

Анатолий Филин,
Денис Елданди



Летающие роботы



Российские
интернет-
технологии

Прикладное

- Аэрофотосъемка: строительство, сельское хоз-во
- Киноиндустрия
- Охранные системы
- Реклама
- Поиск пропавших
- Борьба с наркоторговлей
- Военные приложения: поиск мин



С помощью видеокамеры Telluride обнаруживает взрыхленную землю и другие нарушения однородности грунта, которые указывают на закладку мины



Про что

Галопом по Европам: что нужно знать чтобы начать:

Фишка – высокоточная навигация



Российские
интернет-
технологии

Лингвистический экскурс

Helicopter происходит от греческого *helix/helik-* (ἑλιξ) = “twisted, curved” и *pteron* (πτερόν) = “wing”

Helico-pter – так правильно

Heli-copter – нонсенс

Поэтому иногда вместо *quad-copter* используют *quad-rotor* (*multi-rotor*)

Quad-copter или просто Quad

Chopper

Но мы будем говорить *коптер*



Готовые устройства



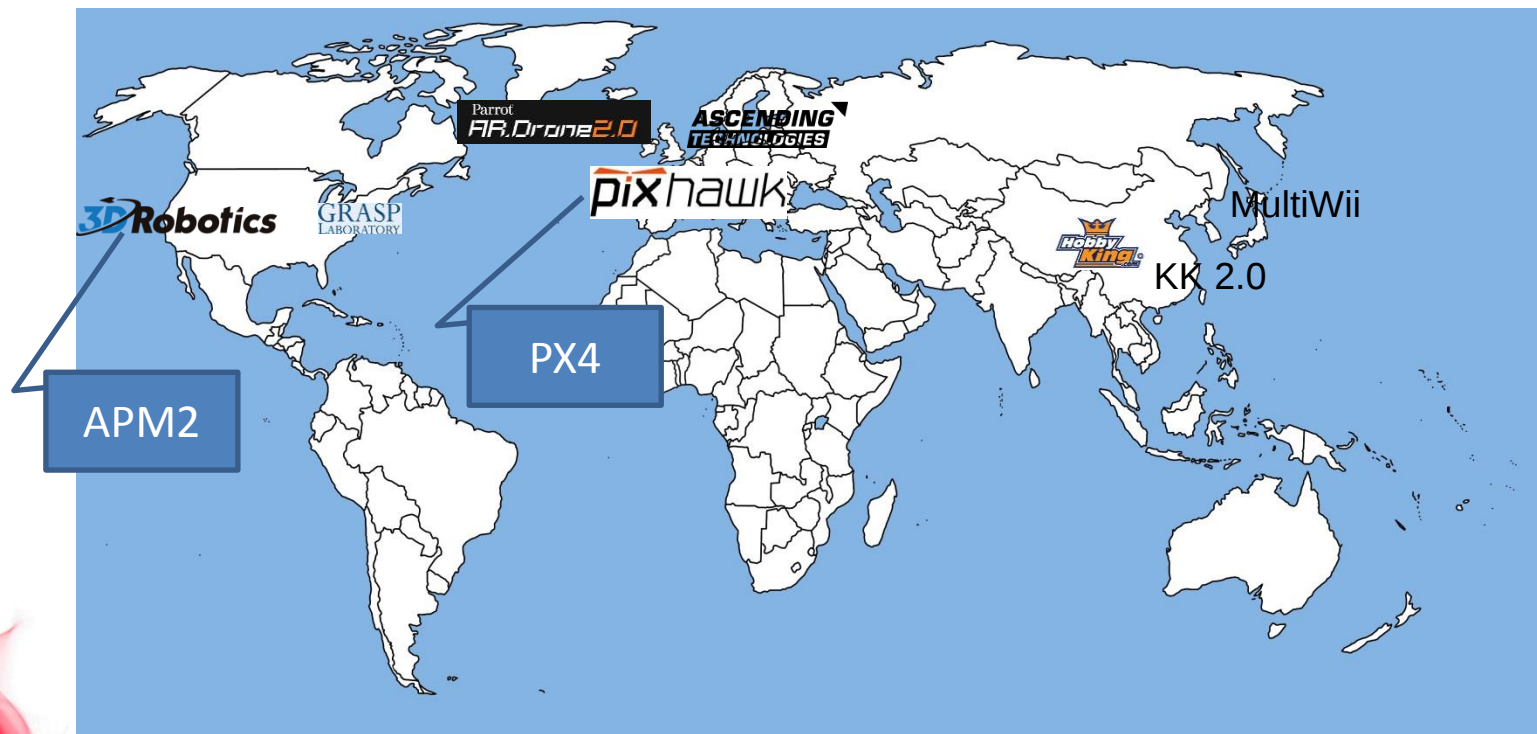
Российские
интернет-
технологии

DIY устройства

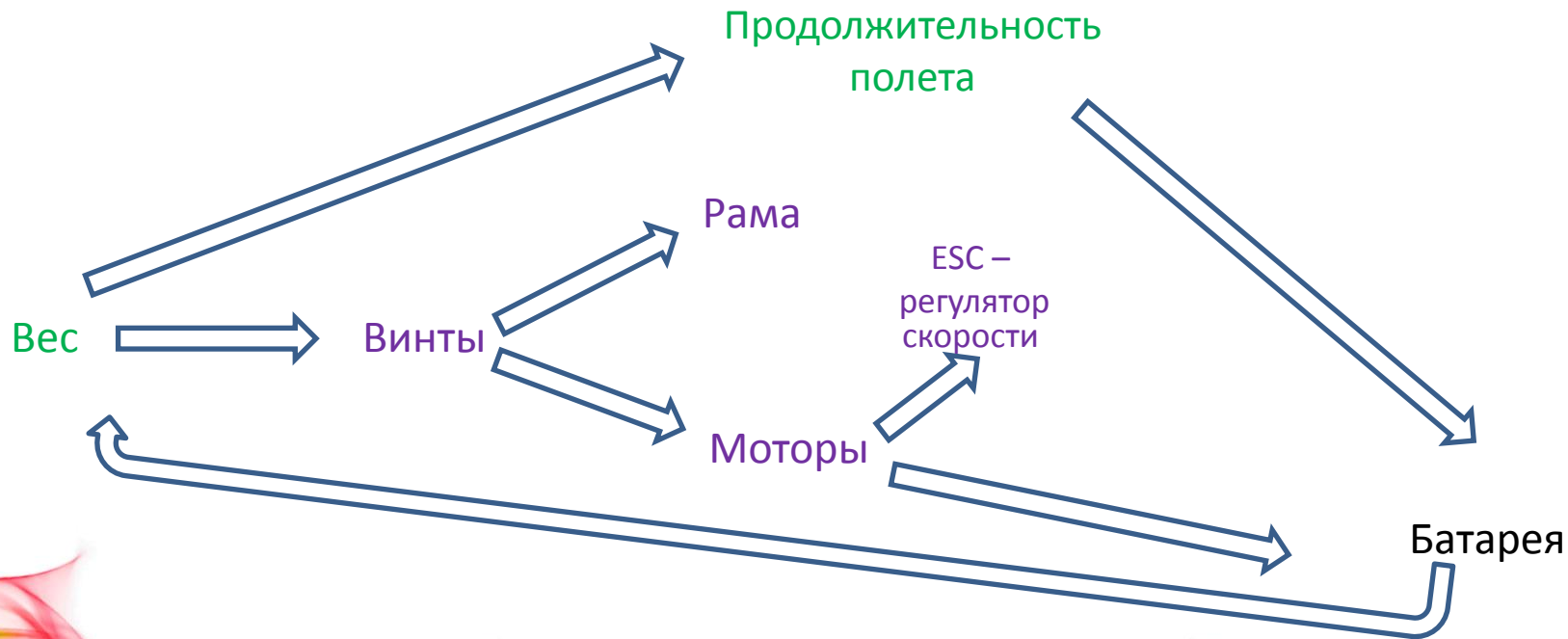


Российские
интернет-
технологии

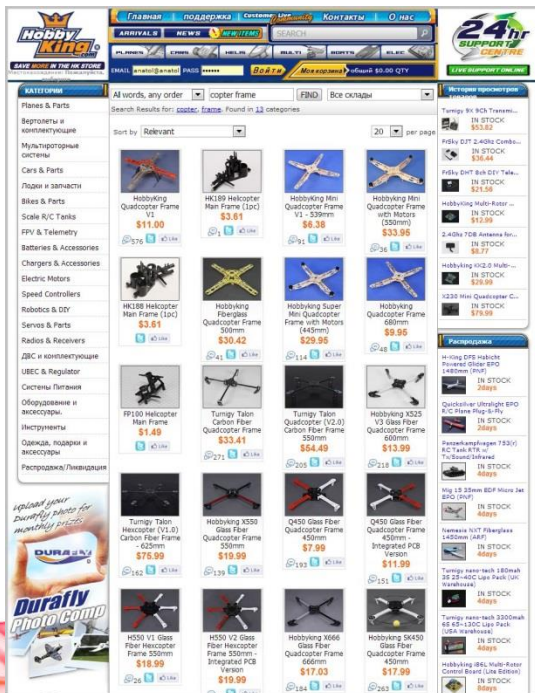
Ландшафт



Собираем свой



Российские интернет-технологии



Материал: алюмин профиль +

композитные крепления

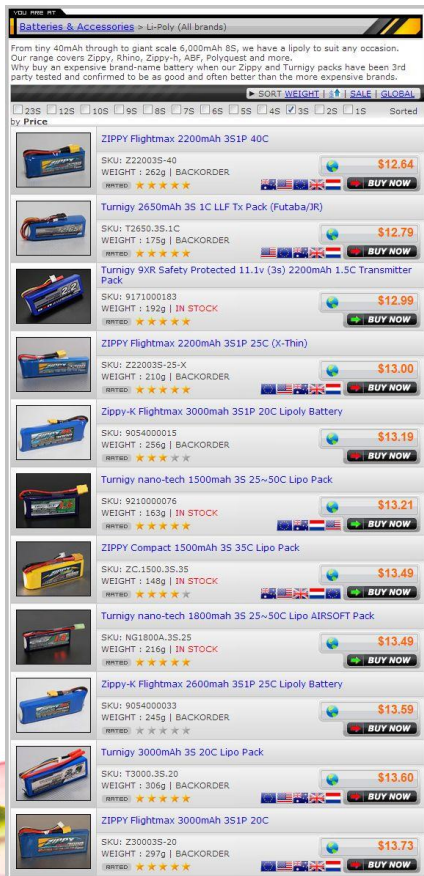
Вес: 312 г

Размах: 550 мм

Цена: 20\$

3DR ArduCopter Quad-C Frame Kit





Батарей и зарядки



Число ячеек: 3
 Напряжение: 11.1V
 Емкость: 2600 mAh
 Ток < 25C
 Размер: 104x36x25 мм
 Вес: 173 г
 Цена: 9\$



Число ячеек: 10
 Напряжение: 3.7 V
 Емкость: 5000 mAh
 Ток: 25C – 50C
 Размер: 300x53x42 мм
 Вес: 1300 г
 Цена: 115\$



Зарядка
 Балансировка
 Разрядка
 Восстановление
 Цена 50\$



Российские
интернет-
технологии

Выходы на моторы

Акселерометр

micro
USB

ШИМ

КОДИРОВЩИК

Входы с приемника

Датчик
давления

Магнетометр (компас)

Внешний компас

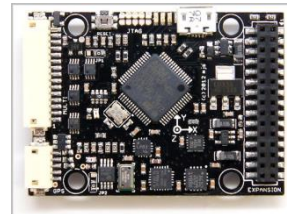
Внешний GPS



Российские интернет-технологии



APM2.5 vs PX4



8 bit 16 MHz	Процессор	32 bit 168 MHz RISC ARM !!!
Arduino, монолитное приложение (loop)	ОС, софт	POSIX-compatible RTOS
Acc/Gyro - Mag - Baro	Сенсоры	Acc/Gyro - Gyro – Mag – Baro – датчик заряда батареи
Power Module, GPS modules, sonar, optical flow sensor, on-screen display	Линейка совместимых	PX4IO, PX4FLOW Smart Camera
Mission Planner Поддержка MAVLINK	Управляющая станция	QGroundControl Поддержка MAVLINK
☆☆☆☆☆	Документация	☆☆
есть	Сообщество	нет



Пульт - приемник

Частота: 2.4 Гц Количество каналов: 6-10 ch Frequency-hopping
Телеметрия Failsafe Режим: самолет/коптер Подсветка экрана
PWM (ШИМ) / PPM (ФИМ)

Топовые модели



Цена: 250-500\$

Бюджетные модели



Цена: 50-100\$



Российские
интернет-
технологии

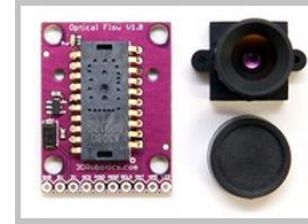
Прибамбасы



GPS



Сонар (ы)



Оптический датчик
(мышка)



Датчик расхода батареи
вольтметр



GPS – GSM трекер

Фото – видео – отдельная тема

Собрали, что дальше?

- Настройка PID ов
- Режимы
- Тестовые полеты



Как эта штуковина летает



Висит



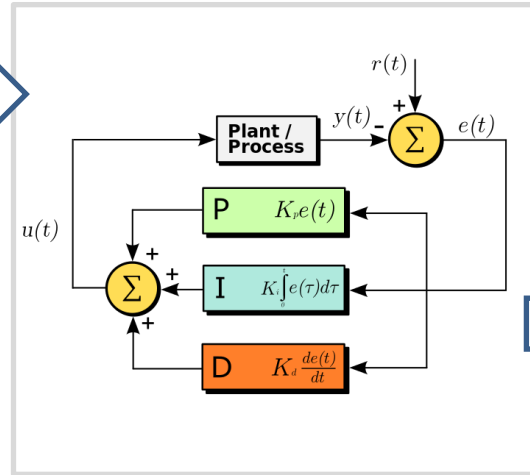
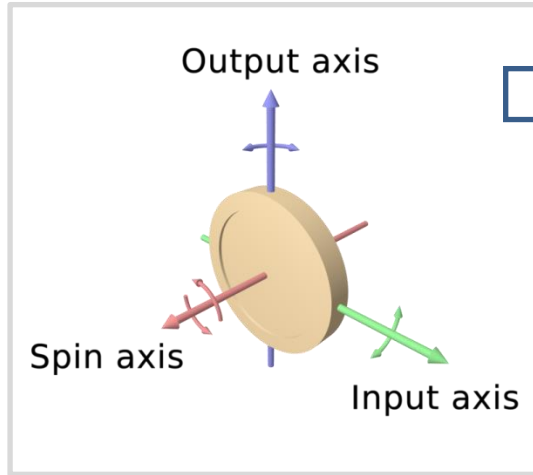
Вращается



Кренится



Стабилизация

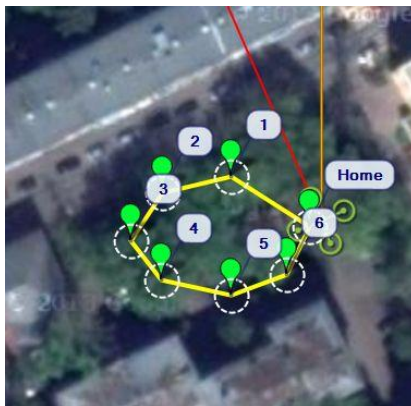


Прямое управление и автопилот

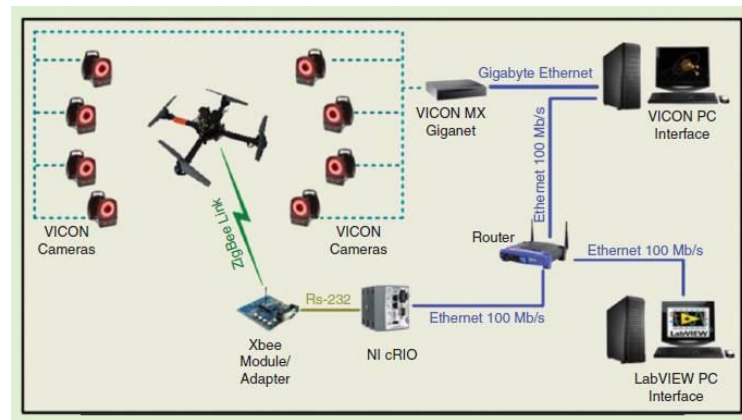
Ручное



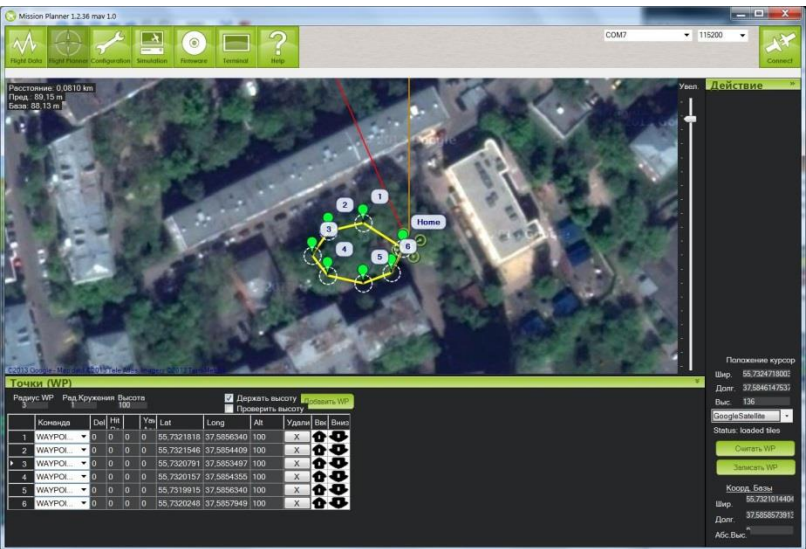
GPS/Vision



Vicon



 **Российские
интернет-
технологии**



Протокол Mavlink

- Mavlink – Micro Air Vehicle Communication Protocol
- Используется: PX4 - PIXHAWK, APM, Parrot AR.Drone.
- Автор Lorenz Meier (Pixhawk, ETH Zurich)



WAYPOINT (lat,lot,alt)

DO_SET_SERVO 2 1000

LOITER_UNLIM (lat,lot,alt)



Российские
интернет-
технологии

Высокоточная навигация

Точность встроенного GPS/GLONASS для iPhone 4 – 5-10м

Автомобильные навигаторы – 10-20 м

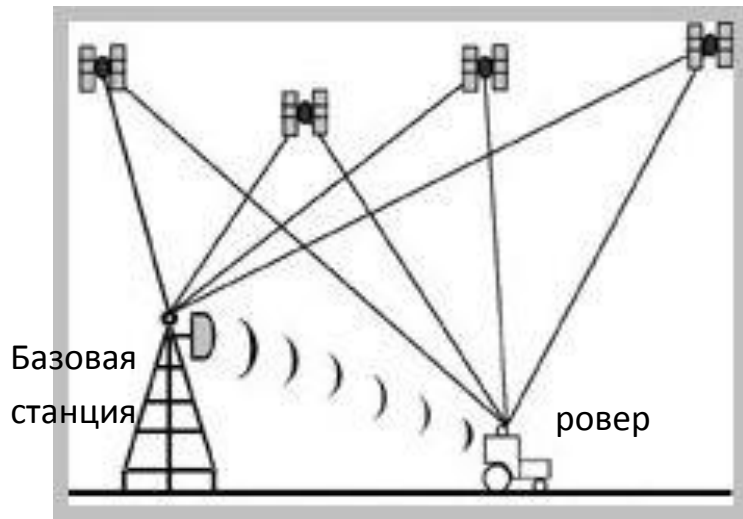
Требуемая точность 5 см.

Достигнута точность – 15 см.



Российские
интернет-
технологии

RTK поправки



Базовая
станция

ровер

Расположение
известно

Точность:

1 см + 2ppm по горизонтали

2 см + 2ppm по вертикали

2ppm: ошибка 2 см на каждые 10 км до базовой станции



Российские
интернет-
технологии

RTK сеть в Европе

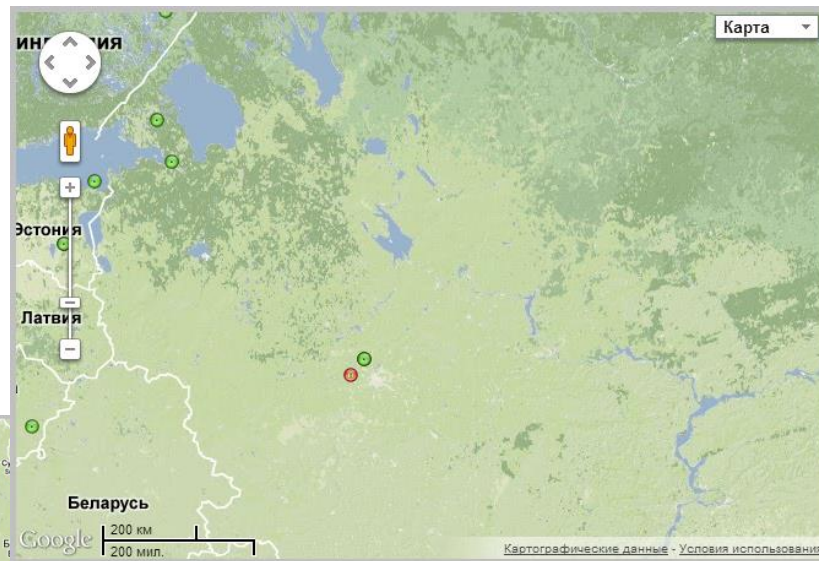
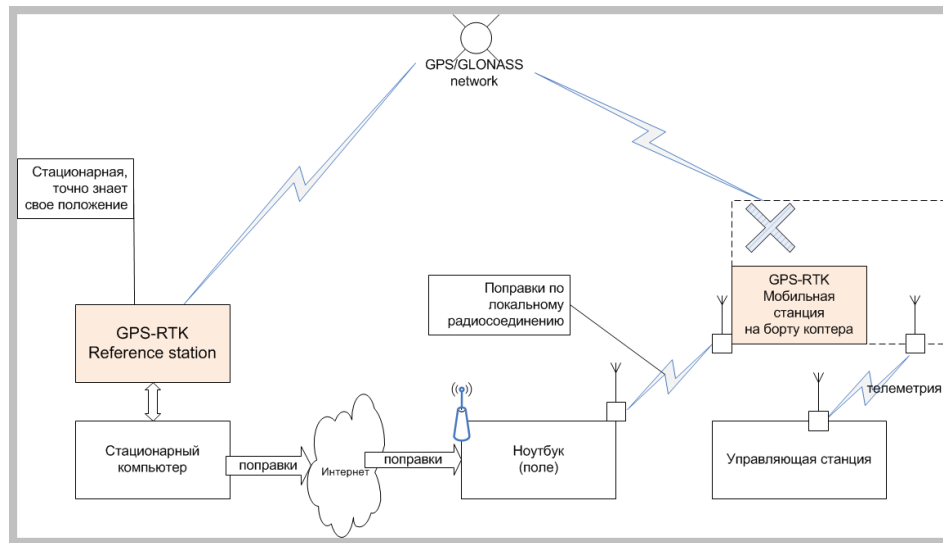
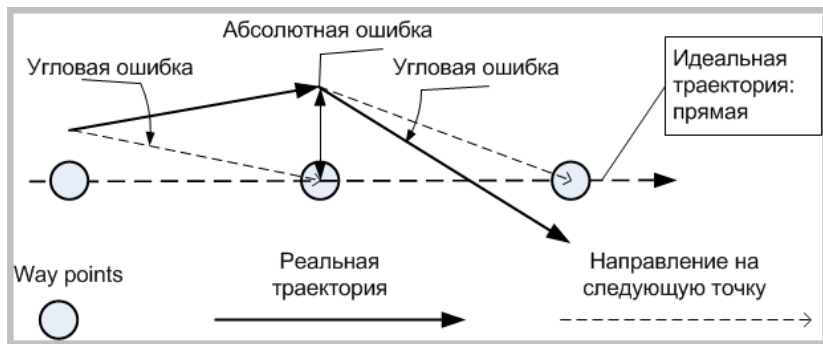


Схема эксперимента



Отклонение от траектории

1. Алгоритм навигации



2. Погрешность GPS ~ 10 см

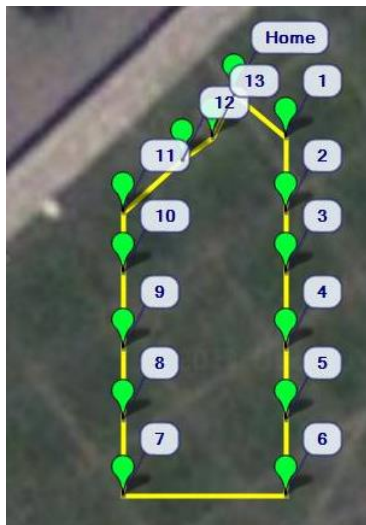
3. Погрешность вычислений

Долгота: 37,**553497**

6 знаков после запятой

Погрешность 1-5 см

Результаты эксперимента



Макс отклонение: 38 см

Среднее отклонение: 16 см

Ахтунг!



Переплюсовка



Полный улет



В хлам



В холодильнике

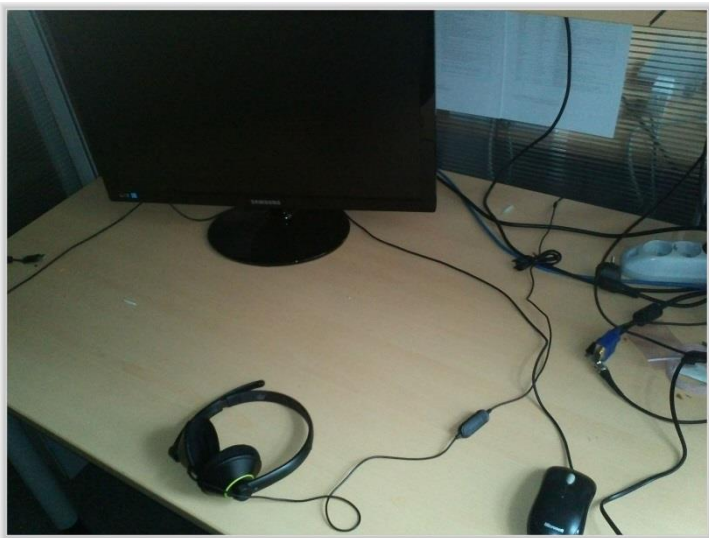


Ссылки

- <http://www.diydrones.com/> Community for personal UAVs. Центрирована вокруг 3DRobotics и платы APM
- <https://pixhawk.ethz.ch/> PIXHAWK Research Project. Системы компьютерного видения на автономных летающих роботах
- <http://px4.ethz.ch> Система PX4 с открытым кодом/схематикой для UAV
- http://adamone.rchomepage.com/calc_motor.htm Калькулятор совместимости моторов, ESCs, пропеллеров
- http://en.wikipedia.org/wiki/EUREF_Permanent_Network EUREF Permanent Network



Порядок из хаоса или хаос из порядка?



Вопросы?

Анатолий Филин anatol@gramant.ru

Денис Елданди dyeldandi@gramant.ru

<http://www.gramant.ru>



Российские
интернет-
технологии