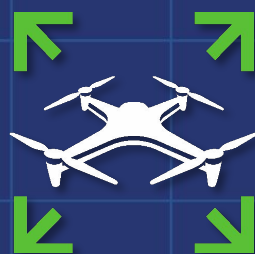




Всероссийский конкурс
«КАДРЫ ДЛЯ ЦИФРОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ. СОЗДАНИЕ ЗАКОНЧЕННЫХ
ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСКИХ РЕШЕНИЙ В РЕЖИМЕ СОРЕВНОВАНИЙ
«КИБЕРДРОМ»



Кибердром ²⁰²²

Название предприятия, учреждения

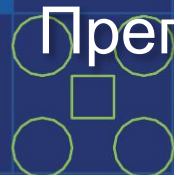
Модуль: ВВЕДЕНИЕ В ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

«ЭКСПЛУАТАЦИЯ БЕСПИЛОТНЫХ АВИАЦИОННЫХ СИСТЕМ»

Название темы: Основы программирования БЛА.
Дополнительные модули. Взаимодействие БЛА и модулей.
Обзорная лекция

Преподаватель: Самарин Алексей Сергеевич, инженер-
программист

Москва, 2022



Изучаемые вопросы



Кибердром 2022

МИНПРОМТОРГ
РОССИИ

1. Дополнительные модули БЛА
2. Взаимодействие БЛА и модулей
3. Программирование БЛА

Цель занятия



Кибердром²⁰²²

МИНПРОМТОРГ
РОССИИ

1. Рассмотреть модули
2. Познакомиться с основами программирования на LUA;
3. Познакомиться с основами блочного программирования;
4. Познакомиться с основами программирования на Python.

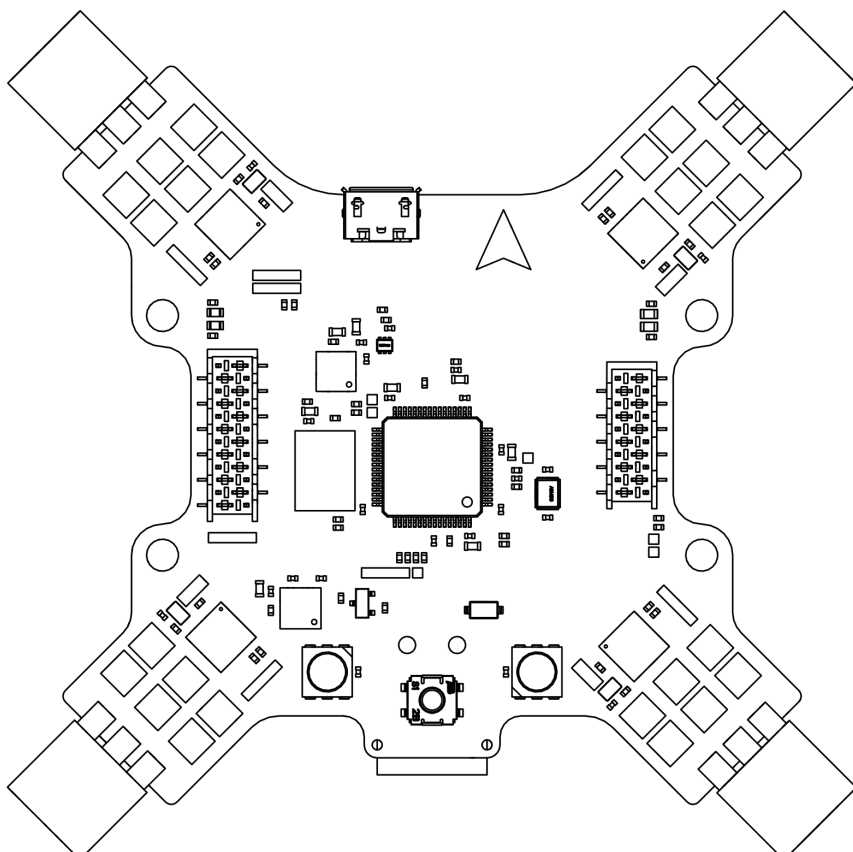
Основные модули Платформа



Кибердром 2022



МИНПРОМТОРГ
РОССИИ



Процессор: ARM® Cortex® M4, 168 МГц, 32-Bit

*Системы позиционирования:
акселерометр, гироскоп, барометр*

Диапазон входных напряжений: 2S, 3S

*Возможность загрузки полетных
скриптов прямо на плату*

4 RGB светодиода

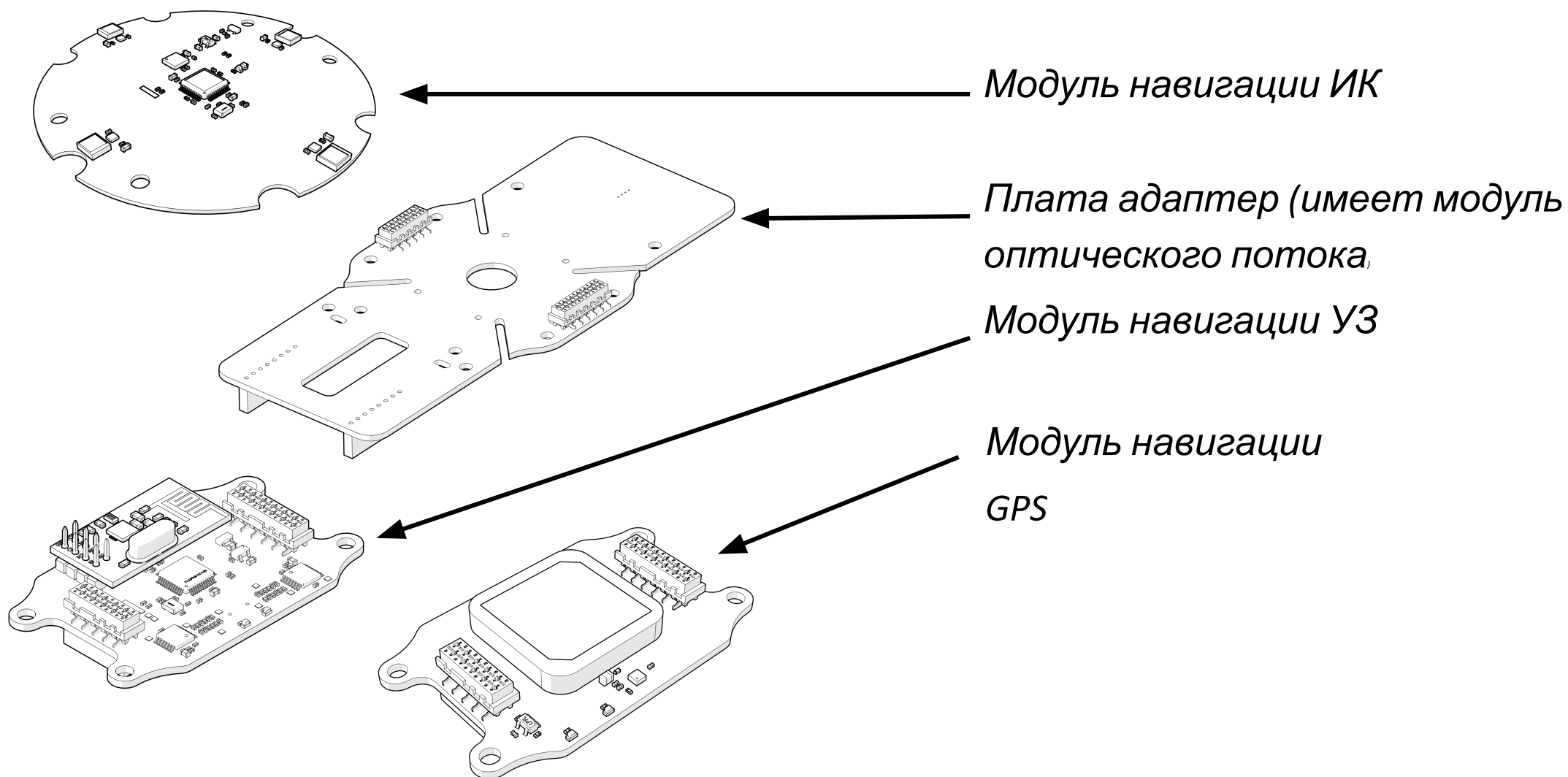
Основные модули Пилотажного модуля позиционирования



Кибердром 2022



МИНПРОМТОРГ
РОССИИ



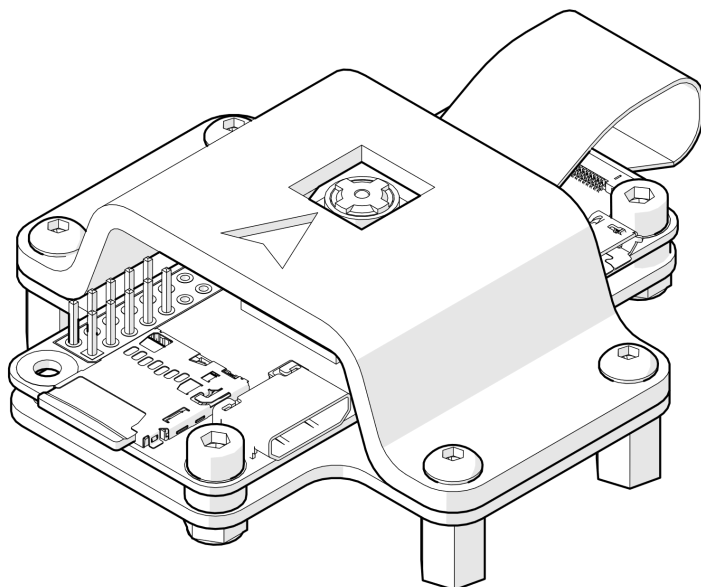
Основные модули

Пioneer 3 Вычислительный модуль Raspberry pi zero w



Кибердром 2022

МИНПРОМТОРГ
РОССИИ



- *Центральный процессор: CPU ARM1176JZ-F с тактовой частотой 1 ГГц*
- *Графический процессор: GPU VideoCore IV с тактовой частотой 400 МГц*
- *Оперативная память: 512 МБ*
- *Способ связи: Wi-Fi, Bluetooth 4.1*
- *Разъем видеокamеры: Camera Serial Interface*
- *Порты ввода-вывода: 40*

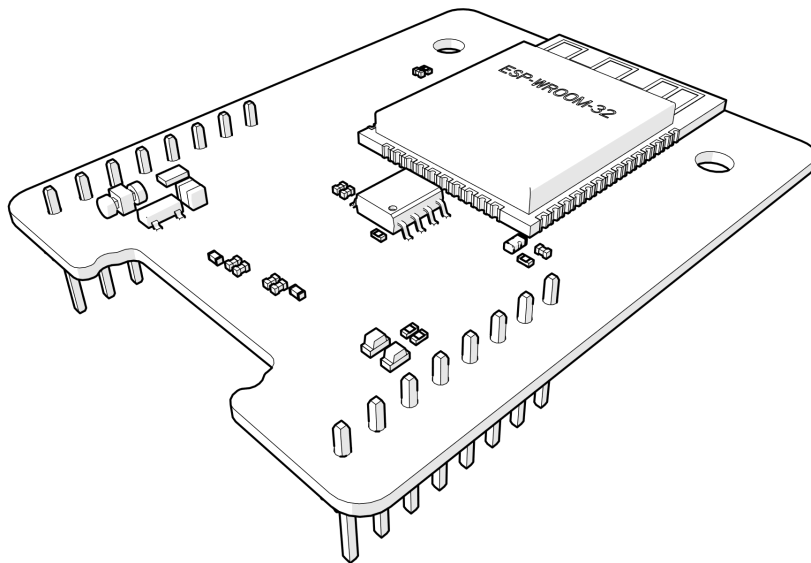
Основные модули Пионера

Модуль ESP32



Кибердром 2022

МИНПРОМТОРГ
РОССИИ



Модуль позволяет соединяться с Пионером по Wi-Fi и писать управляющие программы на языке Python

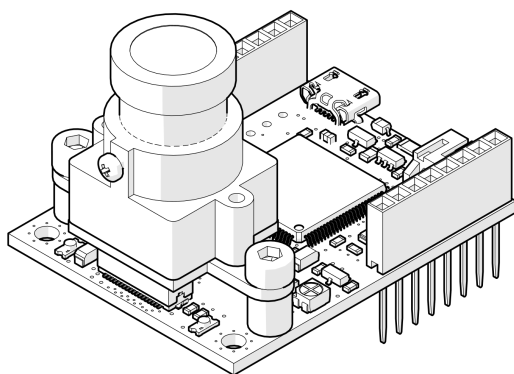
Основные модули Пилота

Устанавливаемые камеры



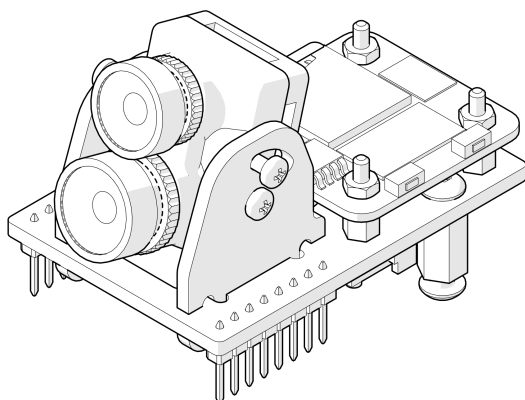
Кибердром 2022

МИНПРОМТОРГ
РОССИИ



Программируемая камера OpenMV

- *Протокол соединения - UART*
- *Макс. разрешение - 640×480: 75 fps — 8 бит.*
- *Возможность программирования*



Камера RunCam Hybrid для FPV полетов

- *Разрешение основной камеры - 8 МП*
- *Разрешение аналоговой камеры - 1,3 МП*
- *Разрешение видео основной камеры - 4K: 30 fps; 2,7K: 60 fps; 1080p: 120 fps*

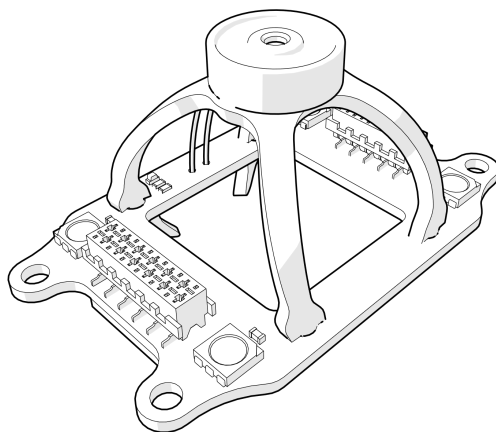
Основные модули Пилонера

Устанавливаемые камеры



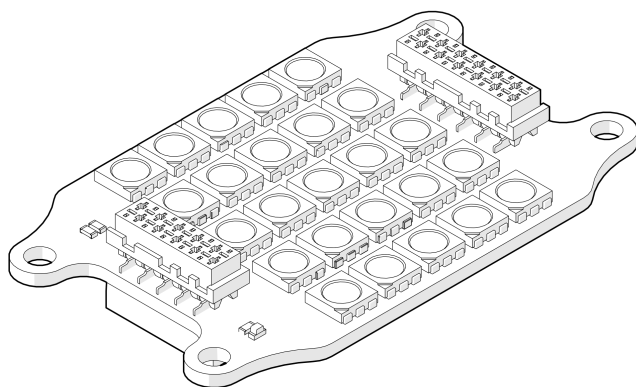
Кибердром 2022

МИНПРОМТОРГ
РОССИИ



Модуль захвата грузов

- *Протокол соединения - UART*
- *Макс. разрешение - 640×480: 75 fps — 8 бит.*
- *Возможность программирования*



LED модуль

- *Разрешение основной камеры - 8 МП*
- *Разрешение аналоговой камеры - 1,3 МП*
- *Разрешение видео основной камеры - 4K: 30 fps; 2,7K: 60 fps; 1080p: 120 fps*

Программирование

Введение



Кибердром 2022



МИНПРОМТОРГ
РОССИИ

Для выполнения автономных полетов управляющую программу можно написать на языке LUA, Python, а также с помощью блочного программирования.

Программа может включать в себя:

- взаимодействие с модулями, представленными ранее;*
- управление полетом: взлет, посадка, полет в точку (LPS, OPT, GPS).*



**PIONEER
STATION**



PyCharm



**GEOSCAN
JUMP**



**TRIK
STUDIO**

Программирование на C++

Структура программы



Кибердром 2022

МИНПРОМТОРГ
РОССИИ

Объявление периферии (пульт,
магнит, светодиоды)

Объявление исполняемых функций

Объявление обработчика событий АП

Объявлении таймеров



**PIONEER
STATION**

Программирование на Python

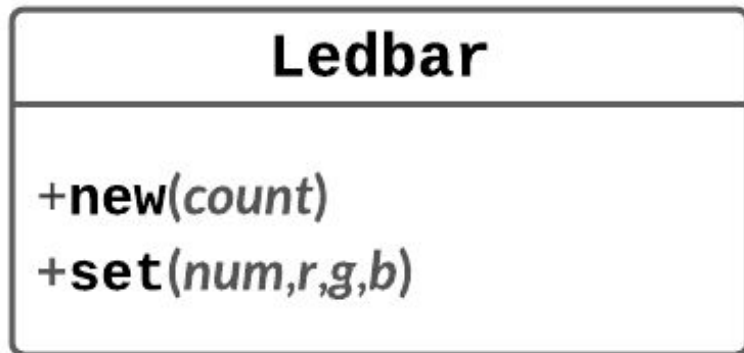
Работа со светодиодами



Кибердром 2022

МИНПРОМТОРГ
РОССИИ

Класс для работы со светодиодами:



Функции класса:

new(count) – создать новый Ledbar с заданным количеством светодиодов

set(num, r, g, b) – установить цвет на заданный светодиод

Программирование на Python

Работа GPIO

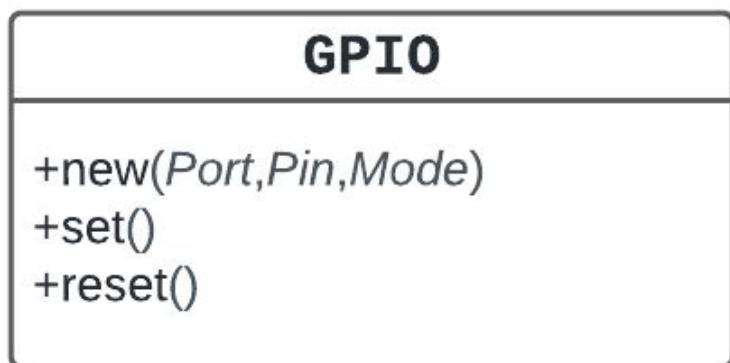


Кибердром 2022



МИНПРОМТОРГ
РОССИИ

Класс для работы с GPIO:



Функции класса:

new(port, pin, mode) - Создать GPIO на порте

set - установить значение в 1;

reset - установить значение в 0.

Программирование на Python

Работа с UART



Кибердром 2022



МИНПРОМТОРГ
РОССИИ

Класс для работы с UART:

Uart
<div>+new(num,rate,parity,stopBits) +read(size) +write(data,size) +bytesToRead() +setBaudRate(rate)</div>

Функции класса:

new(num, rate, parity, stopBits) - создать Uart на порте с настройками.

read(size) - прочитать size байт.

write(data, size) - записать данные (data) длиной (size).

bytesToRead() - количество данных доступных для чтения.

setBaudRate(rate) - установить скорость rate.

Программирование на C++

Работа SPI



Кибердром 2022

МИНПРОМТОРГ
РОССИИ

Класс для работы с SPI:

Spi
<div>+new(num,rate,seq,mode)</div> <div>+read(size)</div> <div>+write(data,size)</div> <div>+exchange(data,size)</div>

Функции класса:

new(num, rate, seq, mode) - создать Spi на порте с настройками.

read(size) - прочитать size байт.

write(data, size) - записать данные (data) длиной (size).

exchange(data, size) - Записать данные (data) длиной (size) и прочитать size.

Программирование на Python

Работа с таймерами



Кибердром 2022

МИНПРОМТОРГ
РОССИИ

Класс для работы с таймерами:

Timer
+new(sec,func) +start() +stop() +callAt(local_time,func) +callLater(delay,func) +callAtGlobal(global_time,func)

Функции класса:

new(sec, func) - создать новый Timer.

start() - запускает таймер.

stop() - останавливает таймер.

callAt(local_time, func) - создает и запускает новый Timer с функцией, которая будет вызвана один раз.

callLater(delay, func) - создает и запускает новый Timer с функцией, которая будет вызвана один раз.

callAtGlobal(global_time, func) - создает и запускает новый Timer с функцией, которая будет вызвана один раз.

Программирование на Python

Работа с данными АП



Кибердром 2022

МИНПРОМТОРГ
РОССИИ

Класс для работы с АП:

Sensors
+lpsPosition() : x, y, z +lpsVelocity(): vx, vy, vz +lpsYaw(): yaw +orientation: roll, pitch, azimuth +altitude(): z +range(): z +accel(): ax, ay, az + gyro(): gx, gy, gz + rc(): channel1 .. channel8

Функции класса:

lpsPosition() - возвращает значение позиции при использовании LPS. Результат: x, y, z

lpsVelocity() - возвращает значение скоростей при использовании LPS. Результат: vx, vy, vz

lpsYaw() - получить значение угла. Результат: yaw

orientation() - данные положения. Результат: roll, pitch, azimuth

altitude() - данные высоты по барометру. Результат: высота в метрах

range() - данные с датчиков расстояния. Результат: возвращает значения с датчика расстояния.

accel() - данные с акселерометра. Результат: ax, ay, az

gyro() - данные с гироскопа. Результат: gx, gy, gz

rc() - данные с пульта управления. Результат: channel1, channel2, channel3, channel4, channel5, channel6, channel7, channel8.

Программирование на Получение событий АП



Кибердром 2022

МИНПРОМТОРГ
РОССИИ

Событие	Описание
ENGINES_STARTED	Двигатели запущены
COPTER_LANDED	Коптер совершил посадку
TAKEOFF_COMPLETE	Коптер достиг высоты взлета
POINT_REACHED	Коптер достиг точки
POINT_DECELERATION	Коптер начал тормозить при подлёте к точке
LOW_VOLTAGE1	Низкое напряжение аккумулятора, для возвращения домой
LOW_VOLTAGE2	Низкое напряжение аккумулятора, переходит в режим посадки
SYNC_START	Получен сигнал синхронного старта от системы навигации
SHOCK	Столкновение или слишком сильные вибрации
CONTROL_FAIL	Угол наклона коптера превысил допустимый
ENGINE_FAIL	Отказ двигателя

Программирование на Получение событий АП



Данную функцию необходимо объявлять каждый раз самому и прописывать ее функционал. Функция каждый раз будет вызываться сама и **не нужно ее вызывать самим!**

```
function callback(event)
  if(event == Ev.TAKEOFF_COMPLETE) then
    nextPoint()
  end
  if(event == Ev.POINT_REACHED) then
    nextPoint()
  end
end
```

Программирование на C++

Управление событиями АП



Кибердром 2022

МИНПРОМТОРГ
РОССИИ

Класс для работы с АП:

ap

```
+push(Event)  
+goToPoint(latitude,longitude,altitude)  
+goToLocalPoint(x,y,z,time)  
+updateYaw(angle)
```

Функции класса:

ap.push(Event) - добавить событие автопилоту.

ap.goToPoint(latitude, longitude, altitude) - для полета с использованием GPS.

ap.goToLocalPoint(x, y, z, time) - для полёта с использованием локальной системы координат.

ap.updateYaw(angle) - установить рыскание.

Программирование на Управление событий АП



Кибердром 2022

МИНПРОМТОРГ
РОССИИ

Таблица отправляемых событий:

Событие	Описание
MCE_PREFLIGHT	Запустить двигатели и провести подготовку
ENGINES_DISARM	Отключить двигатели
MCE_LANDING	Отправить на посадку
MCE_TAKEOFF	Отправить на взлет

Программирование на C++

Управление событиями АП



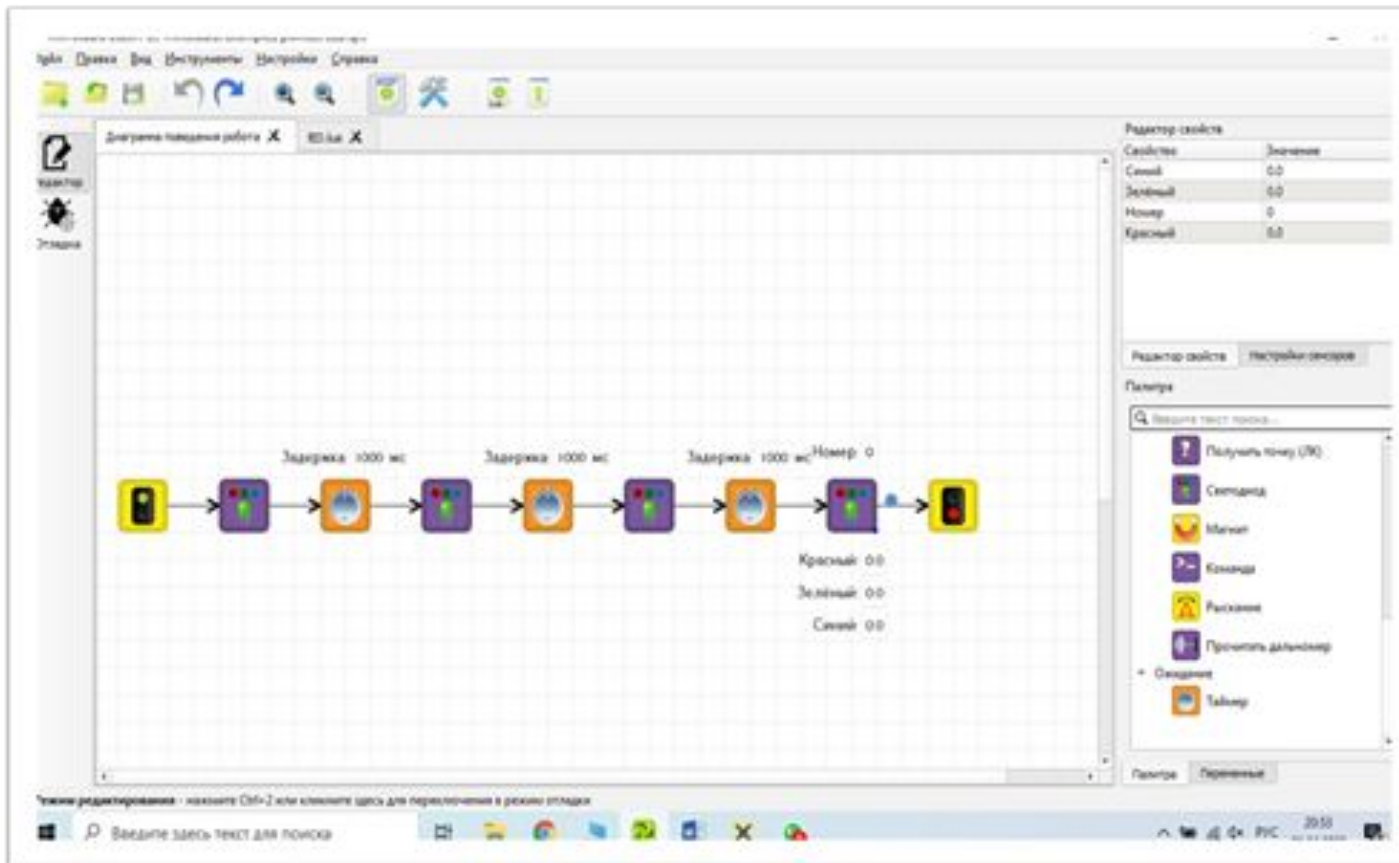
Пример отправки событий АП:

```
-- функция обработки событий, автоматически вызывается автопилотом
function callback(event)
    -- Если коптер взлетел, вызываем функцию полета в точку
    if(event == Ev.TAKEOFF_COMPLETE) then
        nextPoint()
    end
end

-- Предстартовая подготовка
ap.push(Ev.MCE_PREFLIGHT)

-- Таймер, через 2 секунды вызывающий функцию взлета
Timer.callLater(2, function() ap.push(Ev.MCE_TAKEOFF) end)
```

Блочное введение в программирование



Комбинация нужных
блоков позволяет
создать управляющую
программу на языке
LUA.





Блочное программирование



Кибердром 2022



МИНПРОМТОРГ
РОССИИ

	Условие - позволяет создать два сценария действия «Пионера» в зависимости от заданного логического условия. У блока должны быть две исходящие связи, в одной из которых в редакторе свойств должно быть назначено значение параметра «условие» (истина или ложь).
	Конец условия - обозначает слияние двух веток условного оператора. Никаких действий не выполняет, но полезен для обеспечения структурности программы.
	Инициализация переменной - позволяет объявить новую переменную. В редакторе свойств или прямо на диаграмме задается имя переменной и ее значение.
	Случайное число - присваивает выбранной переменной случайное значение из выбранного диапазона.






Блочное программирование



Кибердром 2022



МИНПРОМТОРГ
РОССИИ

	Комментарий - позволяет включить в программу текстовые пояснения, упрощающие понимание структуры участка или конкретного блока.
	Взлет, Посадка - команды начала и завершения полета.
	Таймер - задает время ожидания перед выполнением следующего блока программы в миллисекундах.
	Лететь на точку - указывает точку назначения в локальных координатах.
	Светодиод - управляет работой светодиодов на плате «Пионера».






Блочное программирование



Кибердром 2022



МИНПРОМТОРГ
РОССИИ

	Получить точку (ЛК) - возвращает текущую позицию в локальной системе координат.
	Магнит - управляет работой модуля захвата груза. Чтобы включить магнит, поставьте галочку в чек боксе значения свойств блока.
	Команда - позволяет выполнить написанную в свойствах команду. Для написания команды используется язык Lua. Для выполнения команды поставьте галочку в чек боксе.
	Прочитать дальномер - считывает информацию с дальномера.
	Рыскание - управляет изменением направления полета «Пионера» вокруг вертикальной оси.

Программирование на Python

Введение

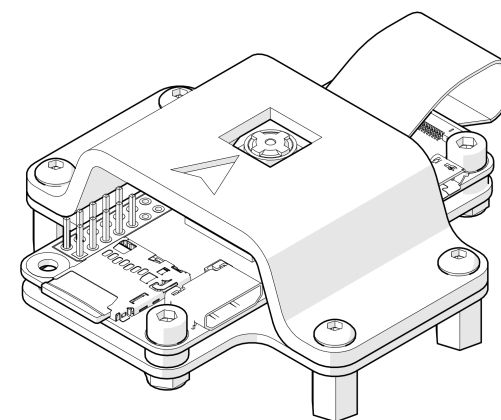
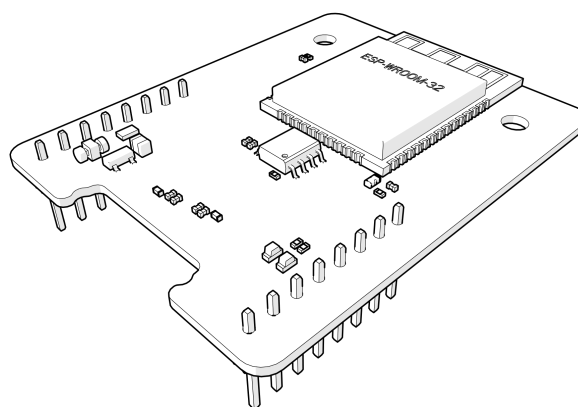
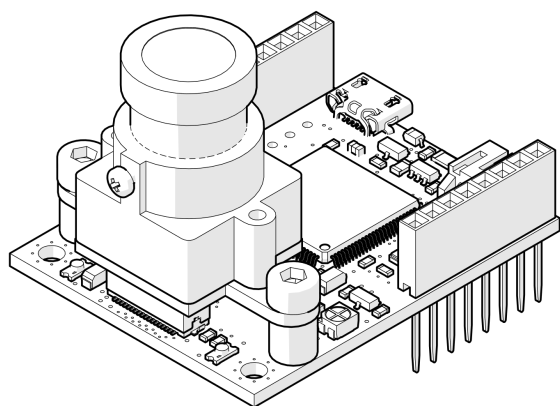


Кибердром 2022

МИНПРОМТОРГ
РОССИИ

Для написания управляющих программ на языке Python есть 3 способа:

- Подключить модуль камеры OpenMV.
- Подключить модуль ESP32. Для написания программы используется библиотека PioneerSDK.
- Подключить модуль Raspberry pizero. Управляющая программа в таком случае может быть написана как на ПК, с помощью PioneerSDK, так и на модуле .



Программирование на Python

PioneerSDK



Кибердром 2022



МИНПРОМТОРГ
РОССИИ

PioneerSDK это api, использующее протокол MavLink.

Скачать можно по ссылке: https://github.com/geoscan/pioneer_sdk

Плюсы:

PioneerSDK и протокол MavLink имеют открытый исходный код, что позволяет при необходимости дорабатывать данное программное обеспечение самим пользователям;

Одна и та же программа может работать на Pioneer и Pioneer Mini;

Программирование на языке Python.

Программирование на Python

Установка PioneerSDK



Кибердром 2022



МИНПРОМТОРГ
РОССИИ

1. Установить Python на ПК;
2. Установить PyCharm;
3. Установить PioneerSDK



PyCharm

Программирование на Python

Установка Python



Кибердром 2022



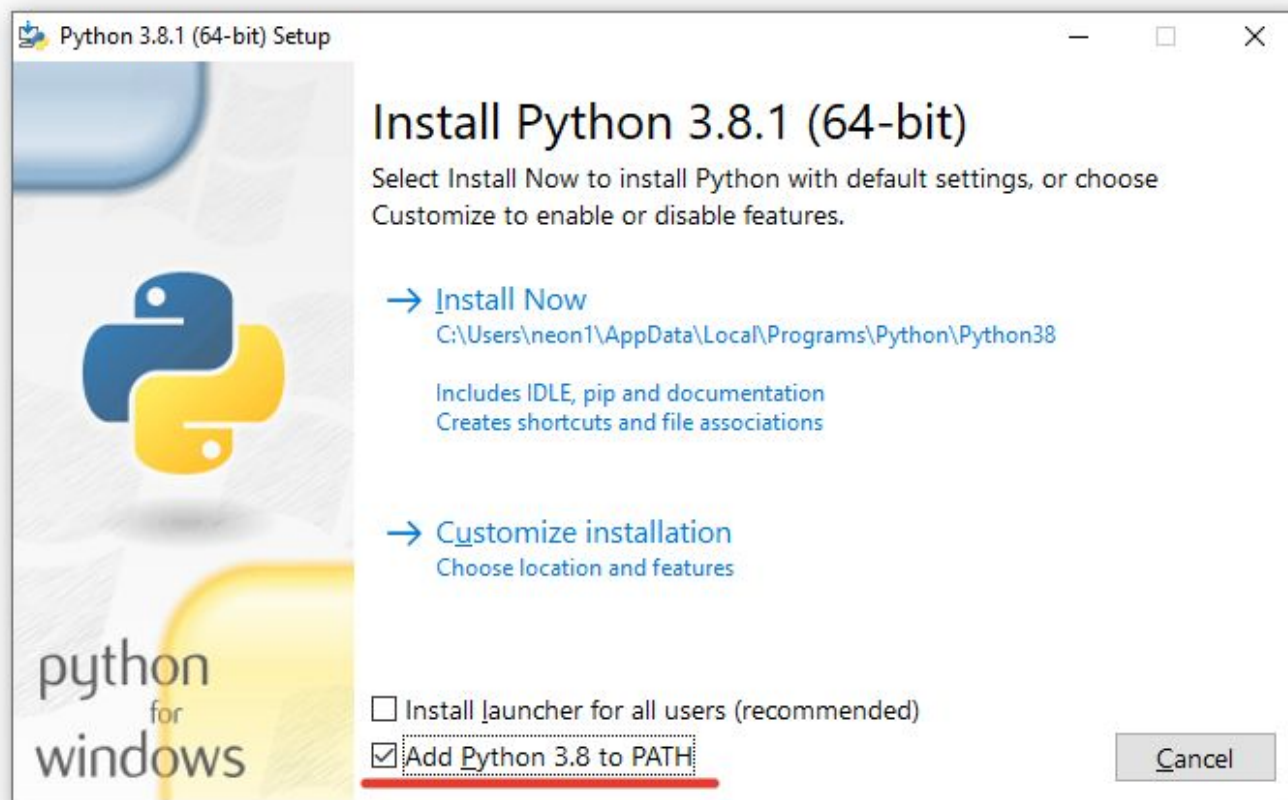
МИНПРОМТОРГ
РОССИИ



Ссылка на скачивание:

<https://www.python.org/>

Обратите внимание,
что при установке
необходимо выбрать
следующий пункт:



Программирование на Python

Установка PyCharm



Кибердром 2022

МИНПРОМТОРГ
РОССИИ



PyCharm

Ссылка на скачивание:

<https://www.jetbrains.com/ru-ru/pycharm/downloadWS>

Обратите
внимание, что
бесплатной
является PyCharm
Community



Версия: 2021.3.3
Сборка: 213.7172.26
17 марта 2022 г.

[Системные требования](#)

[Инструкция по установке](#)

[Другие версии](#)

[Стороннее ПО](#)

Скачать PyCharm

[Windows](#)

[macOS](#)

[Linux](#)

Professional

Для научной и веб-разработки на Python. Поддерживает HTML, JS и SQL.

Скачать

Бесплатная пробная версия

Community

Для разработки только на Python

Скачать

Бесплатная, на базе открытого исходного
кода



Установите Toolbox App для удобного
скачивания и обновления PyCharm

Программирование на Python

Создание проекта в PyCharm



Создавая проект для Python нужно выбрать его окружение. Проще говоря ограничить видимость мест, в которых он будет искать установленные библиотеки для проекта. К чему это может привести?

- Невозможность использовать библиотеки разных версий
- Если вы пользуетесь не своим компьютером, то вам могут просто запретить доступ к папке, в которой хранятся библиотеки.

Что дает виртуальное окружение?

- В каждый новый проект библиотеки ставятся индивидуально. У проекта А всегда будут нужные только ему библиотеки и проект Б никогда не увидит библиотеки проекта А.
- Для передачи проекта другому пользователю достаточно будет выполнить лишь одну команду, которая создаст список используемых библиотек. А пользователю, соответственно, нужно будет выполнить одну команду с этим списком, для установки всех библиотек.

Программирование на Python

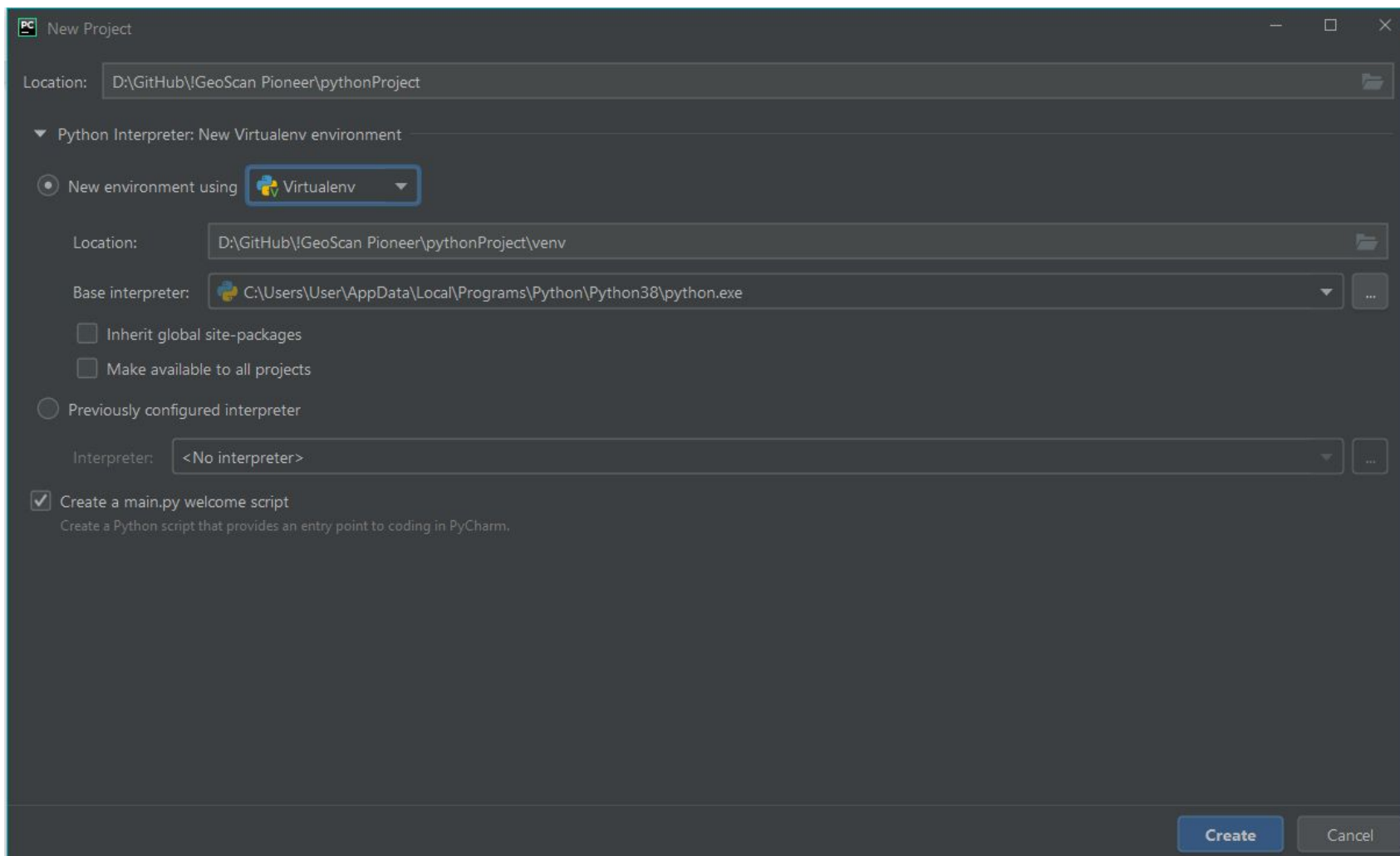
Создание проекта в PyCharm



Кибердром 2022



МИНПРОМТОРГ
РОССИИ



Программирование на Python

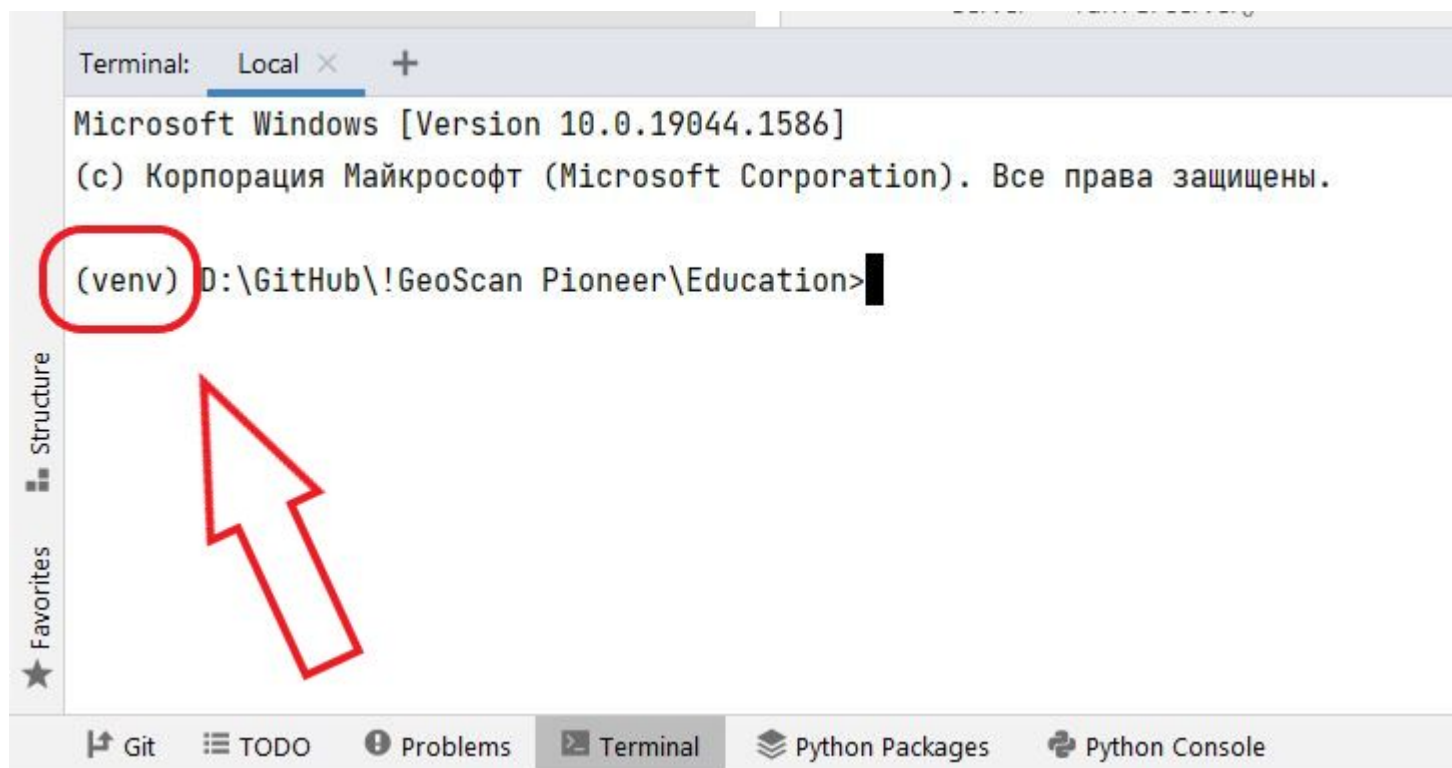
Решение проблем



Кибердром 2022

МИНПРОМТОРГ
РОССИИ

Обратите внимание, что после создания проекта в терминале должно быть показано, что окружение является виртуальным.



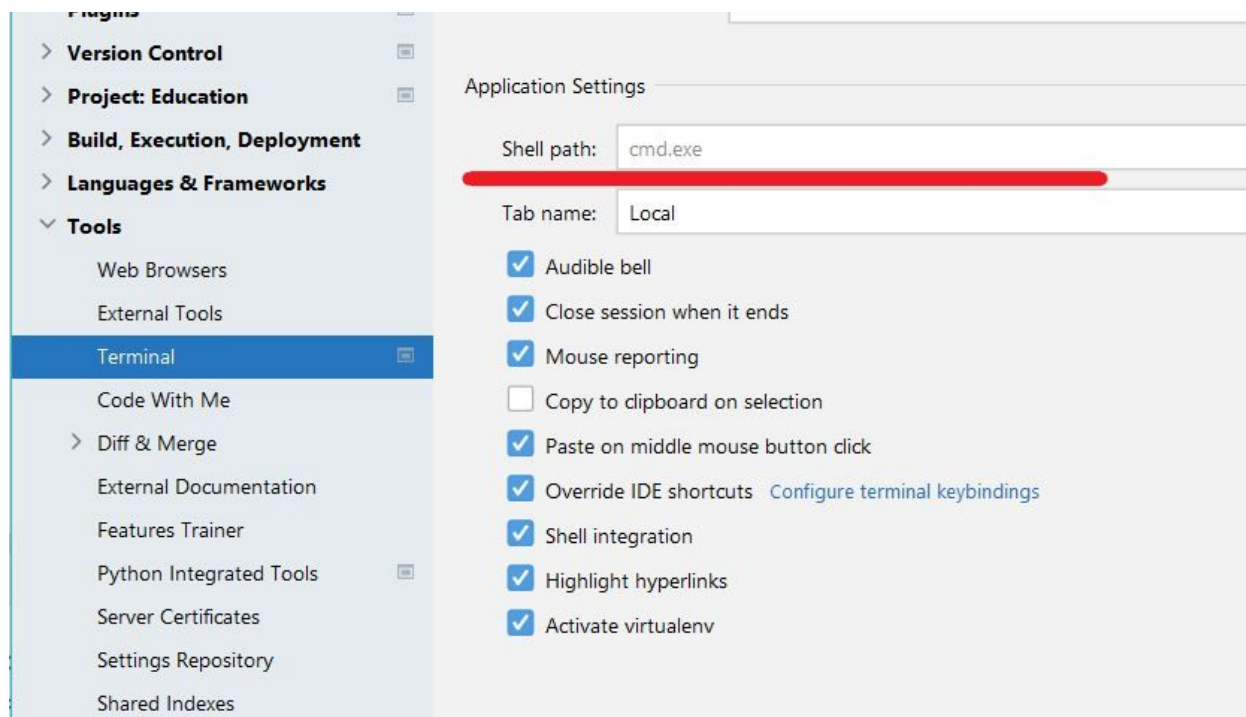
Программирование на Python

Решение проблем



Если в терминале не указано, что проект виртуальный, а вы создавали его именно виртуальным, то необходимо выполнить следующие действия:

- В PyCharm открыть настройки (например сочетанием `ctrl + alt + s`);
- Перейти во вкладку Tools;
- Перейти во вкладку Terminal;
- Убедиться, что в графе “Shell path” выбрано `cmd`.



Программирование на Python

Установка библиотек



Кибердром 2022

МИНПРОМТОРГ
РОССИИ

Установка библиотек осуществляется через терминал командой:

«pip install “название библиотеки”»

```
Terminal: Local × +  
Microsoft Windows [Version 10.0.19042.1237]  
(c) Корпорация Майкрософт (Microsoft Corporation). Все права защищены.  
  
(venv) D:\GitHub\!GeoScan Pioneer\pythonProject>pip install opencv-contrib-python
```

Программирование на Python

Обзор PioneerSDK



Кибердром 2022



МИНПРОМТОРГ
РОССИИ

Pioneer

```
+get_raw_video_frame()
+arm()
+disarm()
+takeoff
+land()
+lua_script_control(input_state)
+led_control(led_id, r, g, b)
+go_to_local_point(x, y, z)
+point_reached()
+get_local_position()
+get_dist_sensor_data()
```

Функции класса:

get_raw_video_frame() - получить кадр с камеры.

arm() – запуск моторов.

disarm() – остановка моторов.

takeoff() - взлет.

land() – посадка.

lua_script_control() – запустить LUA скрипт.

led_control - установить цвет на светодиоды.

go_to_local_point() – отправить Пионер в заданную позицию.

point_reached() – вернет True, если коптер долетел до точки.

get_local_position() - получить локальные координаты.

get_dist_sensor_data() – получить данные с выотомера.

Вопросы для самоподготовки



Кибердром 2022



МИНПРОМТОРГ
РОССИИ

- Какие дополнительные модули используются для навигации?
- Как объявить светодиоды в программе на LUA?
- Как отправить по UART данные в программе на LUA?
- Как прочитать данные из UART в программе на LUA?
- Как получить текущие координаты квадрокоптера в системе навигации LPS?
- Как получать события от АП?
- Как отправлять события АП?

Домашнее задание *обязательно*



Кибердром 2022



МИНПРОМТОРГ
РОССИИ

- Ознакомиться с примерами скриптов в PioneerStation;
- Написать программу на языке LUA для взлета и посадки квадрокоптера;
- Написать программу на языке LUA для полета по точкам квадрокоптера;
- Написать программу для активации магнита с тумблера пульта управления.

Дополнительные материалы



Кибердром 2022



МИНПРОМТОРГ
РОССИИ

1. <https://docs.geoscan.aero/ru/master/index.html>
2. <https://trikset.com/products/trik-studio>
3. https://github.com/geoscan/pioneer_sdk