

Программа «Программирование дронов: Основы и практика Python»

Тема № 2.3

Основные типы бортового оборудования

Лекция



Сегодня в лекции

Системы радиосвязи

Системы навигации

Системы передачи данных

Радиоэлектронная борьба

Бортовое радиооборудование

Бортовое радиооборудование — это совокупность технических устройств, обеспечивающих управление, связь, навигацию и передачу данных между БПЛА и наземными станциями.



Система радиосвязи

Радиосвязь обеспечивает двустороннее взаимодействие между БПЛА и операторами на наземной станции. Эта система включает в себя различные протоколы и каналы передачи данных, которые обеспечивают управление, контроль, а также передачу информации о состоянии БПЛА и выполнении миссий.



Задачи системы радиосвязи

Передача команд управления (в реальном времени или с задержкой, в зависимости от типа связи).

Передача данных о состоянии БПЛА (параметры полета, состояние системы, телеметрия).

Прием и обработка команд с наземной станции или с других БПЛА в кооперативных миссиях.



Типы радиосвязи

Радиорелейная связь (от радио и французского relais - промежуточная станция), радиосвязь, осуществляемая при помощи цепочки приемопередающих радиостанций, как правило, отстоящих друг от друга на расстоянии прямой видимости их антенн. Таким образом, радиорелейная связь - это особый вид радиосвязи на ультракоротких волнах с многократной ретрансляцией сигнала.



Типы радиосвязи

Спутниковая связь — позволяет поддерживать управление и передачу данных на больших расстояниях (более 100 км), когда БПЛА находится вне прямой видимости оператора

Передача телеметрической информации при полетах на большие расстояния может осуществляться с помощью спутниковых систем связи (Iridium, Globalstar и др.). Высокоскоростная передача информации полезной нагрузки может также осуществляться через малоразмерные спутниковые терминалы, что требует установки на борт ЛА высоконаправленной антенны с возможностью сканирования.



Типы радиосвязи

Мобильные сети (LTE, 5G) — современные сети обеспечивают высокоскоростную передачу данных на средних дистанциях, что особенно полезно для передачи больших объемов информации, например, видео в реальном времени.



Система навигации

Отвечает за точное определение положения аппарата в пространстве, расчет и выполнение траектории движения, а также за корректировку курса в условиях изменяющейся окружающей среды. В современных БПЛА используются различные навигационные технологии, каждая из которых имеет свои особенности и преимущества для выполнения конкретных задач.



Задачи системы навигации

Определение координат и положения БПЛА:

Система навигации должна точно определять текущее местоположение аппарата, его высоту, скорость и ориентацию в пространстве.

Автоматическое управление движением БПЛА по заранее заданному маршруту:

После загрузки маршрута система контролирует траекторию полета, корректирует отклонения и обеспечивает достижение конечной точки с высокой точностью.

Корректировка курса при изменениях в окружающей среде:

Система должна быть способна автоматически адаптировать курс при наличии непредвиденных препятствий, изменений погодных условий или магнитных помех.



Глобальные системы навигации

Глобальные навигационные системы обеспечивают определение положения БПЛА на основе сигналов, получаемых от спутников или наземных станций, и используются для выполнения миссий в открытых пространствах на больших расстояниях.

GPS/GNSS (Global Navigation Satellite System)

GNSS — это глобальные системы навигации, которые позволяют определять местоположение на основе сигналов от спутников.

GPS (Global Positioning System) — американская спутниковая навигационная система.

ГЛОНАСС (GLObal NAvigation Satellite System) — российская спутниковая система.

Galileo — европейская спутниковая система.

BeiDou — китайская спутниковая система.



Локальные системы навигации

Локальные системы навигации обеспечивают точное управление и ориентацию БПЛА на ограниченных территориях. Они часто используются в закрытых или ограниченных пространствах, где спутниковые сигналы GNSS недоступны.

Инерциальные измерительные блоки (IMU)

IMU — это устройства, которые измеряют угловую скорость и линейные ускорения для отслеживания движения и ориентации БПЛА. Состоит из гироскопов и акселерометров. Используются для кратковременной навигации, когда GNSS-сигналы недоступны (например, в туннелях, зданиях).



Локальные системы навигации

Optical Flow (оптический поток)

Оптический поток — это технология, которая использует данные с камеры для измерения скорости и направления движения относительно поверхности или объектов.

Эффективен на низких высотах и в условиях с текстурированной поверхностью.



Локальные системы навигации

LIDAR (Light Detection and Ranging)

LIDAR — это технология, использующая лазеры для измерения расстояний до объектов и создания точных карт местности.

Позволяет создавать 3D-карты окружающей среды с высокой точностью.

Работает в условиях отсутствия света, что делает его эффективным в темное время суток или при плохой видимости.

Ограниченная дальность действия, зависящая от мощности лазера.



Системы передачи данных

Телеметрия — это система сбора, передачи и анализа данных, поступающих от различных датчиков, установленных на БПЛА. Включает информацию о:

Высоте полета.

Скорости движения.

Ориентации в пространстве (углы крена, тангажа, рысканья).

Температуре двигателей.

Состоянии аккумуляторов.

Положении и состоянии актуаторов (рулевых механизмов, шасси и других движущихся частей).

Данные телеметрии передаются оператору или наземной станции управления и позволяют не только контролировать текущие параметры полета, но и вовремя заметить возможные отклонения, которые могут привести к отказу.



Каналы передачи данных

Wi-Fi

Подходит для передачи данных на короткие дистанции (до нескольких километров) в условиях прямой видимости.

Часто используется для передачи телеметрии в реальном времени в коммерческих и любительских дронах.

Преимущества: высокая скорость передачи данных, широкая доступность оборудования.

Недостатки: ограниченный радиус действия, высокая зависимость от помех и препятствий.



Каналы передачи данных

LTE (4G) и 5G

Используется для передачи данных через мобильные сети.

Преимущества: покрытие на больших территориях, высокая скорость передачи данных, возможность передачи видеопотоков и больших объемов телеметрической информации.

Недостатки: зависимость от инфраструктуры операторов мобильной связи, высокая стоимость использования.



Радиоэлектронная борьба

Радиоэлектронная борьба (РЭБ) — это совокупность технологий и методов, направленных на подавление, глушение или перехват сигналов связи и управления, используемых для управления беспилотными летательными аппаратами (БПЛА). В условиях боевых действий или других конфликтных ситуаций, РЭБ может серьезно повлиять на функциональность БПЛА, нарушив его связь с оператором или наземной станцией управления, либо же подорвав работу его навигационных систем.



Глушение сигналов управления

Глушение или подавление радиосигналов — это одна из ключевых угроз, с которой сталкиваются БПЛА. Это воздействие осуществляется путем передачи мощного радиосигнала на той же частоте, что и канал связи или навигации БПЛА, чтобы "перекрыть" исходный сигнал и нарушить связь между дроном и оператором.



Глушение GPS/GNSS-сигналов

Навигация большинства современных БПЛА осуществляется с использованием спутниковых систем (GPS, ГЛОНАСС и т.д.). Подавление этих сигналов лишает БПЛА возможности точно определять свое местоположение. Заглушается частота связи дрона (что заставляет его приземлиться) или происходит “обман” его навигационной системы GNSS, что приводит к его падению.



Перехват сигналов управления

Более сложная угроза заключается в перехвате сигнала управления и его изменении с целью захвата контроля над БПЛА. Такие атаки называются спуфингом (spoofing) — когда отправляются ложные сигналы управления, выдавая их за подлинные команды от оператора.

Можно выделить следующие методы «взлома» беспилотных моделей:

перехват управления через взлом зашифрованного канала связи (либо подмены исходных данных систем авторизации);

использование при захвате выявленных уязвимостей операционной системы;

применение каналов информации и интерфейсов оригинального ПО с целью «протаскивания» кода захвата.



Методы защиты от РЭБ

Частотное сканирование и динамическое изменение частот

Один из методов противодействия глушению сигналов — динамическое изменение частоты. Этот метод заключается в постоянном переключении частоты, на которой передаются сигналы, чтобы усложнить подавление сигнала.



Методы защиты от РЭБ

Кодирование сигналов (шифрование)

Для защиты от перехвата и спуфинга используются методы шифрования данных. Это делает сигналы управления и передачи данных нечитаемыми, так как усложняется дешифрование кода и подделка команд.



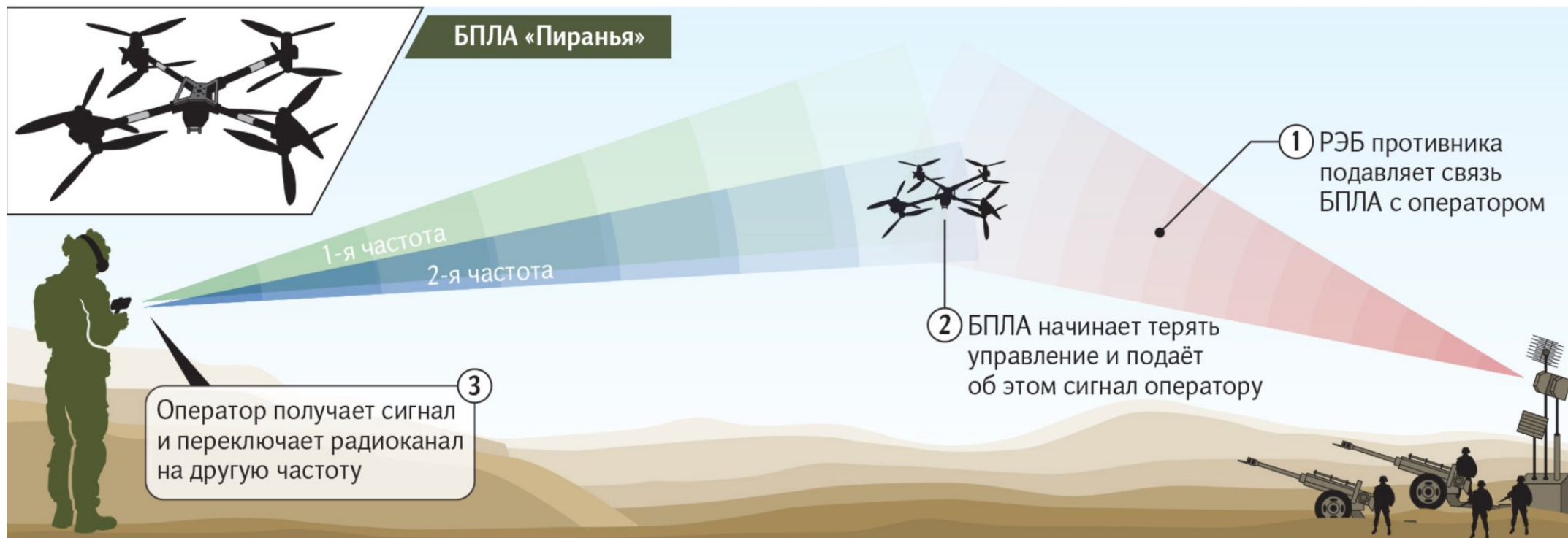
Методы защиты от РЭБ

Интеграция нескольких навигационных систем

Для защиты от глушения GPS-сигналов многие БПЛА оснащаются резервными навигационными системами, такими как инерциальные измерительные блоки (IMU), или могут использовать данные с камер (оптический поток) и других сенсоров. Это позволяет БПЛА продолжать выполнение миссии, даже если GPS-сигнал подавлен.



Методы защиты от РЭБ

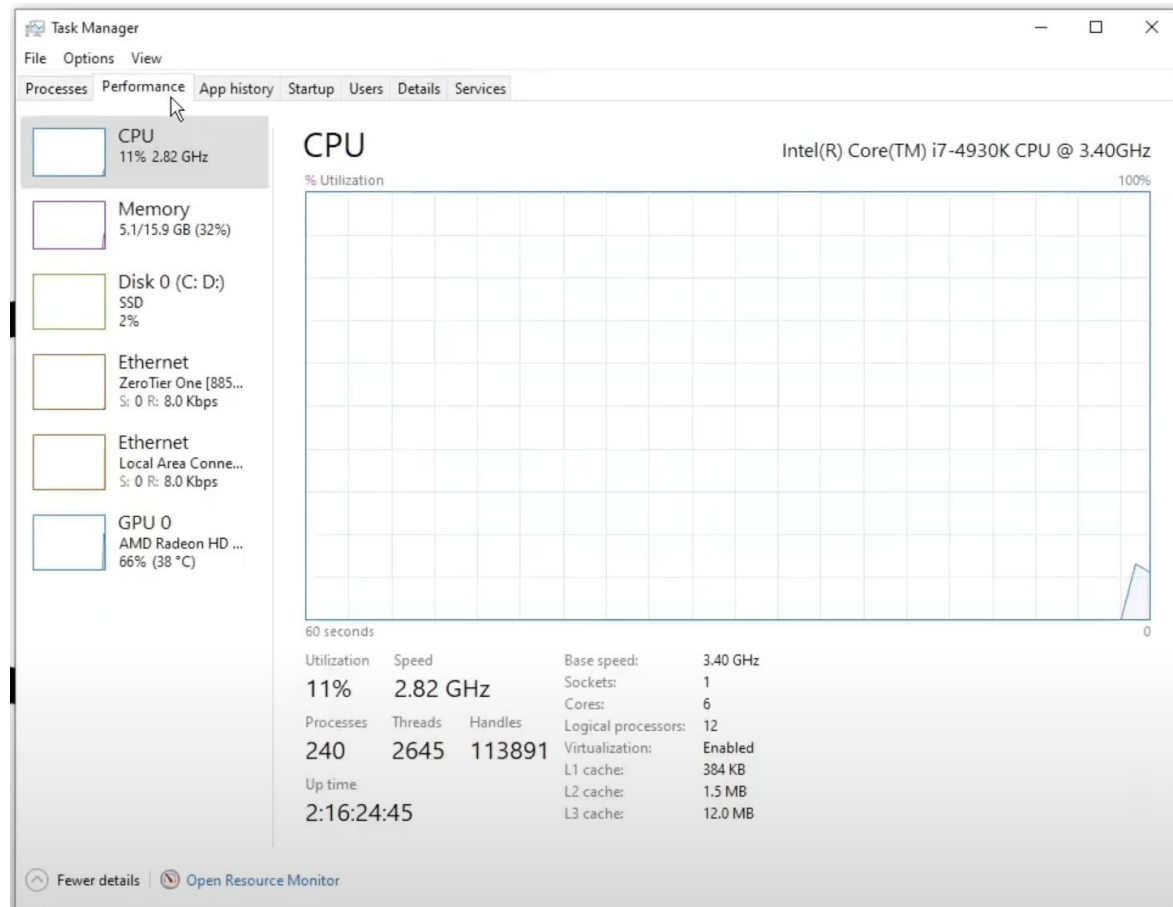


Установка виртуальной машины

Установка виртуальной машины

Настройка квадрокоптера

Проверить включена ли виртуализация



ctrl+shift+esc

[ЕСЛИ Disabled \(отключена\)](#)

Загрузить VMware Workstation Player

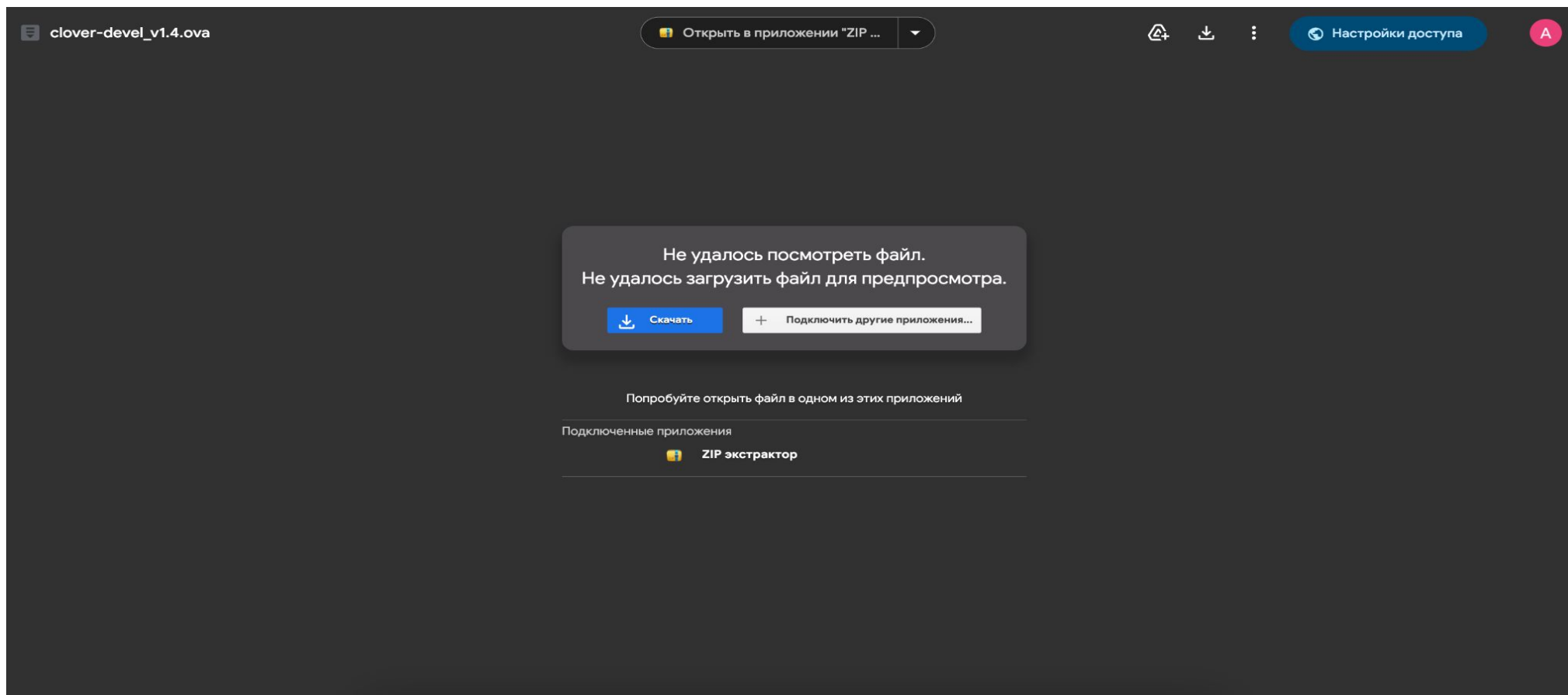
[Ссылка](#) оф. сайт

[Ссылка](#)

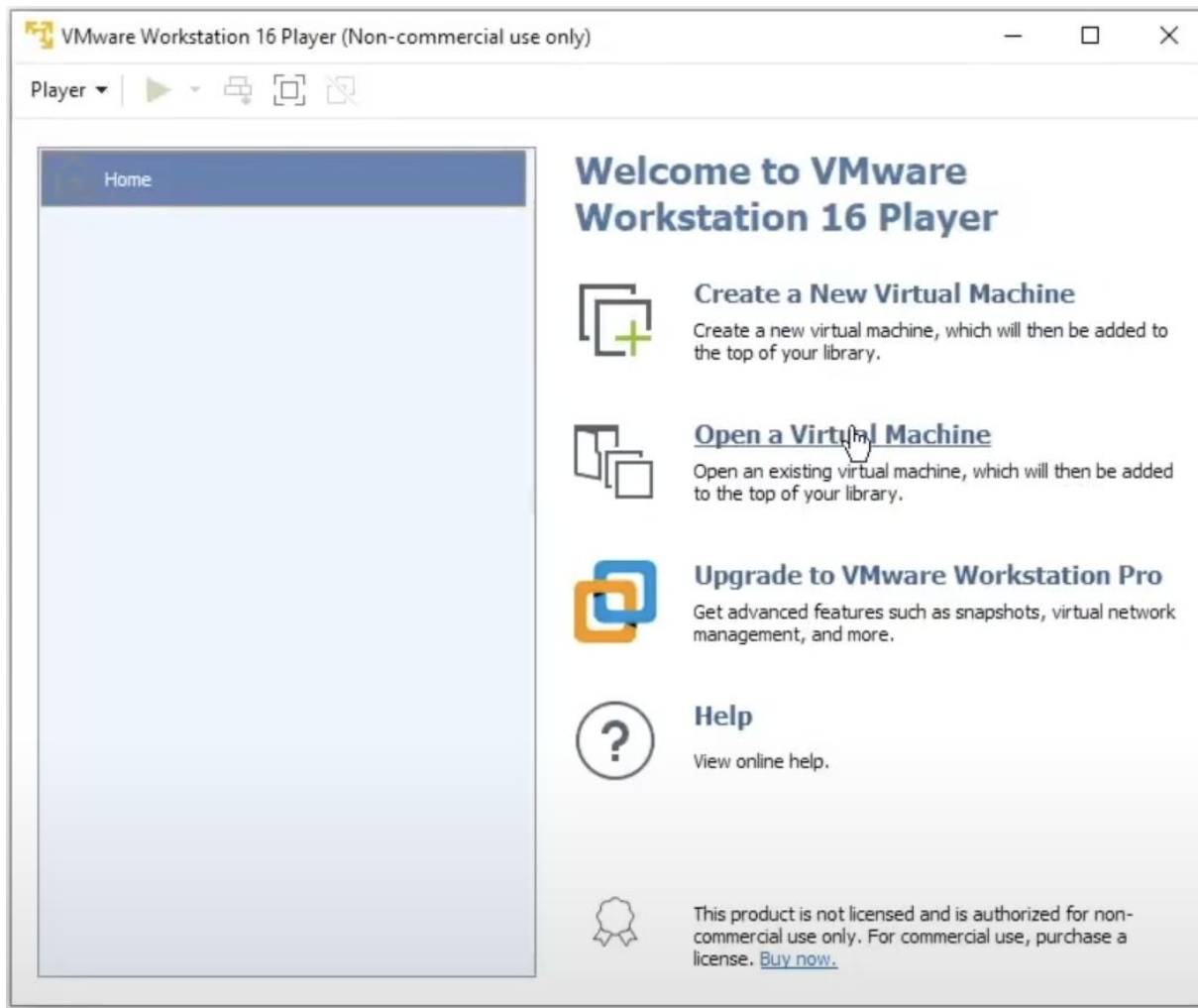
[Ссылка](#)

Скачать сборку

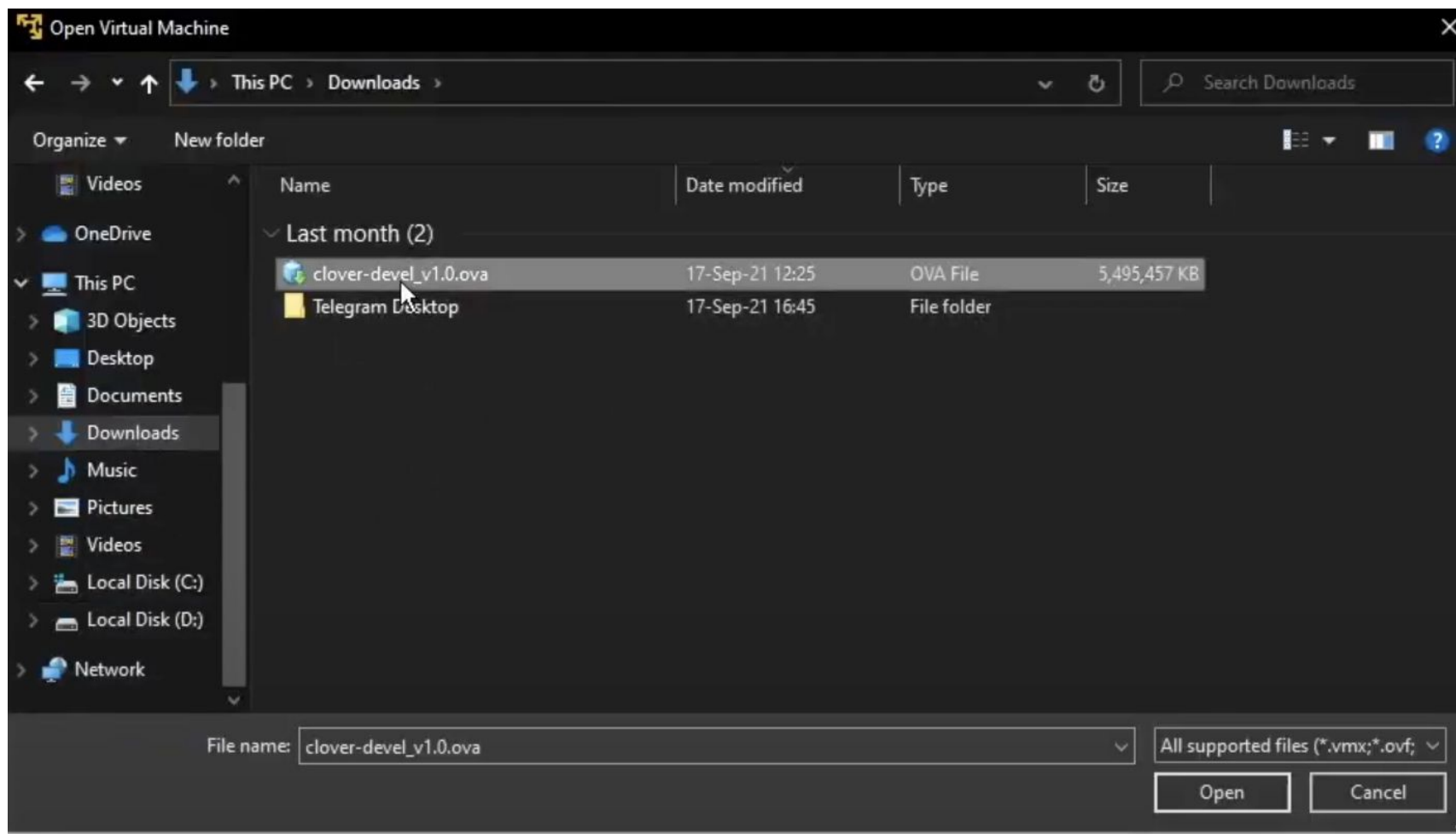
[Ссылка](#)



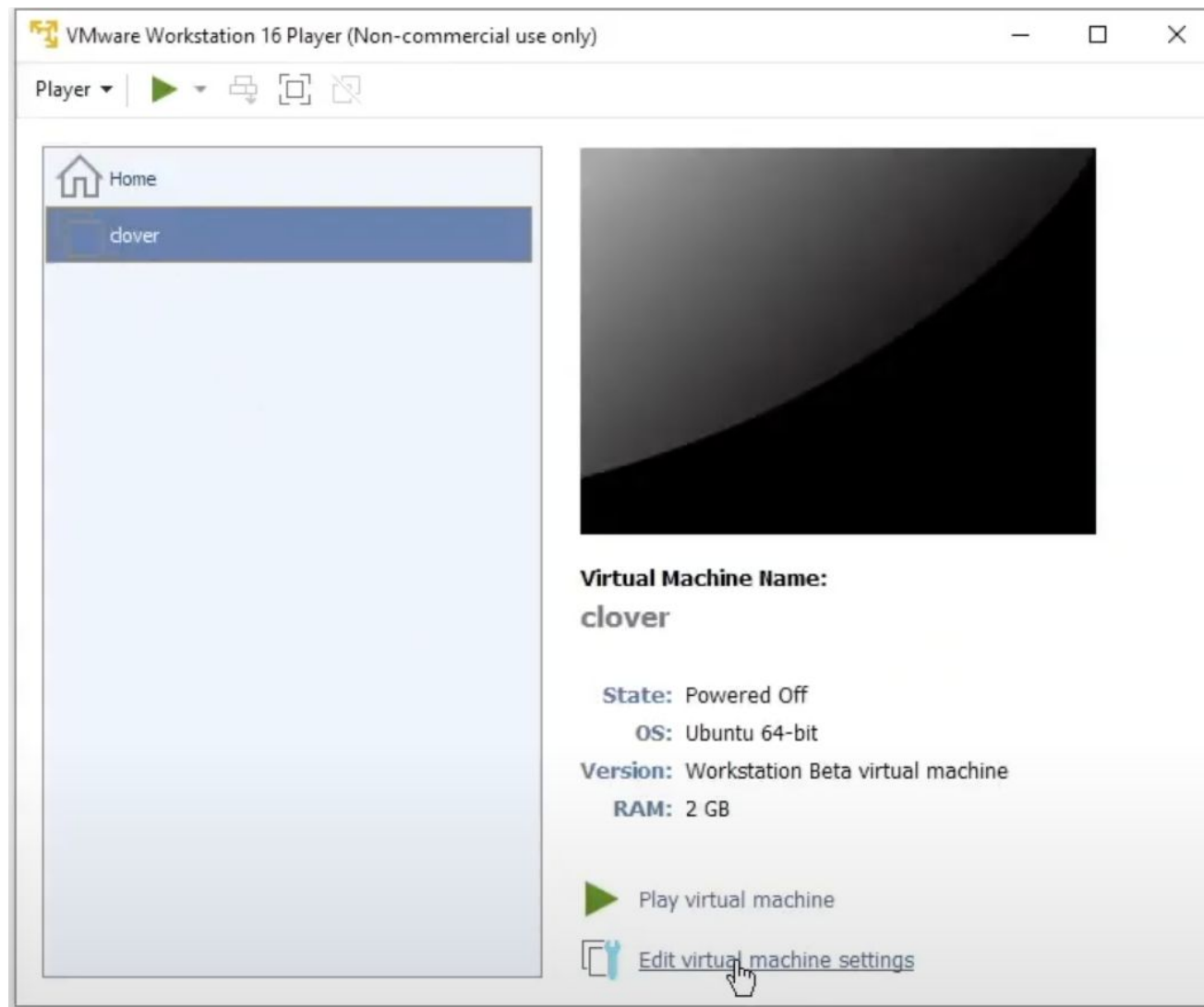
Запуск виртуальной машины



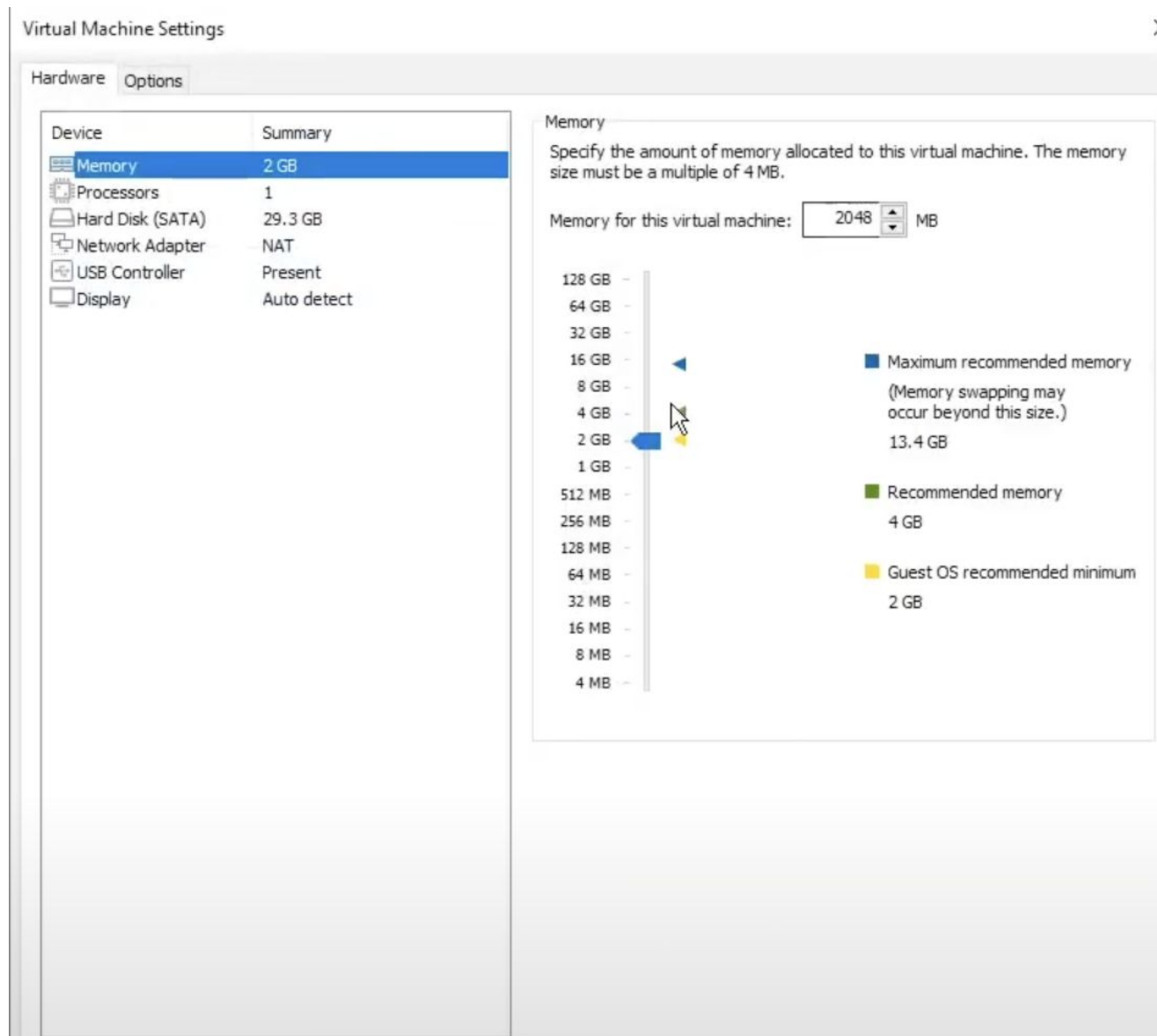
Запуск виртуальной машины



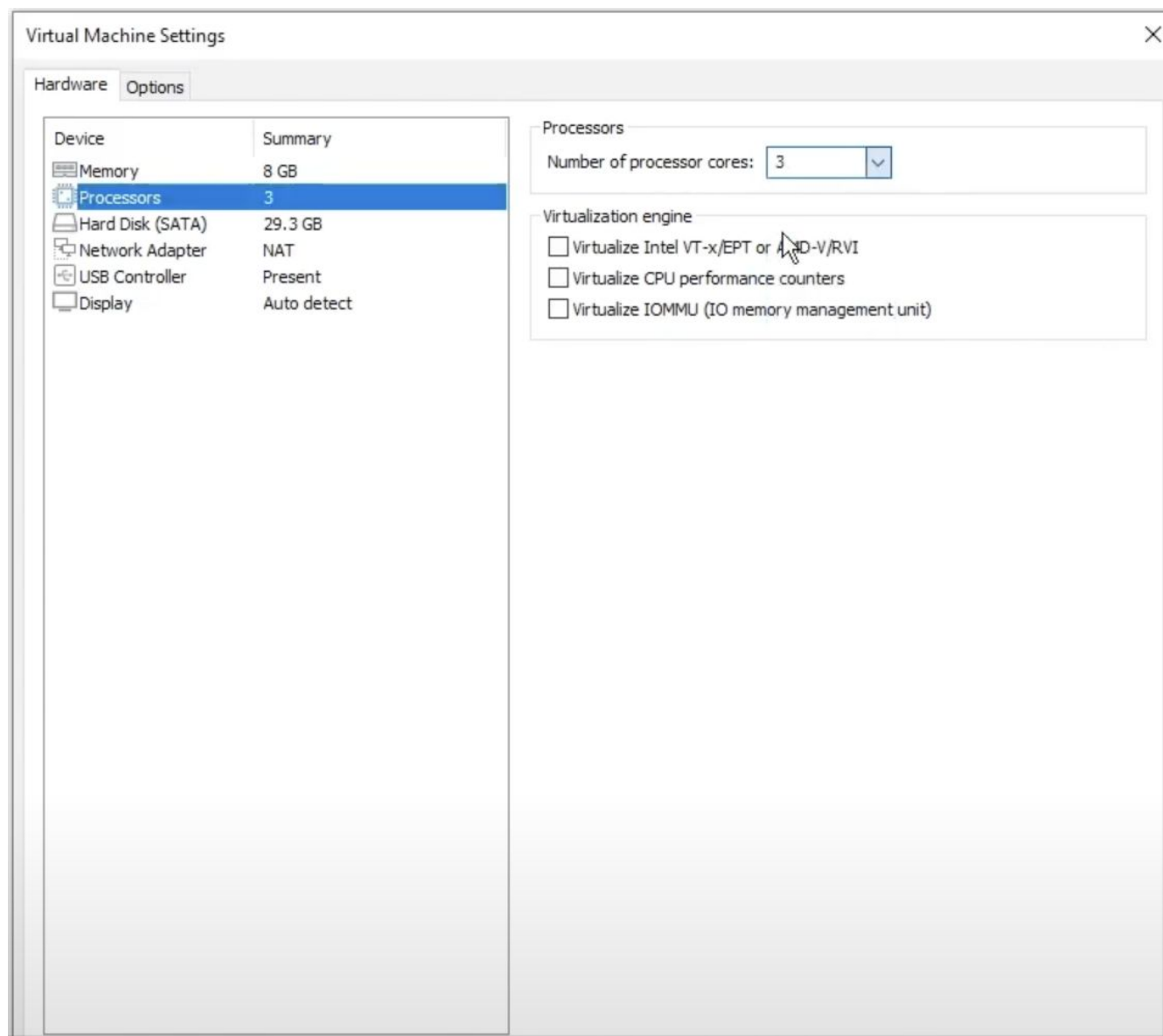
Настройка виртуальной машины



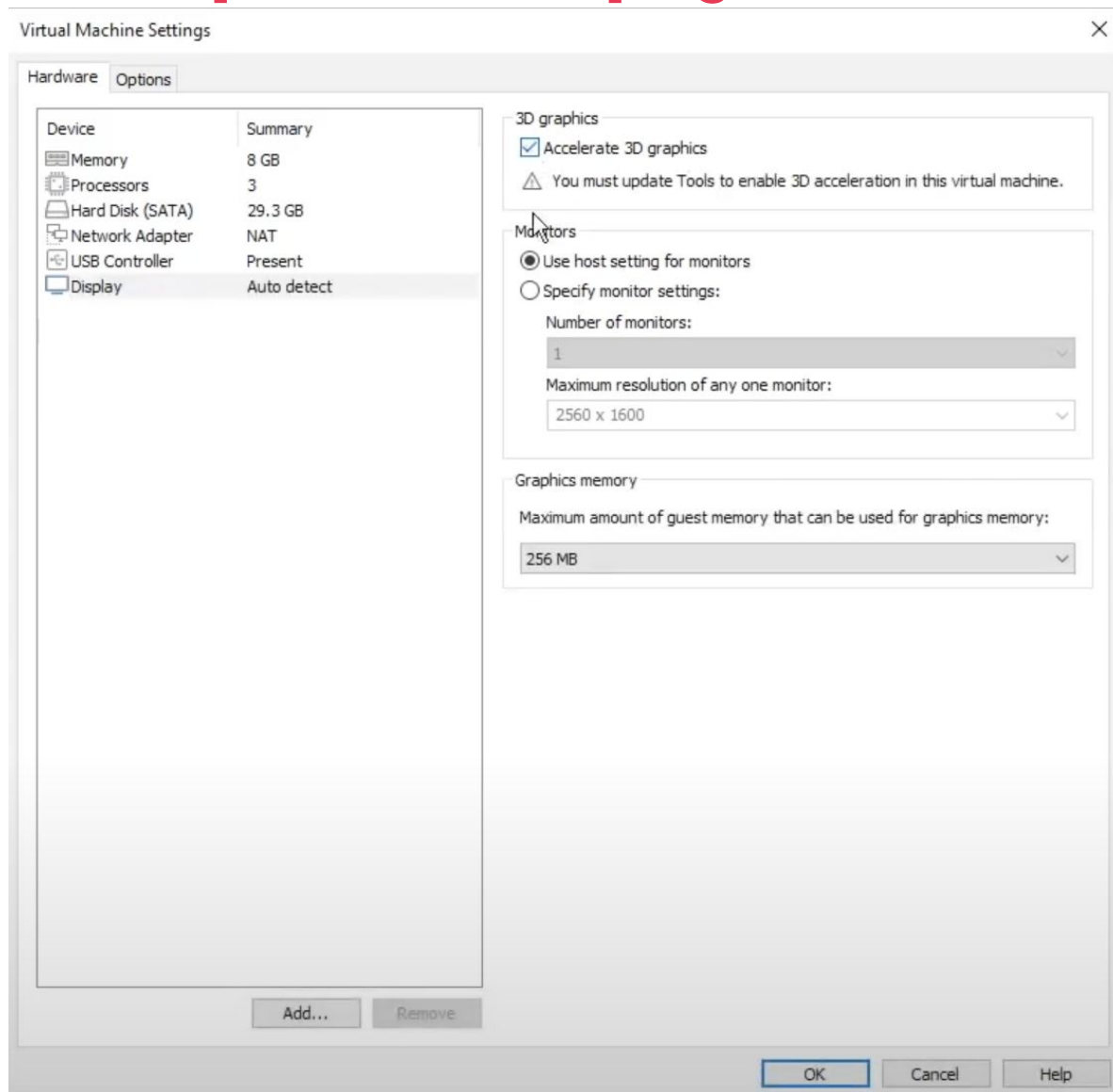
Настройка виртуальной машины



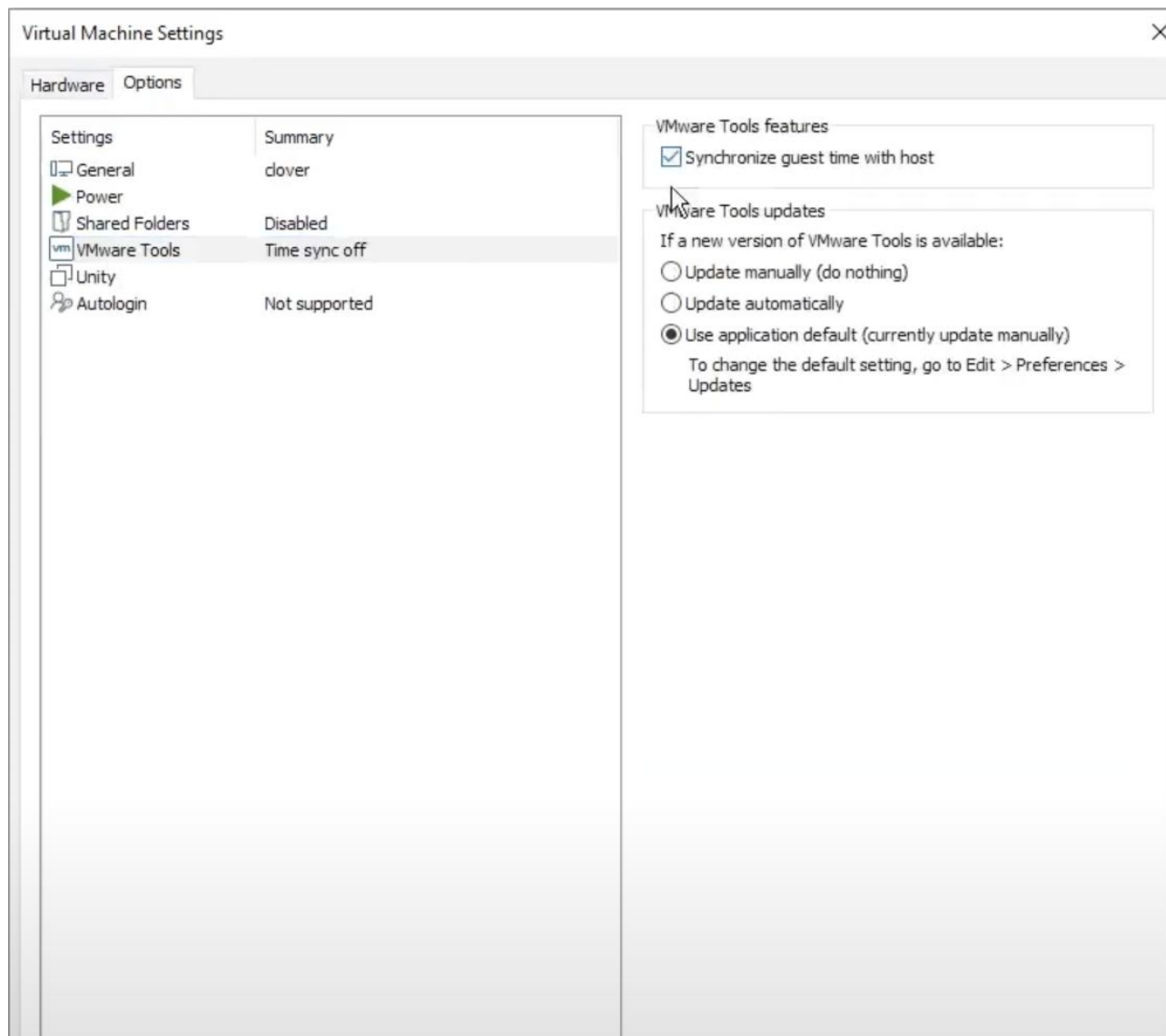
Настройка виртуальной машины



Настройка виртуальной машины

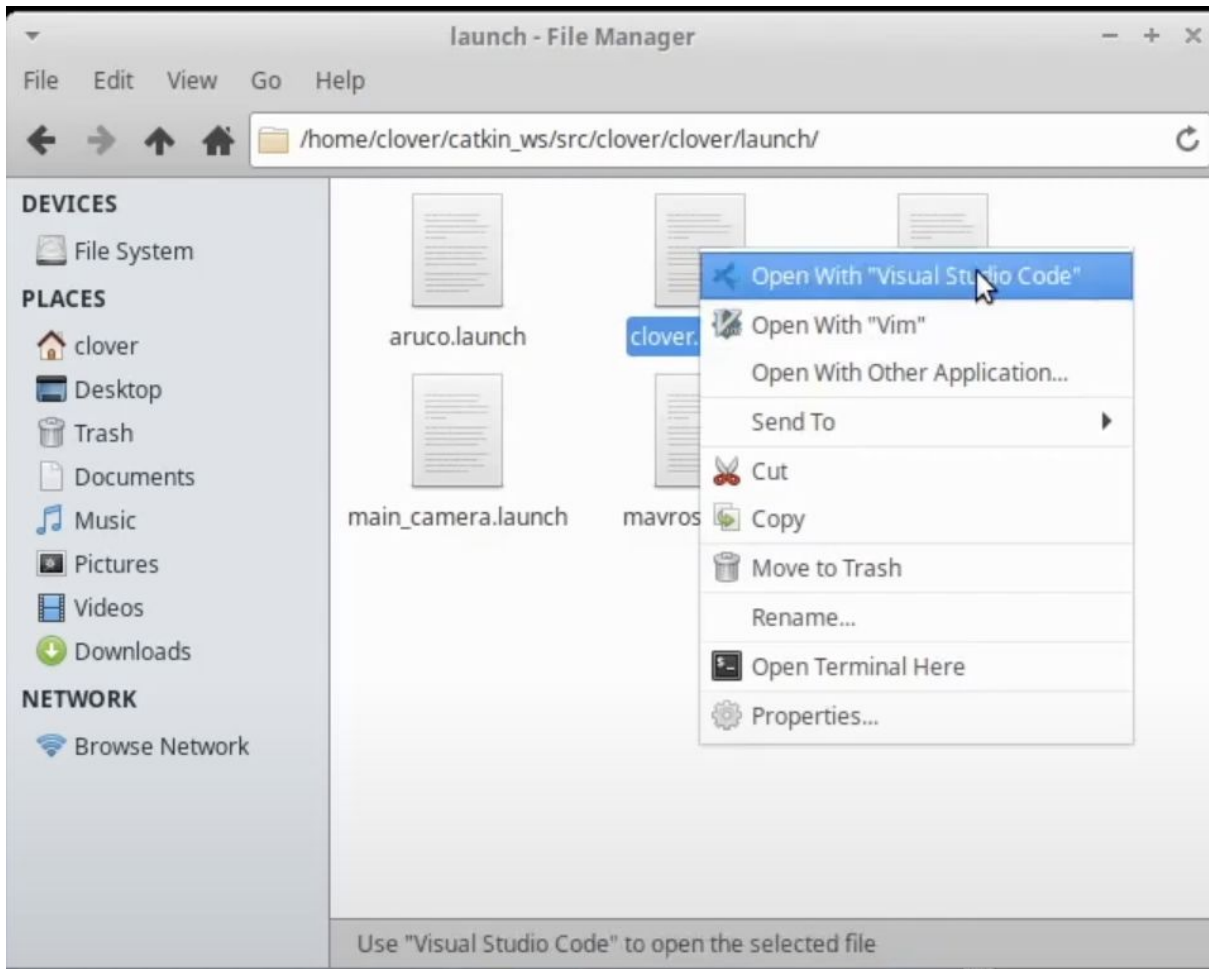


Настройка виртуальной машины



Настройка квадрокоптера

catkin_ws/src/clover/clover/launch



Настройка квадрокоптера

blocks="true"

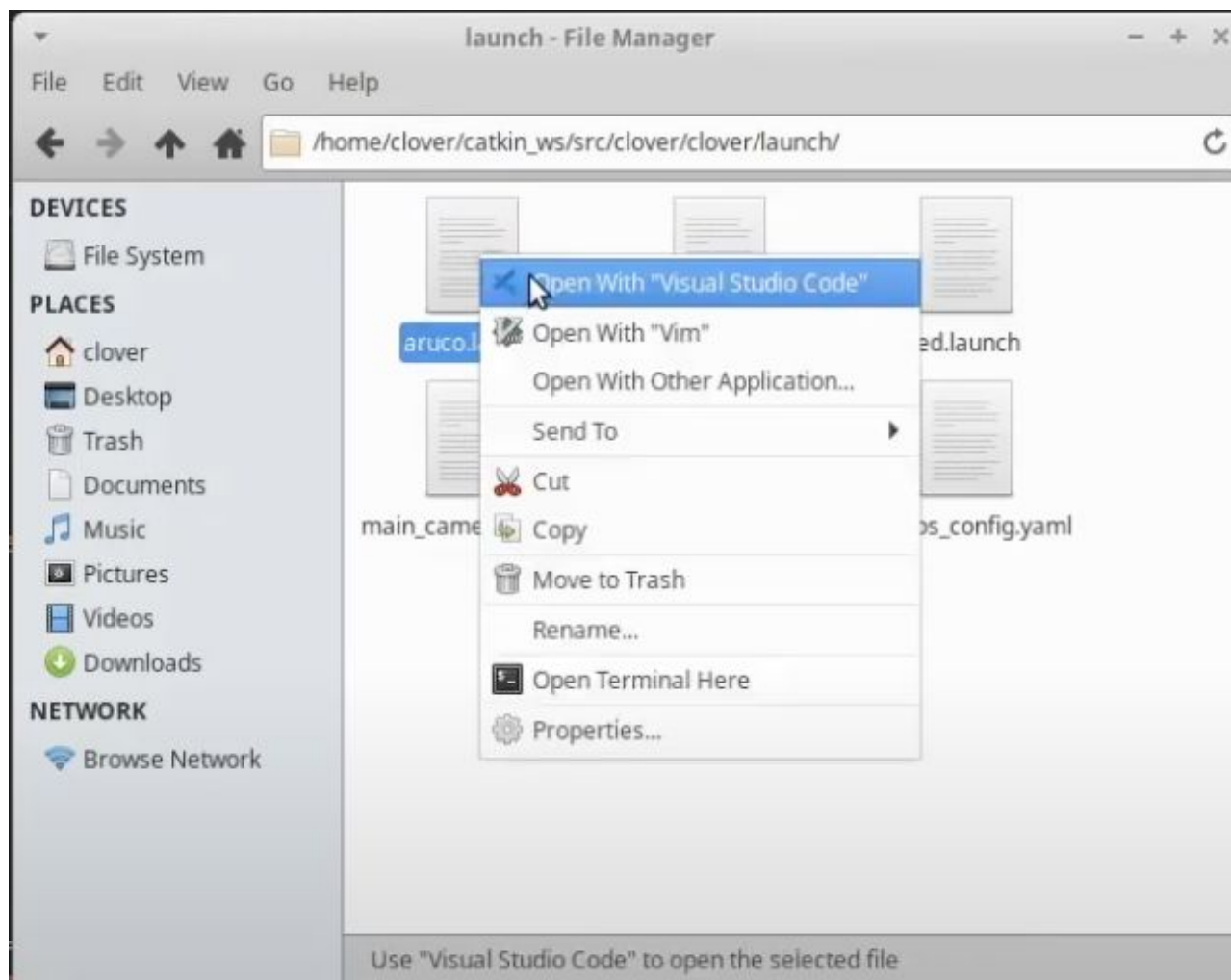
aruco="true"

```
<launch>
  <arg name="fcu_conn" default="usb"/>
  <arg name="fcu_ip" default="127.0.0.1"/>
  <arg name="fcu_sys_id" default="1"/>
  <arg name="gcs_bridge" default="tcp"/>
  <arg name="web_video_server" default="true"/>
  <arg name="rosbridge" default="true"/>
  <arg name="main_camera" default="true"/>
  <arg name="optical_flow" default="true"/>
  <arg name="aruco" default="false"/>
  <arg name="rangefinder_vl53l1x" default="true"/>
  <arg name="led" default="true"/>
  <arg name="blocks" default="false"/>
  <arg name="rc" default="false"/>

```

Oleg Kala

Настройка квадрокоптера



Настройка квадрокоптера

```
<arg name="aruco_detect" default="true"/>  
<arg name="aruco_map" default="false"/>  
<arg name="aruco_vpe" default="false"/>  
<arg name="placement" default="floor"/> <!-- markers placement: floor, ceiling, unknown -->  
<arg name="length" default="0.22"/> <!-- not-in-map markers length, m -->  
<arg name="map" default="map.txt"/> <!-- markers map file name -->
```

aruco_map="true"

aruco_vpe="true"

map="cmit.txt"

Сборка на собственной машине

[Ссылка](#)

[Сборка на M1](#)

**Ваши
вопросы**

