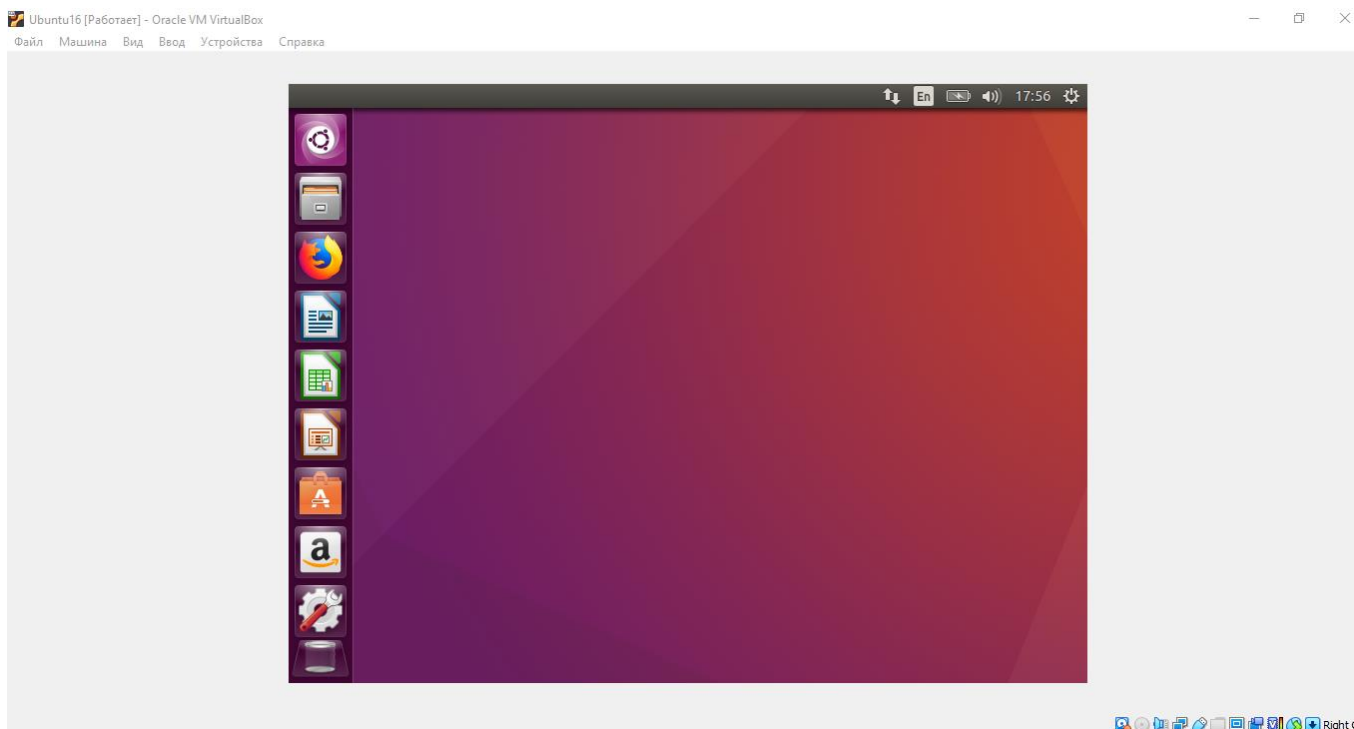


Рисунок 44 – Операционная система Ubuntu Linux в окне виртуальной машины

Прежде чем приступить к настройке GuestAdditions, необходимо операционную систему обновить и настроить (Рисунок 45). Для этого в окне терминала нужно по очереди выполнить следующие команды:

```
sudo apt-get update
```

а затем

```
sudo apt-get upgrade
```

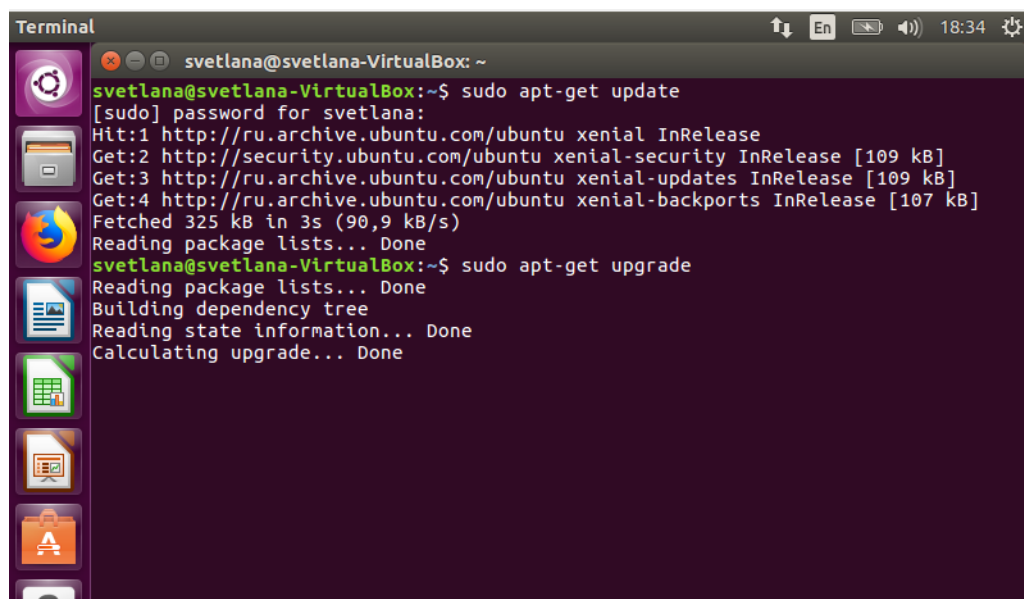


Рисунок 45 – Обновление системы



После этого можно приступить к настройке гостевого приложения. Это можно выполнить из терминала (Рисунок 46) с помощью команды:

```
sudo apt-get install virtualbox-guest-additions-iso
```

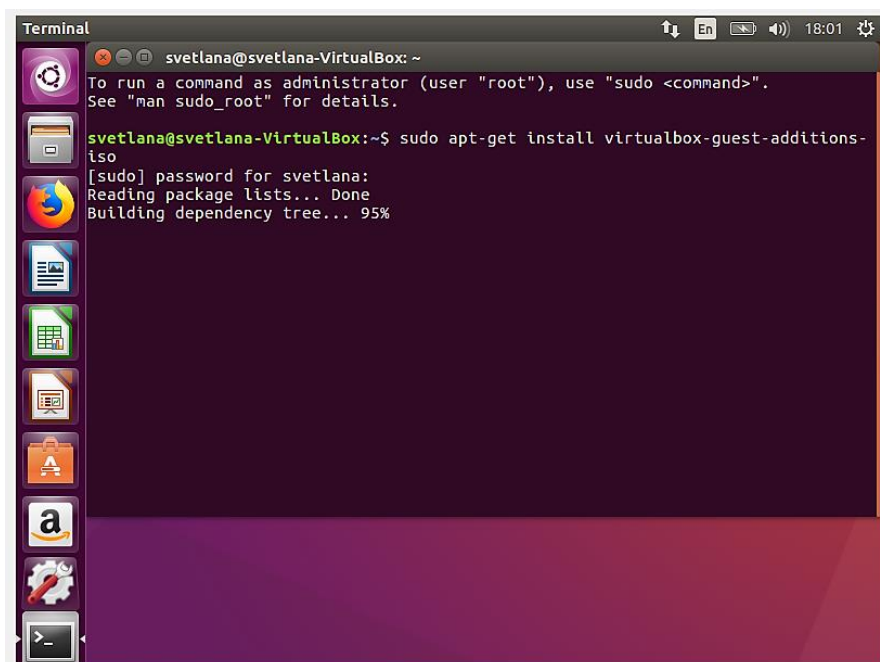


Рисунок 46 – Запуск GuestAdditions

Также для настройки GuestAdditions можно воспользоваться интерфейсом виртуальной машины. На следующих рисунках показана последовательность действий.

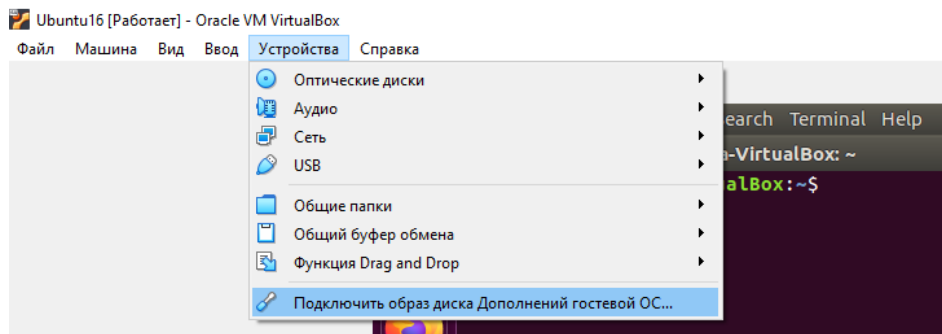


Рисунок 47 – Подключения дополнения гостевой ОС.

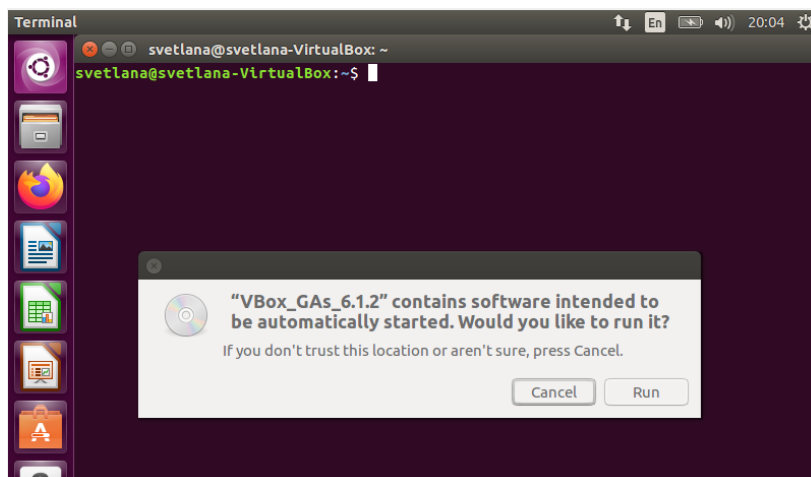


Рисунок 48 – Запуск установщика

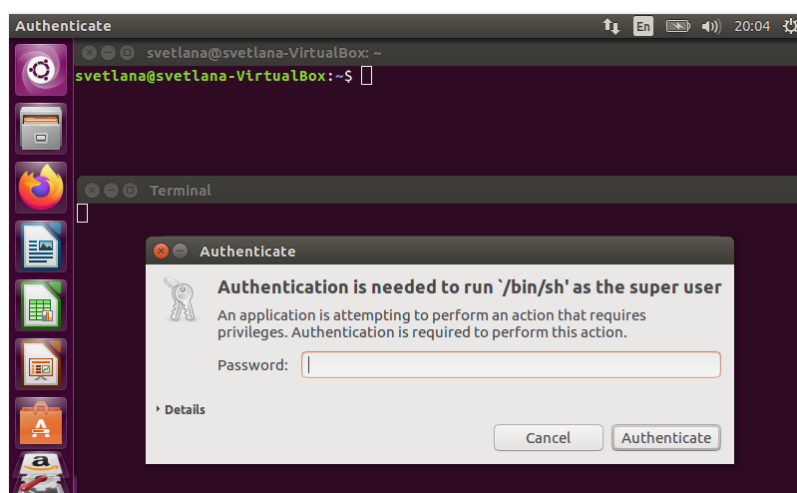


Рисунок 49 – Запрос на ввод пароля администратора

После установки систему необходимо перезагрузить и после перезагрузки в меню Вид виртуальной машины можно будет настроить вид гостевой ОС.

### **Практическое задание**

- а) Скачайте установочные файлы виртуальной машины и гостевой операционной системы. Проведите настройку виртуальной машины и установку гостевой операционной системы<sup>2</sup>. Установите дополнения гостевой операционной системы.
- б) Проведите настройку вида рабочего стола, раскладки клавиатуры и дополнительных параметров персонализации гостевой операционной системы.
- в) Создайте документ отчета (со скриншотами каждого шага установки и настройки) в текстовом документе.
- г) Подготовьте ответы на контрольные вопросы. Отчитайте работу своему преподавателю.

### **Контрольные вопросы<sup>3</sup>**

- 1) В чем заключается отличие гипервизоров 2 типа от гипервизоров 1 типа?
- 2) Какие требования предъявляются к виртуализации?
- 3) На каких условиях (лицензионное соглашение) допустимо использование студентами гипервизора VMware?
- 4) Что означает термин «переключатель мира» (world switch)?
- 5) В чем заключаются сложности внедрения виртуализации в архитектуру x86?
- 6) В каких областях и для каких целей применяются виртуальные машины?
- 7) Объясните причину, по которой разработчик программного обеспечения может воспользоваться виртуализацией на настольном компьютере, предназначенном для разработки.
- 8) В чем разница между полной виртуализацией и паравиртуализацией? Какую из них, на ваш взгляд, труднее осуществить? Обоснуйте ответ.

---

<sup>2</sup> Вы можете выбирать любую понравившуюся версию ОС Linux, и ограничивать ваш выбор будут только требования ОС.

<sup>3</sup> Большинство ответов на вопросы можно найти в учебнике Танненбаума, Боса «Современные операционные системы».