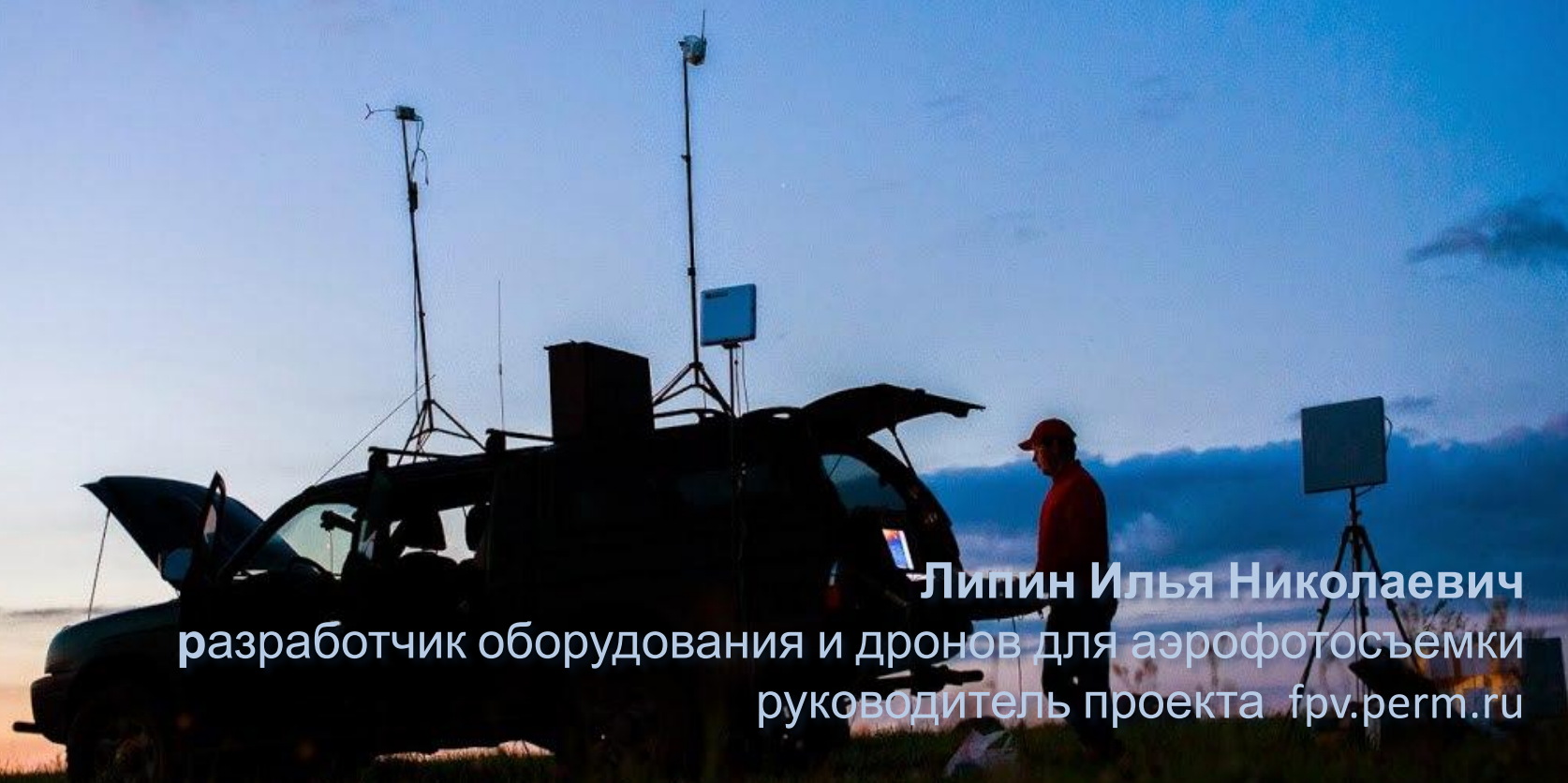


# Высокоточное спутниковое позиционирование при минимальных затратах



Липин Илья Николаевич  
разработчик оборудования и дронов для аэрофотосъемки  
руководитель проекта [fpv.perm.ru](http://fpv.perm.ru)

# Дифференциальная коррекция сигналов GNSS





# Стоимость профессионального оборудования DGPS

Комплект геодезических GNSS с радиомодемами

~ 1 млн. р.



## DGPS

Плата OEM с приемником и антенной для разработки дронов, наземных устройств, требующих точного позиционирования

~ 300-500 т. р.





# Оборудование RTK L1 за 20 т.р.

Плата U-Blox NEO M8P



**Основные возможности:**

- поддержка режима RTK (через UART интерфейс)
- RTCM v3
- GLONASS L1 /GPS L1 /BeiDou B1

**Для автономной работы с сантиметровой точностью в RTK режиме нужны:**

- 2 платы с антеннами U-Blox M8P
- 2 радиомодема с интерфейсом UART

~ 20 т.р.



# Схема подключения UBLOX NEO M8P для работы в режиме RTK





# Примеры готового оборудования на основе ЧИПОВ UBLOX NEO M8P

**C94-M8P**

[u-blox.com](http://u-blox.com)

Модуль NEO-M8P без антенны с  
интегрированным радиомодемом UHF  
диапазона

**X Series version UBLOX NEO-M8P**

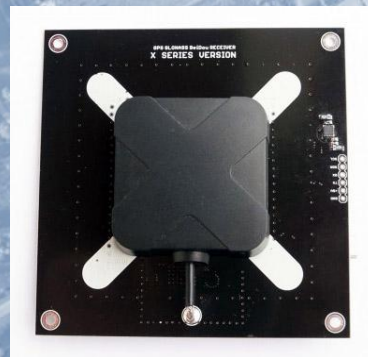
[csgshop.com](http://csgshop.com)

Модуль NEO-M8P с антенной без модемов

**REACH RTK KIT**

[emlid.com](http://emlid.com)

Модуль с чипом u-blox NEO-M8T без антенны.  
Встроен микрокомпьютер Intel Edison, внешний  
обработчик RTKLIB





# Самый недорогой вариант RTK GNSS L1

Что  
потребуется?

1. «Обычный» приемник GNSS с возможностью выдачи «сырых» данных (псевдодальности, доплер, фазовые измерения)
2. Устройство записи «сырых» данных через UART интерфейс приемника GNSS (обычный компьютер, например)
3. Программа обработки записанных «сырых» данных.  
RTKlib – свободно распространяемая библиотека программ для обработки GNSS данных  
UBLOX U-CENTER – инструментарий от производителя для управления и настроек приемников , в т.ч. работы в RTK режиме

Возможен вариант постобработки накопленных данных с применением проприетарного ПО Topcon, GNSS Solution и других.



Цена от 2 т.



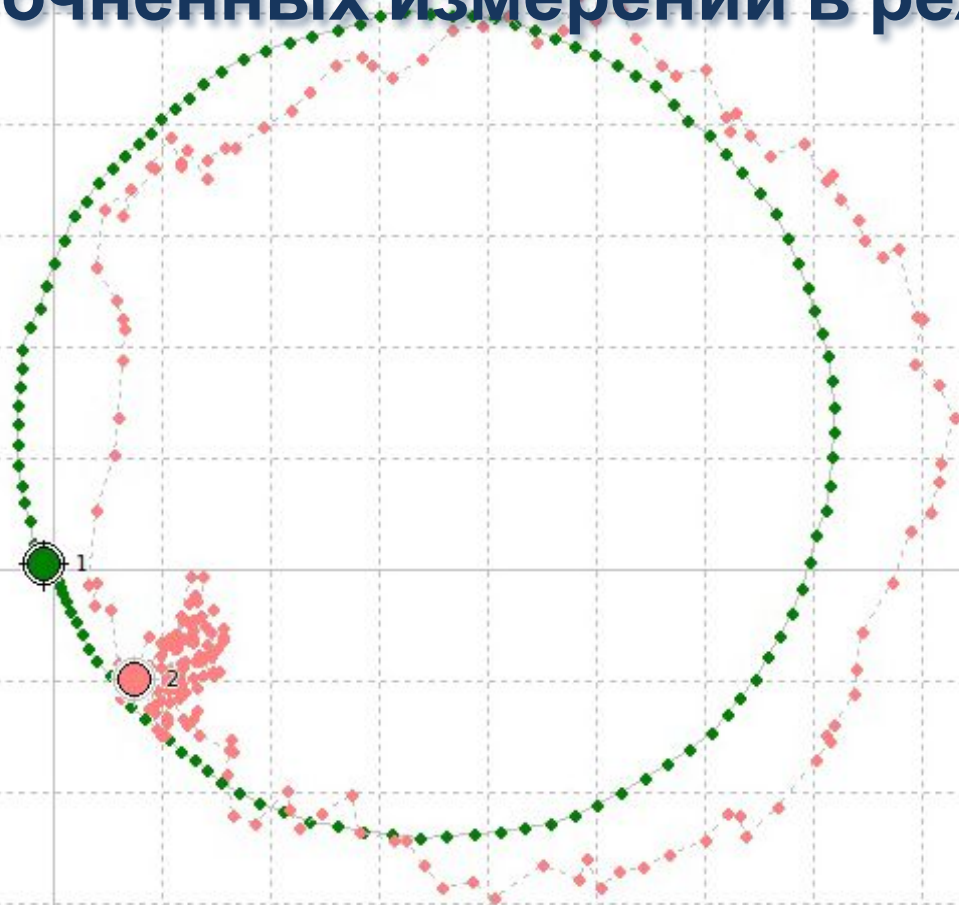
# Схема подключения приемников GNSS с «сырыми» данными на выходе





# Пример уточненных измерений в режиме RTK

GNSS приемник U-blox  
NEO-6T  
Обработка RTKlib



<https://emlid.com/navio-rtklib/>

1 m



# Применения

За счет низкой стоимости возможно применение недорогого оборудования и технологии высокоточного позиционирования в сферах:

- робототехники
- дронов и аэрофотосъемки
- точной навигации в автомобильной технике
- строительстве
- сельском хозяйстве

Фактически GNSS платы, плюс RTKlib представляют собой конструктор для обучения технологиям и принципам спутникового позиционирования.





# Использованные материалы

1. Список чипов Ublox которые могут выдавать "сырые" GNSS данные  
<http://wiki.openstreetmap.org/wiki/UbloxRAW>
2. RTKLib – Сантиметровая точность GPS/ГЛОНАСС в пост-обработке"  
<https://habrahabr.ru/post/244475/>
3. Инструкция по настройке режима RTK для двух модулей Ublox M8P «C94-M8P Application Board Setup Guide»  
[https://www.u-blox.com/sites/default/files/C94-M8P-Appboard-Setup\\_Presentation%28UBX-16009772%29.pdf](https://www.u-blox.com/sites/default/files/C94-M8P-Appboard-Setup_Presentation%28UBX-16009772%29.pdf)

# Программное обеспечение

1. U-Center, программа от производителя для настройки, обработки, управления GNSS приемниками  
<http://www.u-blox.com/en/product/u-center-windows>
2. RTKLib, open-source программа для GNSS обработки [www.rtklib.com](http://www.rtklib.com)



# Вопросы?

**fpv.perm.ru**

съёмка с воздуха



Липин Илья Николаевич,  
Специалист по  
аэрофотосъёмке  
тел. +7 (922) 355-27-27

[ilipin@yandex.ru](mailto:ilipin@yandex.ru)

Skype: lipin\_ilya

