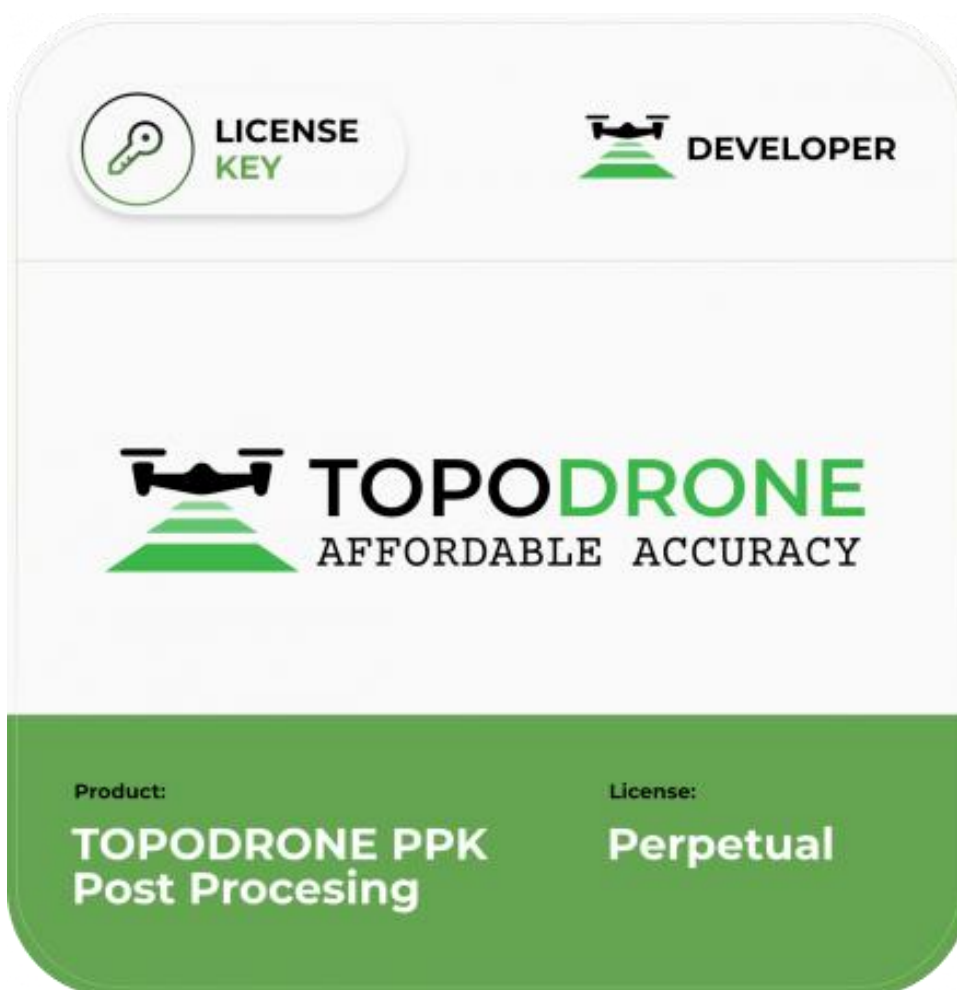


## Topodrone Post Processing

### РУКОВОДСТВО ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ





## Оглавление

<b>1.</b>	<b>Подготовка исходных данных</b> .....	2
<b>2.</b>	<b>Модуль PPK Post Processing</b> .....	3
<b>3.</b>	<b>Модуль RTK Post Processing</b> .....	9
<b>4.</b>	<b>LiDAR Post Processing</b> .....	15
<b>5.</b>	<b>LiDAR Cloud Generation</b> .....	21
<b>6.</b>	<b>Static Post Processing</b> .....	25
6.1.	One vector.....	25
6.2.	Equalizing networks.....	31
<b>7.</b>	<b>Precise Point Positioning</b> .....	37
<b>8.</b>	<b>Tools</b> .....	40
8.1.	GNSS Data Archive.....	40
8.2.	Maps.....	42
8.3.	Cloud viewer.....	43
8.4.	Trim.....	44
8.5.	Coordinate convert.....	47
8.6.	Calibration.....	52
8.7.	Merge Rinex file.....	60
<b>9.</b>	<b>Settings</b> .....	63
9.1.	General.....	63
9.2.	Point cloud generation.....	66
9.3.	Geotagging and post processing.....	67
9.4.	Track file structure.....	69
9.5.	Lidar calibration.....	70



## 1. Подготовка исходных данных

- 1) Скачать все данные на компьютер. (Фотографии, UBX файлы с дрона, файл с базовой станции, каталог координат наземных контрольных точек, файлы собрание во время миссии LiDAR)
- 2) Сгруппируйте все данные по вылетам. Например, Flight 1, Flight 2 и тд.
- 3) Данные, собранные во время миссии LiDAR находятся в архиве, который необходимо будет распаковать. Необходимо иметь 4 файла: \*.pcap(данные с LiDAR), файл \*.imr(данные с IMU), файл \*.ubx(данные с GNSS приемника LiDAR. Файл .log не используется при обработке сырых данных).






Имя	Дата изменения	Тип	Размер
 2022-03-17_14-42-55	17.03.2022 14:55	Waypoint Raw IMU D...	4 548 КБ
 2022-03-17_14-42-55.pcap	17.03.2022 14:55	Файл "PCAP"	448 111 КБ
 2022-03-17_14-42-55	17.03.2022 14:55	Файл "RAW"	7 488 КБ
 2022-03-17_14-42-55.ubx	17.03.2022 14:55	Файл "UBX"	8 396 КБ
 log	17.03.2022 14:55	Текстовый документ	28 КБ

Рис. 1. Содержание архива с Topodrone LiDAR.

**ВАЖНО!!!** Обратите внимание, чтобы фотографии были разделены точно по полетам. В квадрокоптерах DJI изображения именуются с цифровым обозначением от 1 до 999 (Например, DJI\_0001.jpg и DJI\_0999.jpg), если у вас больше 1000 файлов, то система начнет записывать изображения в новую папку с указанием имени DJI\_0001.jpg Извлеките SD карту из GNSS приемника, установленного на дроне, и скопируйте файлы на свой компьютер в папку ROVER (пример).

Конвертируйте данные с базовой станции в формат Rinx и переместите в отдельную папку, например, Base.

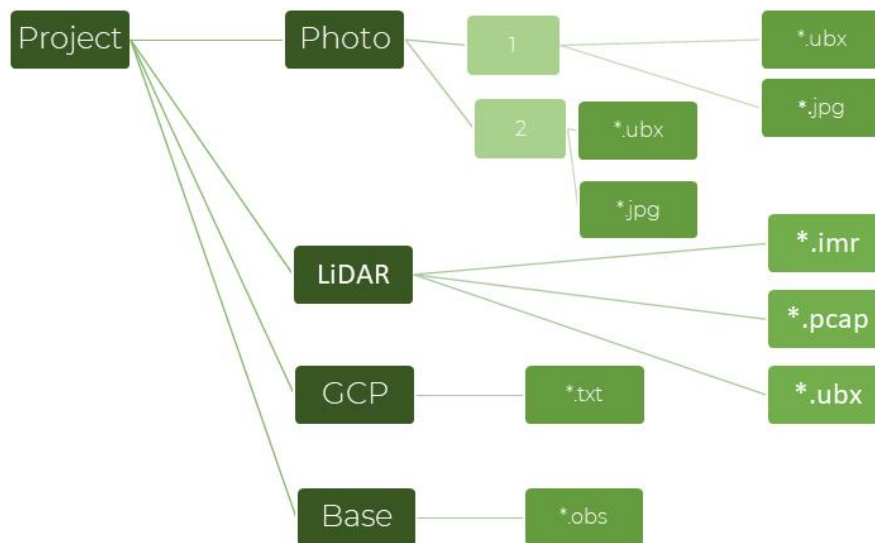


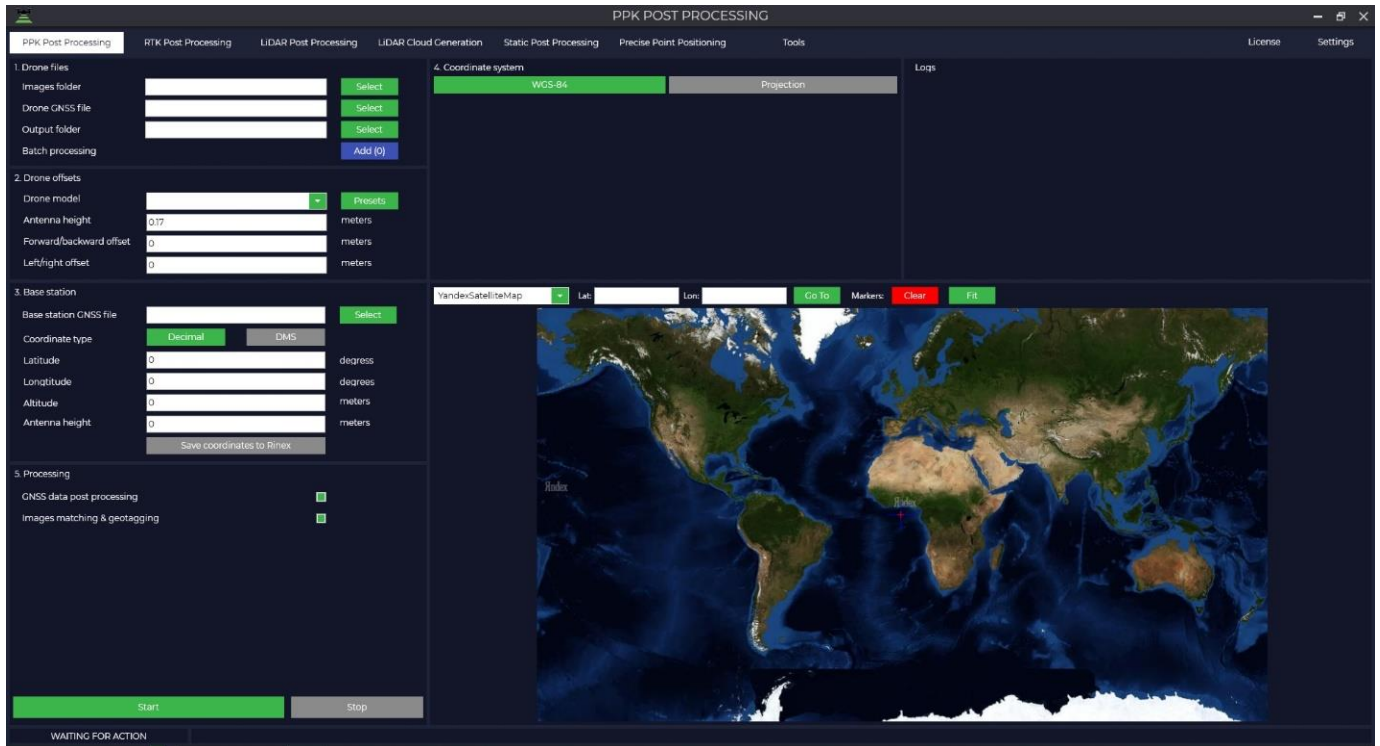
Рис. 2. Файловая структура папок для хранения данных.



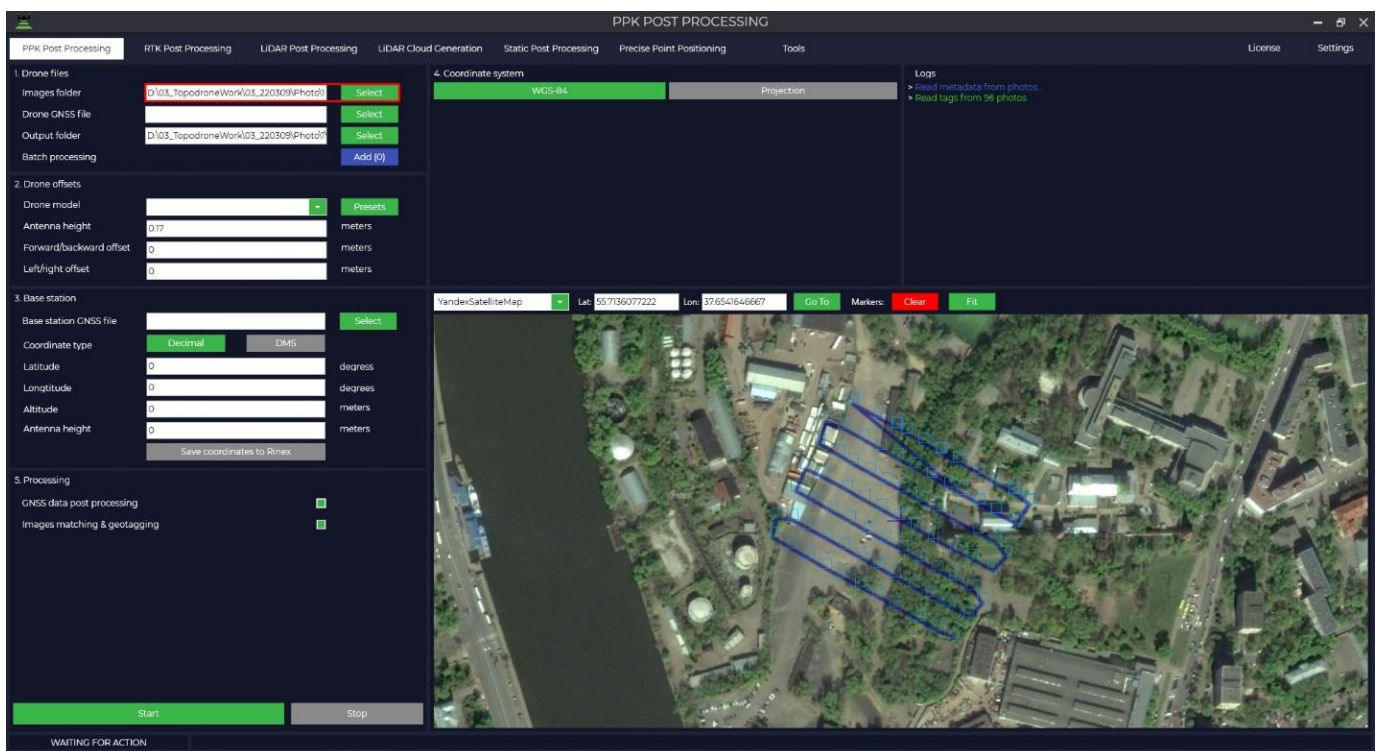
## 2. Модуль PPK Post Processing.

Данный модуль позволяет выполнять автоматическую обработку ГНСС измерений, где в качестве ровера выступает приемник на чипе U-blox.

### 1) Запустите программу Topodrone Post Processing.



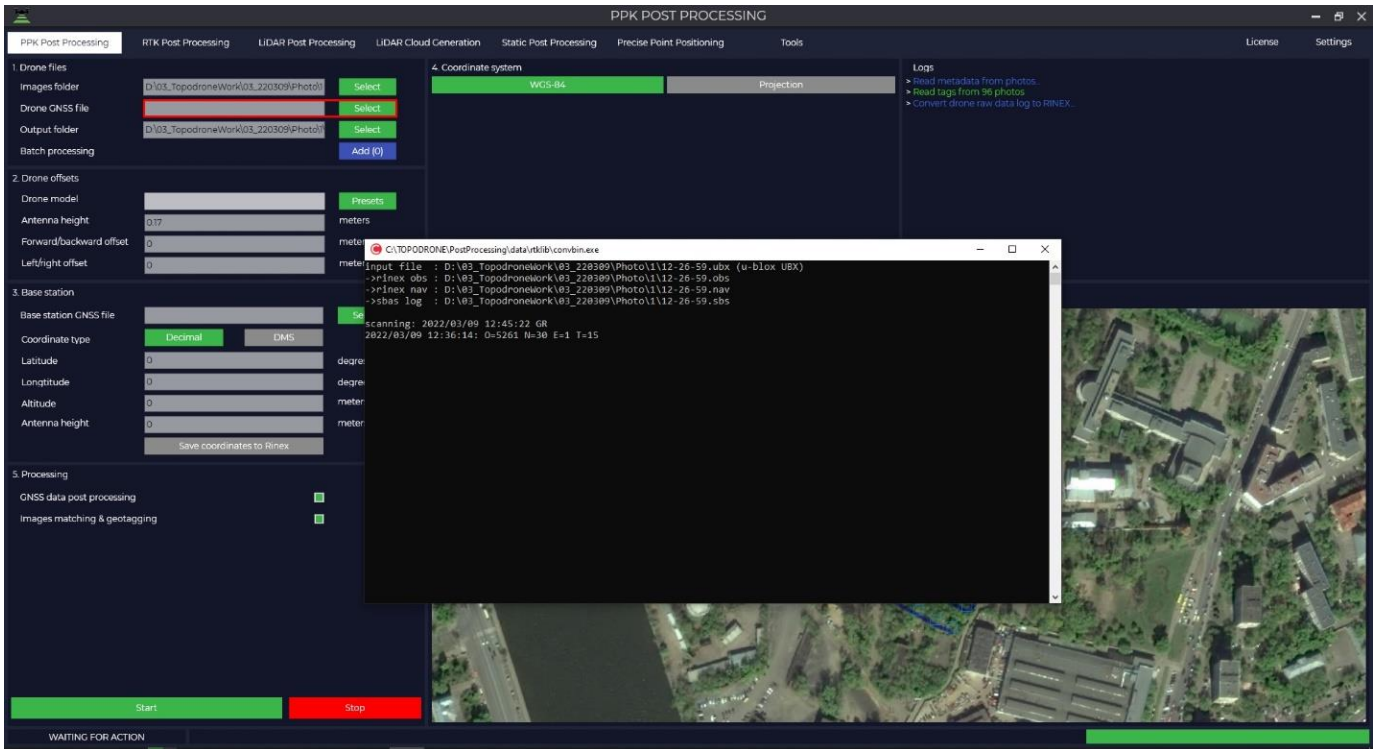
### 2) Выберите папку с фотографиями. Автоматически создается папка с финальными результатами, при необходимости ее можно изменить.




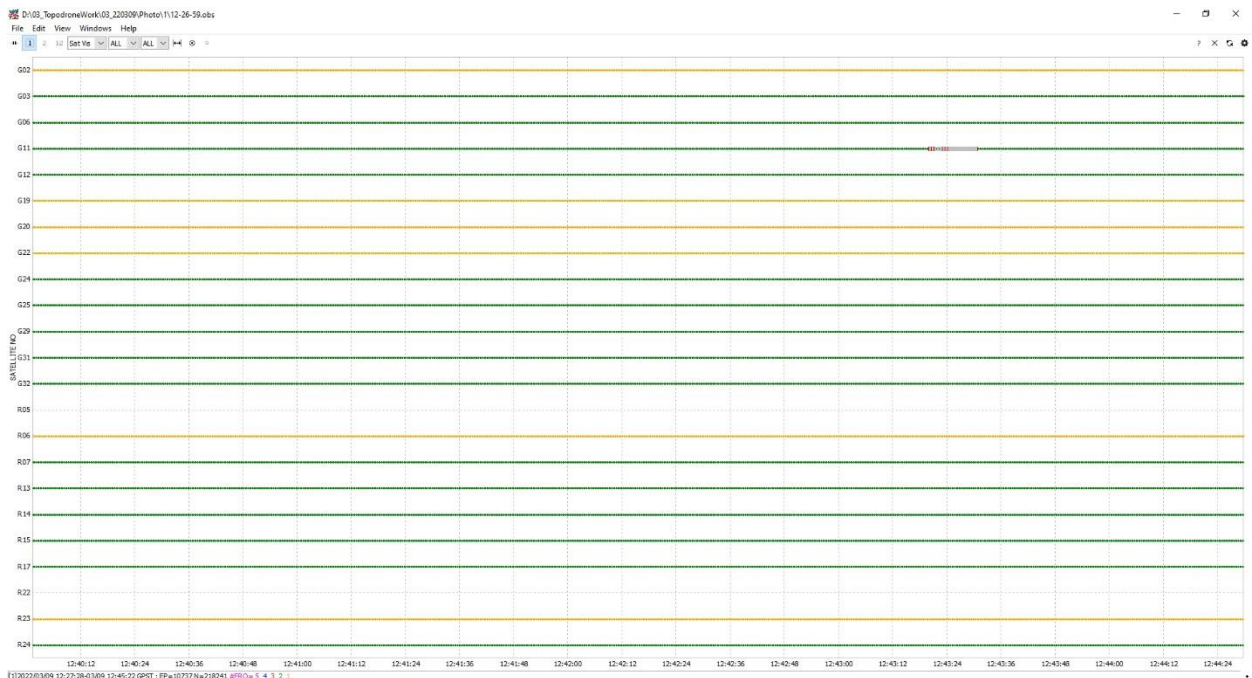




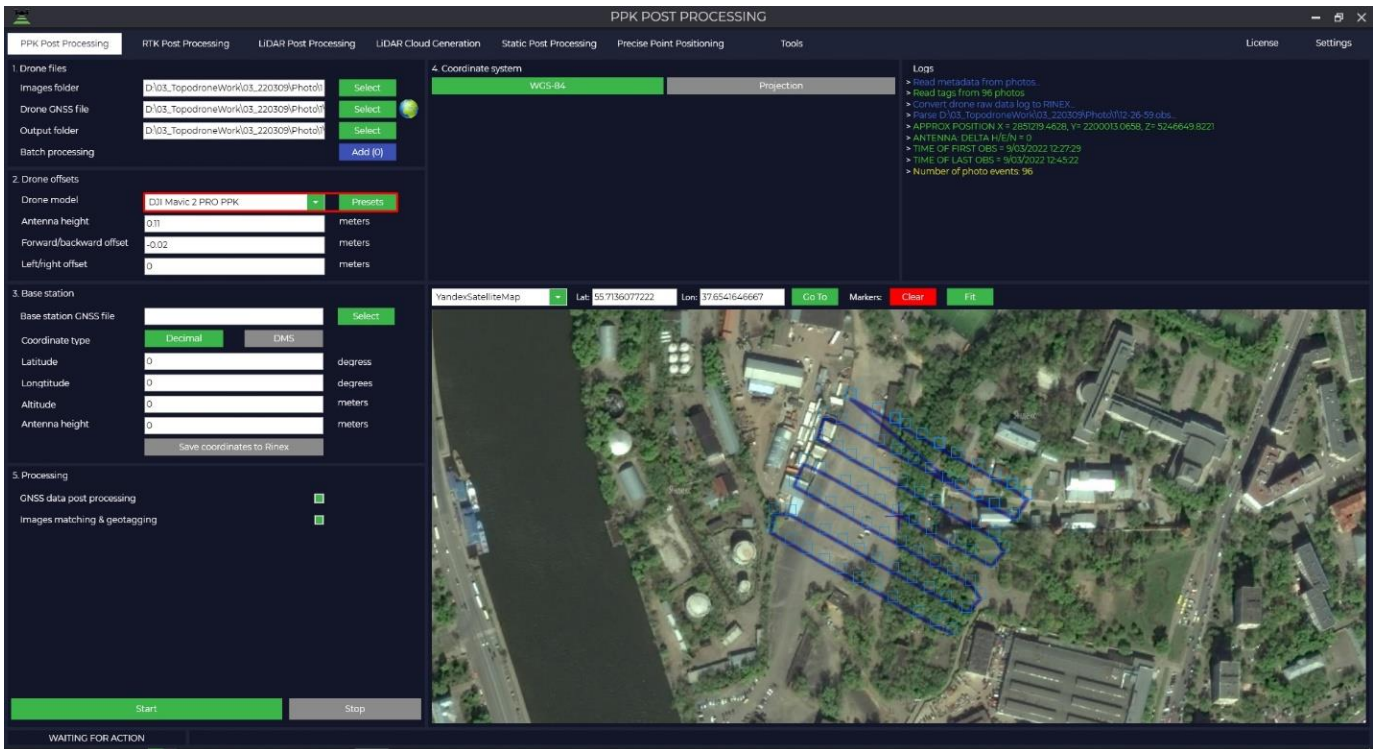
- 3) Выберите UBX файл с дрона, запустится автоматический процесс, который конвертирует файл UBX в OBS.



- 4) Нажав на кнопку  можно проанализировать качество данных.

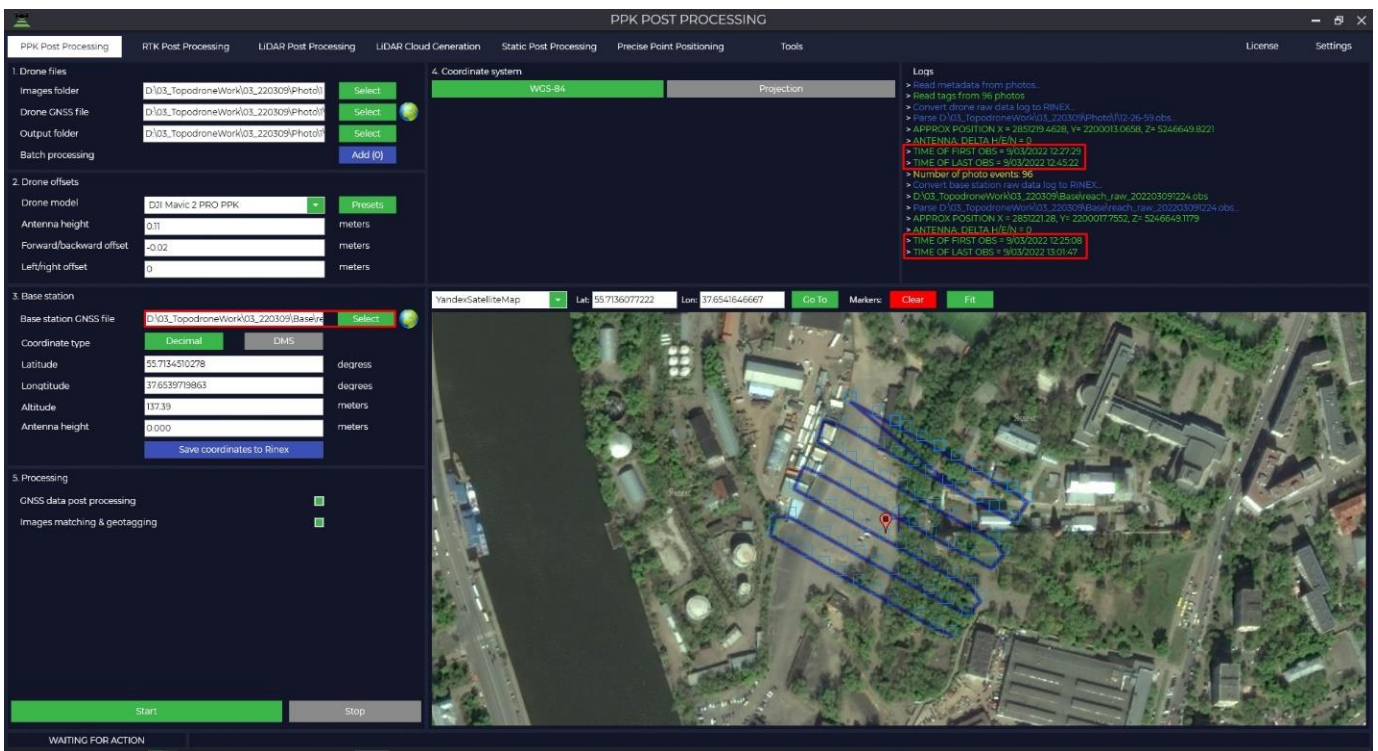


- 5) Далее из выпадающего списка выбираем модель дрона для того, чтобы учесть смещение ГНСС-антенны и центра матрицы фотокамеры. При необходимости выпадающий список можно пополнить своими данными нажав на кнопку «Presets» и введя необходимые смещения.



б) Выберите файл с базовой станции (\*.ubx, \*.obs, \*.rnx, \*.o). Для файлов в форматах \*.rnx и \*.ubx автоматически запустит процесс конвертации в формат \*.obs.

**Важно!!!** В окне «Logs» отображается информация о действиях, которые производит программ, необходимо обратить внимание на время записи файла с ровера и с базовой станции. Файл базовой станции должен перекрывать файлы с ровера.



Программа автоматически подгрузит координаты базовой станции и высоту базовой антенны из Rinx файла, при учете, что она была внесена при измерении.





- 7) В случае, если ваша система координат отличается от WGS-84, вам необходимо нажать кнопку «Projection» и выбрать из предложенного списка вашу систему координат или ввести название системы координат в строке поиска.



4. Coordinate system

WGS-84 Projection

Calibration Not used

Elevation Ellipsoid WGS-84

Projection 32637

- zone 35S (m) EPSG 32735
- zone 36N (m) EPSG 32636
- zone 36S (m) EPSG 32736
- zone 37N (m) EPSG 32637**
- zone 37S (m) EPSG 32737

Если вашей системы координат нет в списке, то вы сами можете её добавить в программу Topodrone Post Processing. При выборе системы координат произойдет конвертация из WGS-84 в выбранную вами проекцию. При необходимости скорректируйте координаты базовой станции.

**Важно!!!** Высота антенны включает в себя высоту веши или штатива от пункта с известными координатами до низа крепления приемника и высоту от низа крепления приемника до фазового центра.



3. Base station

Base station GNSS file D:\03\_TopodroneWork\03\_220309\Base\re Select

Coordinate type Decimal DMS

North 6175008.998727652 meters

East 415433.9370986667 meters

Height 137.39 meters

Antenna height 0.000 meters

Save coordinates to Rinex

- 8) Программа Topodrone Post Processing по умолчанию работает с тремя типами отсчета высоты, при выборе какого-либо из типов, высота автоматически конвертируется.



4. Coordinate system

WGS-84 Projection

Calibration Not used

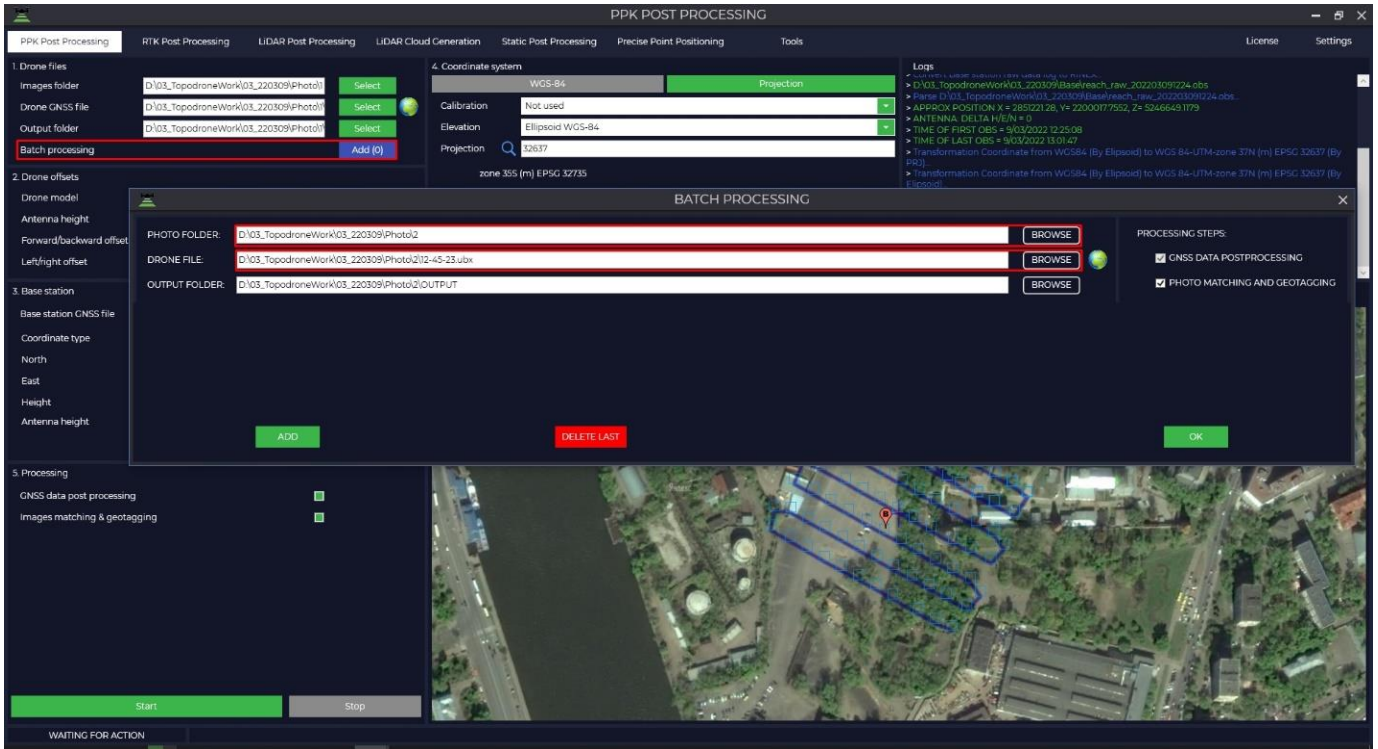
Elevation Ellipsoid WGS-84

Projection Ellipsoid by projection

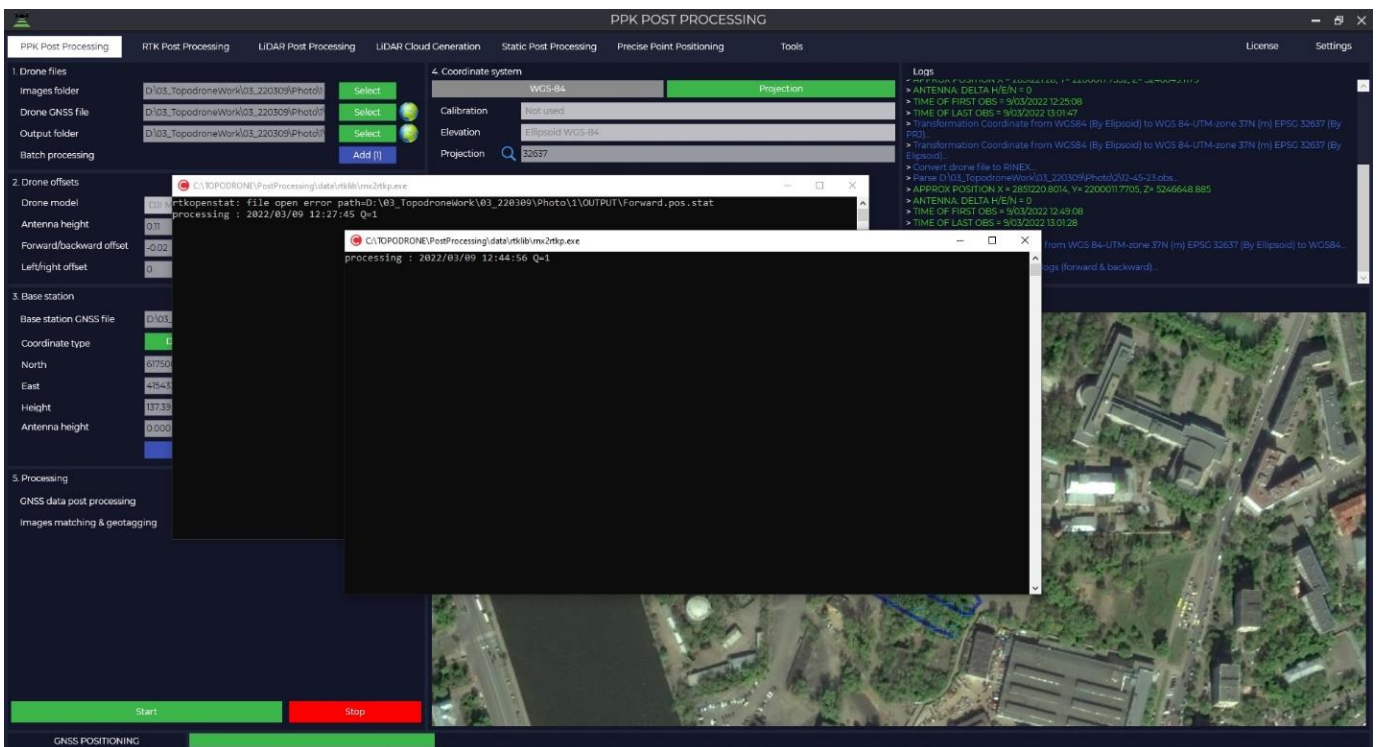
- Ellipsoid WGS-84
- zone 35S GEOID (EGM2008)
- zone 36N (m) EPSG 32636
- zone 36S (m) EPSG 32736
- zone 37N (m) EPSG 32637**
- zone 37S (m) EPSG 32737



9) Программа Topodrone Post Processing позволяет выполнить пакетную обработку многих полетов от одной базовой станции в рамках одной сессии наблюдений. Для запуска пакетной обработки необходимо нажать кнопку «Add (0)», в открывшемся окне добавить дополнительные папки с фотографиями, файлы \*.ubx и нажать «ОК»

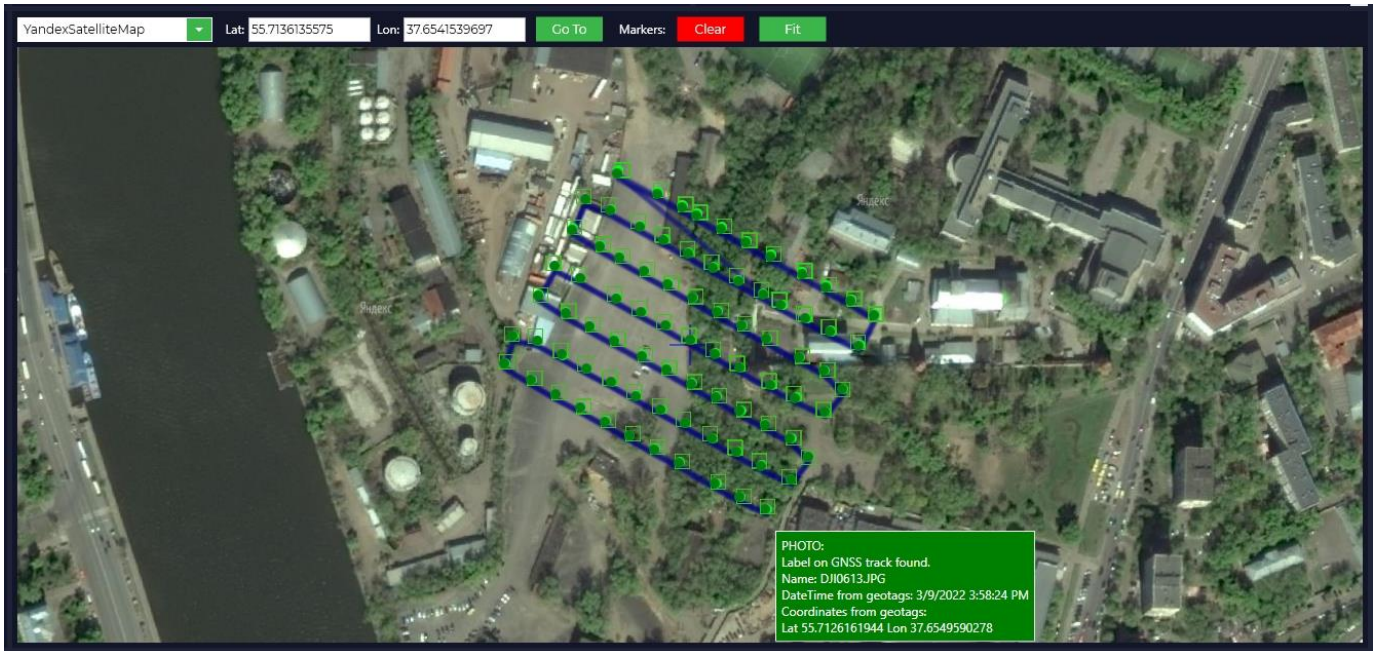


10) Для запуска процесса обработки достаточно нажать кнопку «Start». Обработка данных происходит одновременно в прямом и обратном направлении и тип решения отображается в виде буквы «Q» с добавлением числа, где Q1 – фиксированное решение, Q2 – плавающее решение и Q5 – нет решения.





- 11) По итогу обработки отобразиться окно, в котором видно траекторию движения ровера, количество фотографий, количество меток, количество совмещений и точность полученных центров фотографий, где зеленым выделены метки, полученные с фиксированным решением, а желтые – с плавающим.



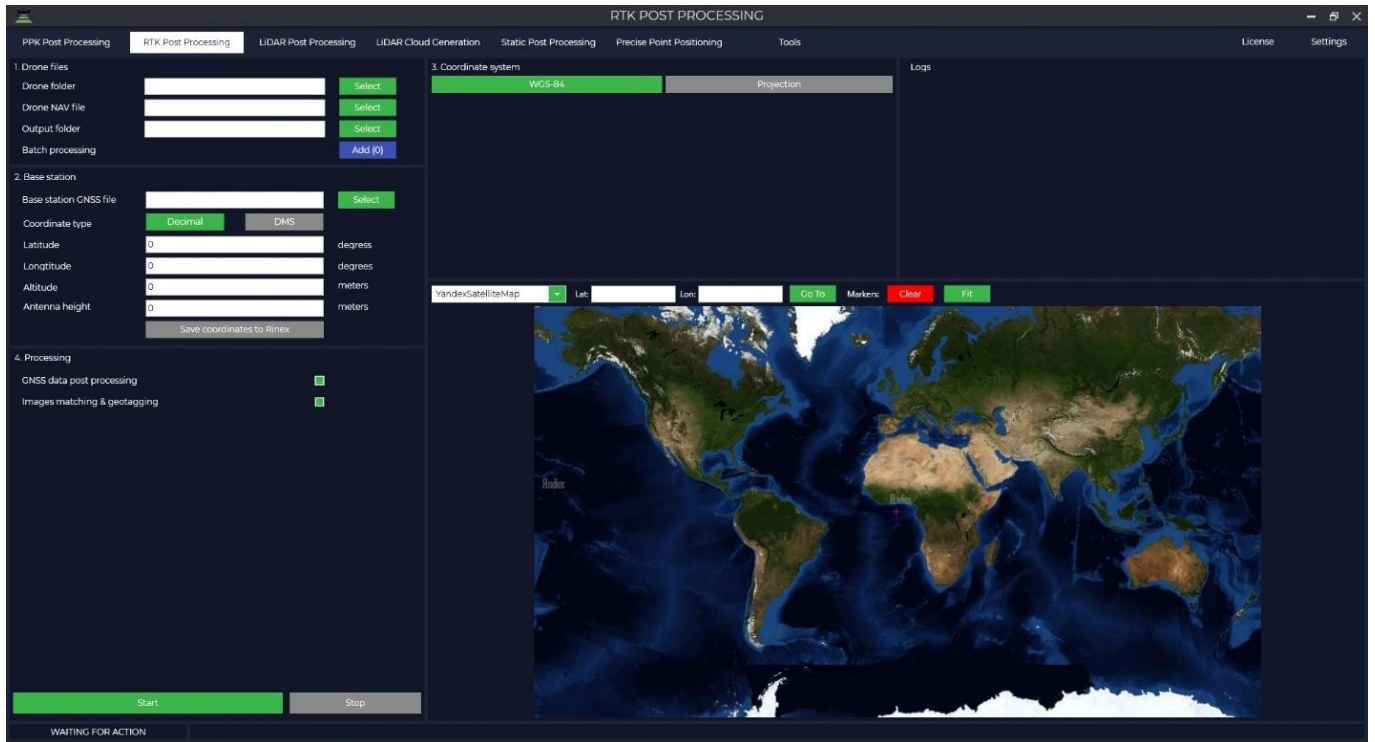




### 3. Модуль RTK Post Processing.

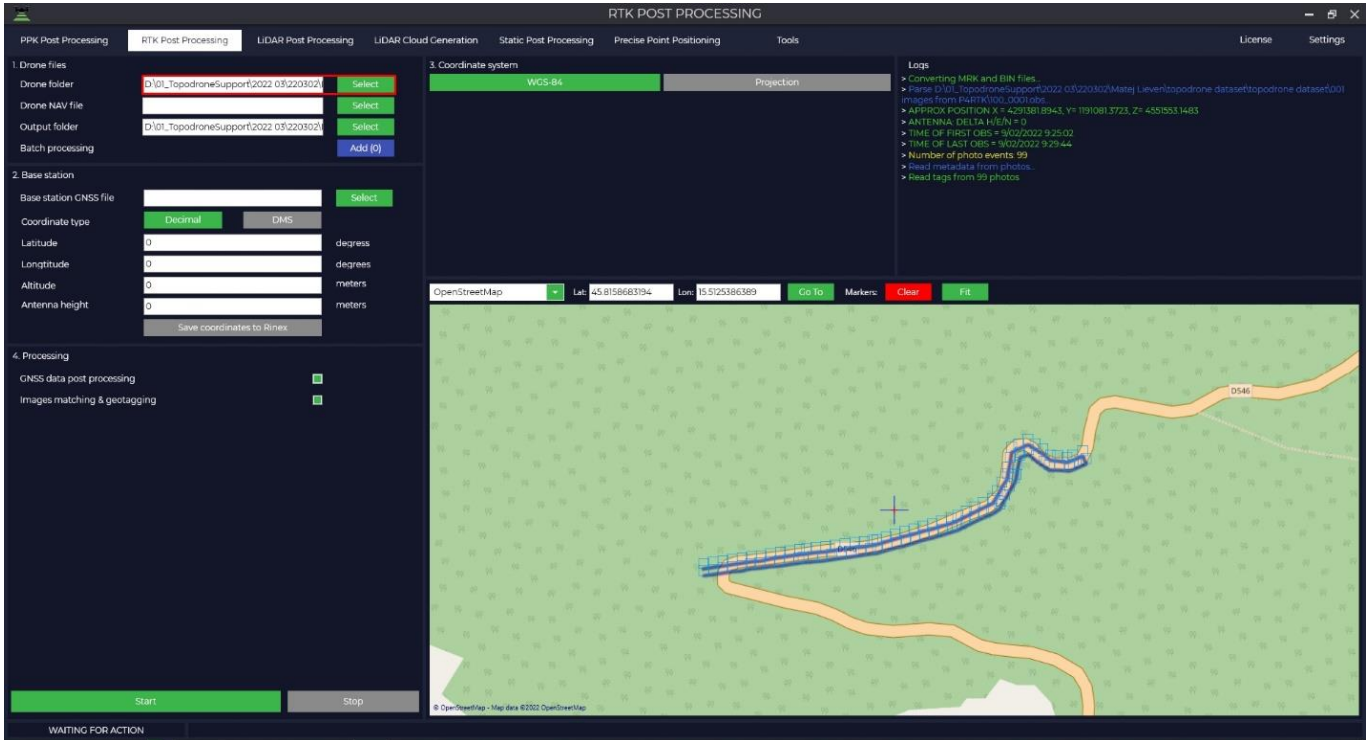
Данный модуль позволяет выполнять автоматическую обработку ГНСС измерений со многих летательных аппаратов, в том числе DJI Phantom 4 RTK, DJI Matrice 300 RTK, Autel Evo II Dual RTK.

1) Запустите программу Topodrone Post Processing и перейдите во вкладку RTK Post Processing.

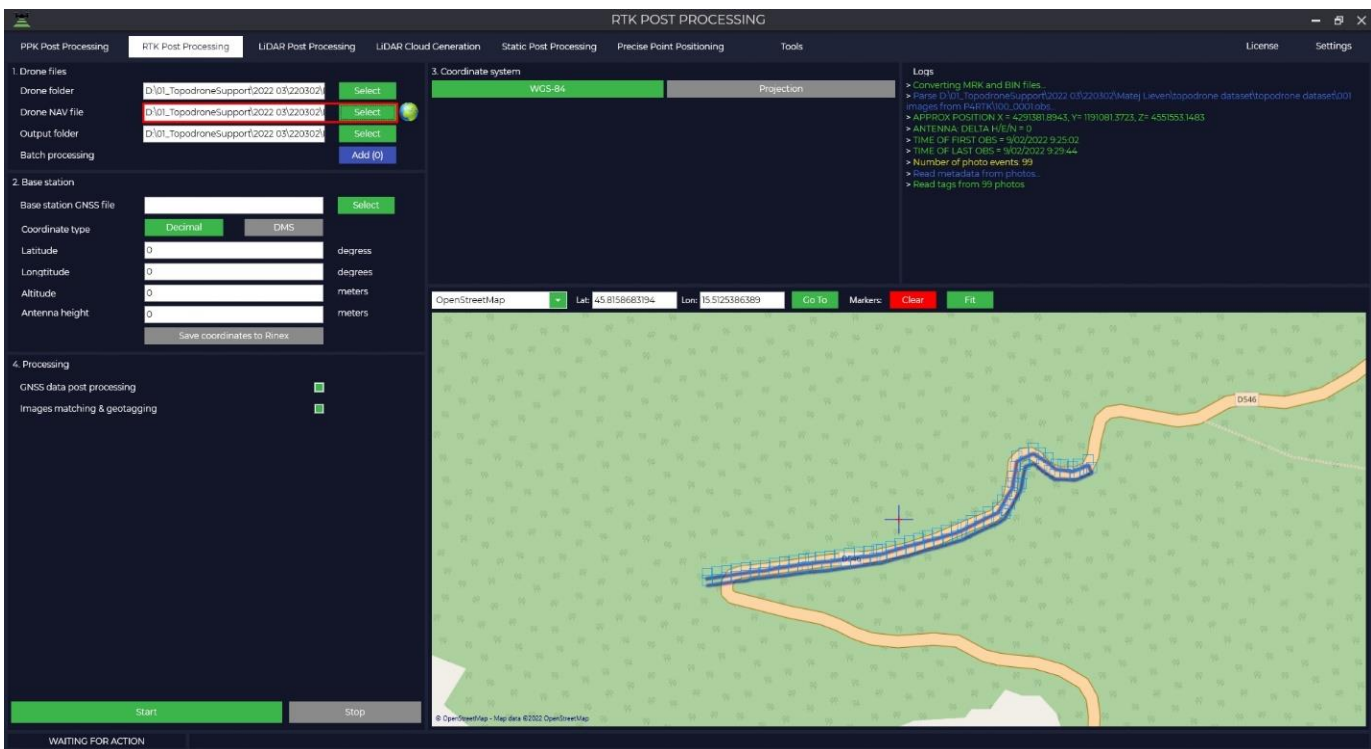




- 2) Выберите папку с собранными данными во время полета. Эта папка должна содержать следующие файлы: все фотографии без переименования и удаления, \*\_EVENTLOG.bin, \*\_PPKRAW.bin, \*\_PPKRAW.sig, \*.obs и \*\_PPKRAW.sig. Автоматически создается папка с финальными результатами, которую при необходимости можно изменить.



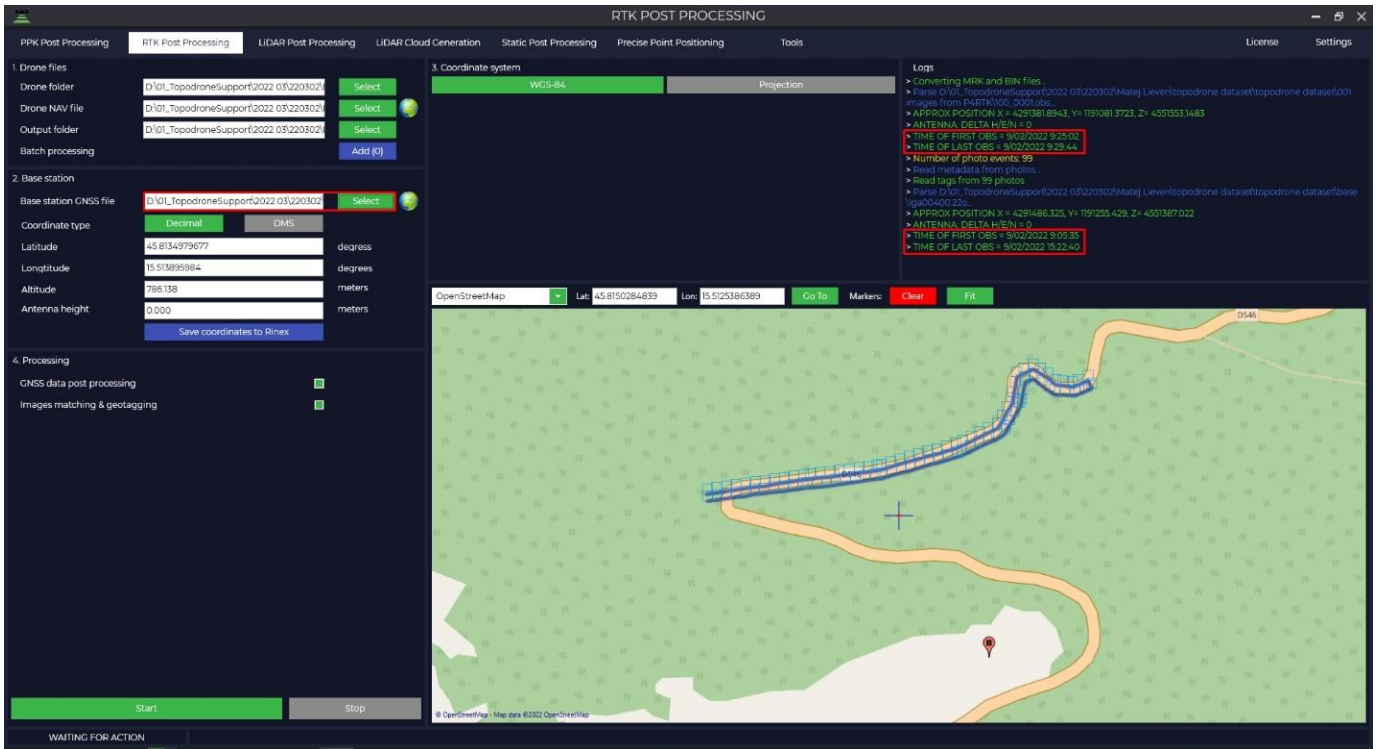
- 3) Выберите файл \*\_PPKRAW.nav с дрона.





- 4) Выберите файл с базовой станции (\*.ubx, \*.obs, \*.rnx, \*.o). Для файлов в форматах \*.rnx и \*.ubx автоматически запустит процесс конвертации в формат \*.obs.

**Важно!!!** В окне «Logs» отображается информация о действиях, которые производит программ, необходимо обратить внимание на время записи файла с ровера и с базовой станции. Файл базовой станции должен перекрывать файлы с ровера.

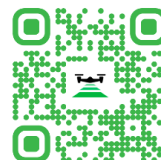


Программа автоматически подгрузит координаты базовой станции и высоту базовой антенны из Rinx файла, при учете, что она была внесена при измерении.

- 5) В случае, если ваша система координат отличается от WGS-84, вам необходимо нажать кнопку «Projection» и выбрать из предложенного списка вашу систему координат или ввести название системы координат в строке поиска.



Если вашей системы координат нет в списке, то вы сами можете её добавить в программу Topodrone Post Processing.



При выборе системы координат произойдет конвертация из WGS-84 в выбранную вами проекцию. При необходимости скорректируйте координаты базовой станции.

**Важно!!!** Высота антенны включает в себя высоту вежи или штатива от пункта с известными координатами до низа крепления приемника и высоту от низа крепления приемника до фазового центра.



2. Base station

Base station GNSS file: D:\01\_TopodroneSupport\2022 03\220302 [Select]

Coordinate type: **Decimal** (selected) / DMS

North: 5073454.570732763 meters

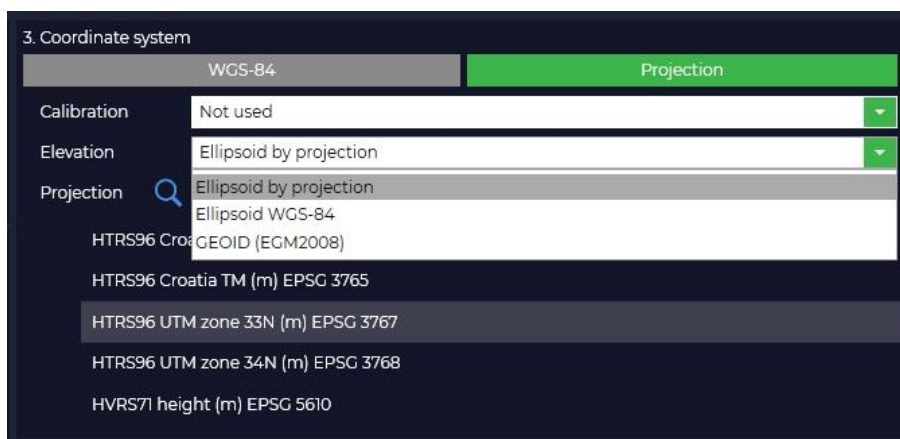
East: 539925.6219359089 meters

Height: 786.138 meters

Antenna height: 0.000 meters

[Save coordinates to Rinex]

б) Программа Topodrone Post Processing по умолчанию работает с тремя типами отсчета высоты, при выборе какого-либо из типов, высота автоматически конвертируется.



3. Coordinate system

WGS-84 (selected) / **Projection** (selected)

Calibration: Not used

Elevation: Ellipsoid by projection

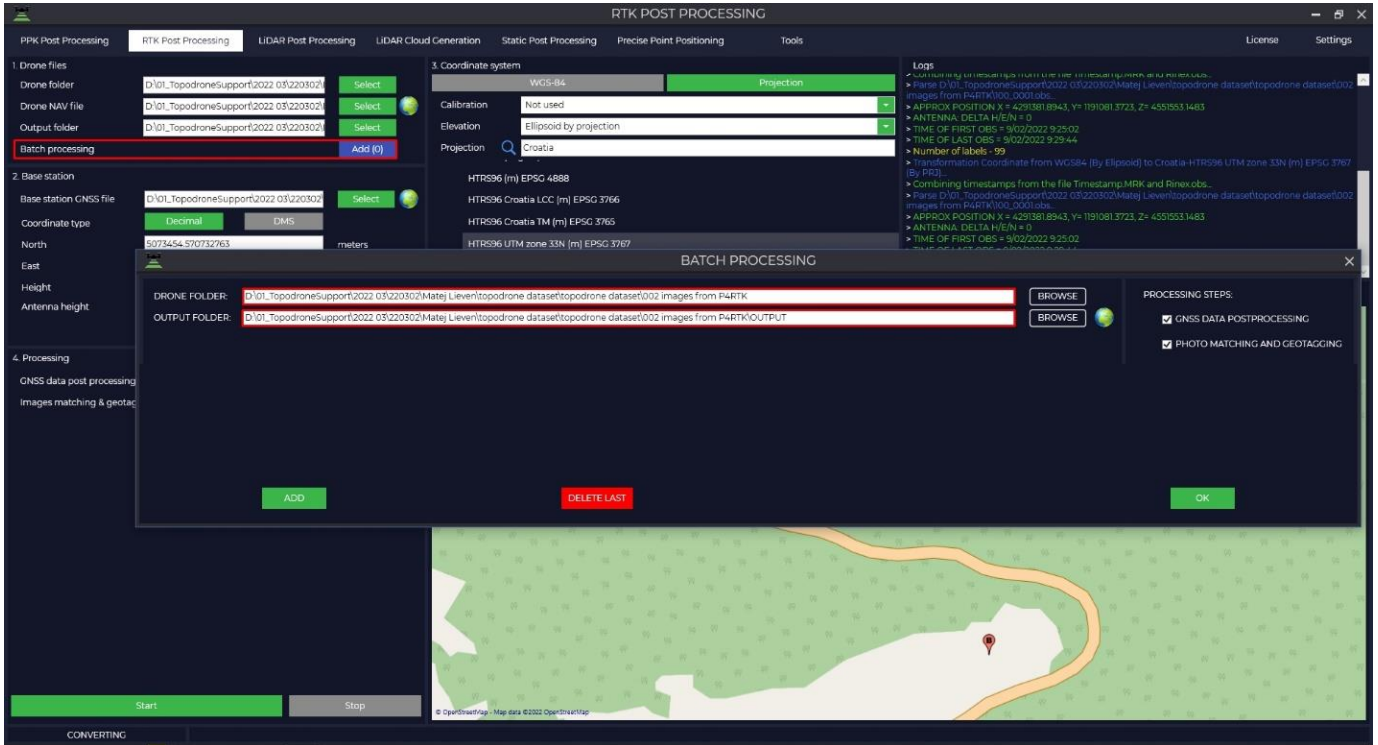
Projection: Ellipsoid by projection (selected)

- Ellipsoid WGS-84
- HTRS96 Croatia GEOID (EGM2008)
- HTRS96 Croatia TM (m) EPSG 3765
- HTRS96 UTM zone 33N (m) EPSG 3767**
- HTRS96 UTM zone 34N (m) EPSG 3768
- HVRS71 height (m) EPSG 5610

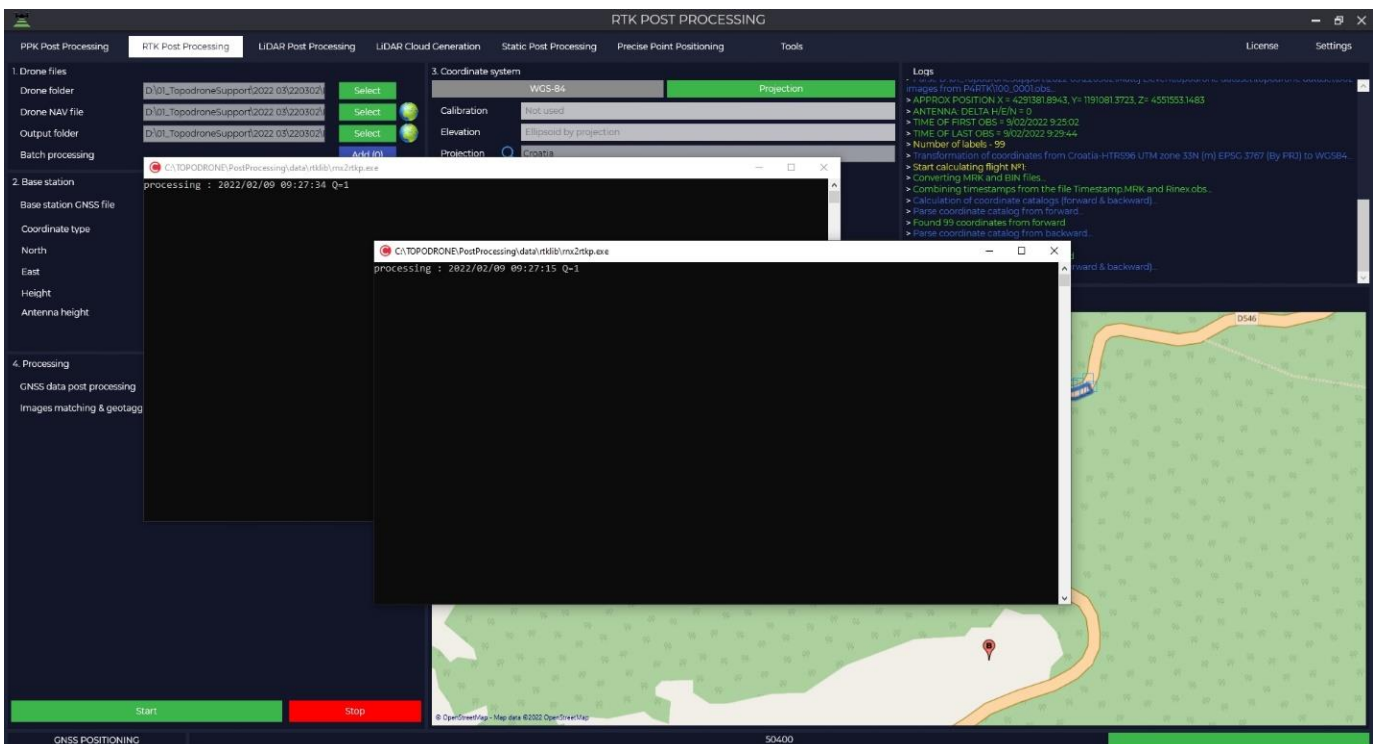




- 7) Программа Topodrone Post Processing позволяет выполнить пакетную обработку многих полетов от одной базовой станции в рамках одной сессии наблюдений. Для запуска пакетной обработки необходимо нажать кнопку «Add (0)», в открывшемся окне добавить дополнительные папки с другими полетами и нажать «ОК»



- 8) Для запуска процесса обработки достаточно нажать кнопку «Start». Обработка данных происходит одновременно в прямом и обратном направлении и тип решения отображается в виде буквы «Q» с добавлением числа, где Q1 – фиксированное решение, Q2 – плавающее решение и Q5 – нет решения.







- 9) По итогу обработки отобразиться окно, в котором видно траекторию движения ровера, количество фотографий, количество меток, количество совмещений и точность полученных центров фотографий, где зеленым выделены метки, полученные с фиксированным решением, а желтые – с плавающим.

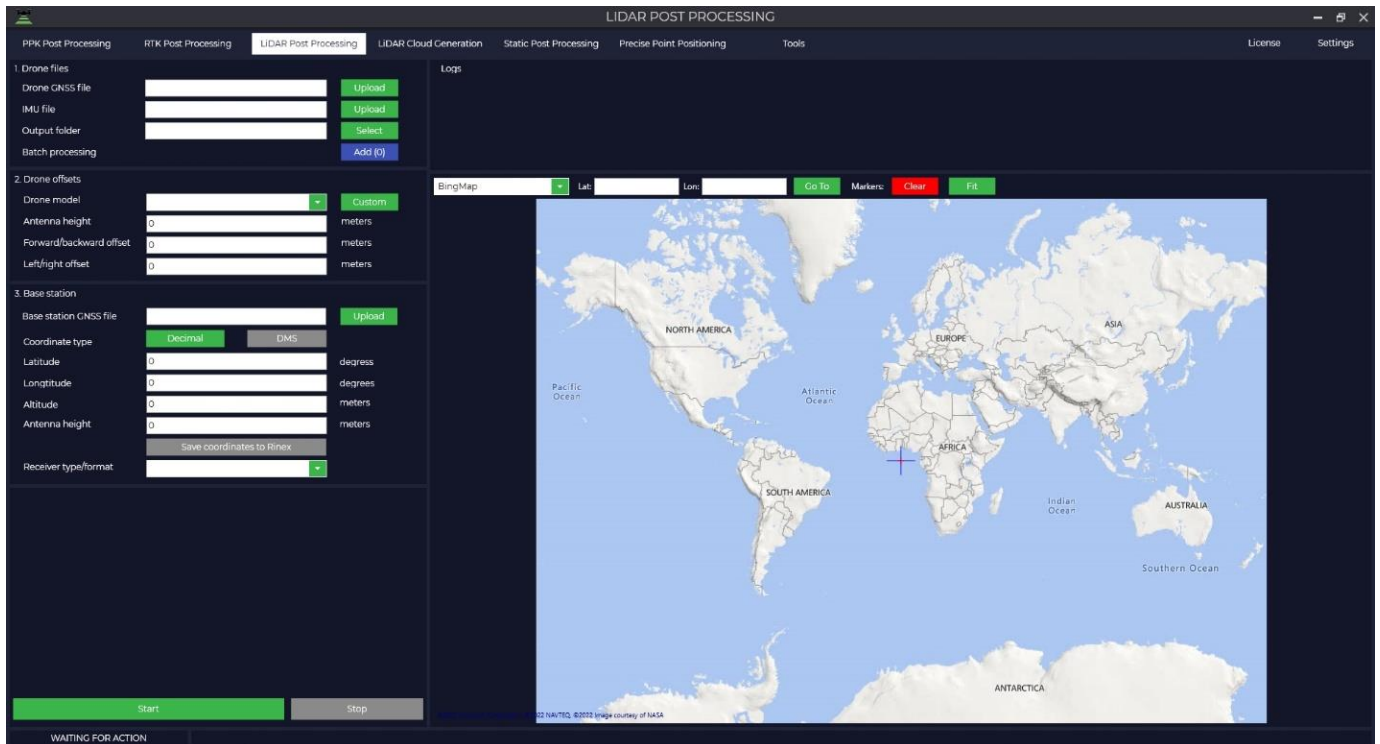




## 4. LiDAR Post Processing

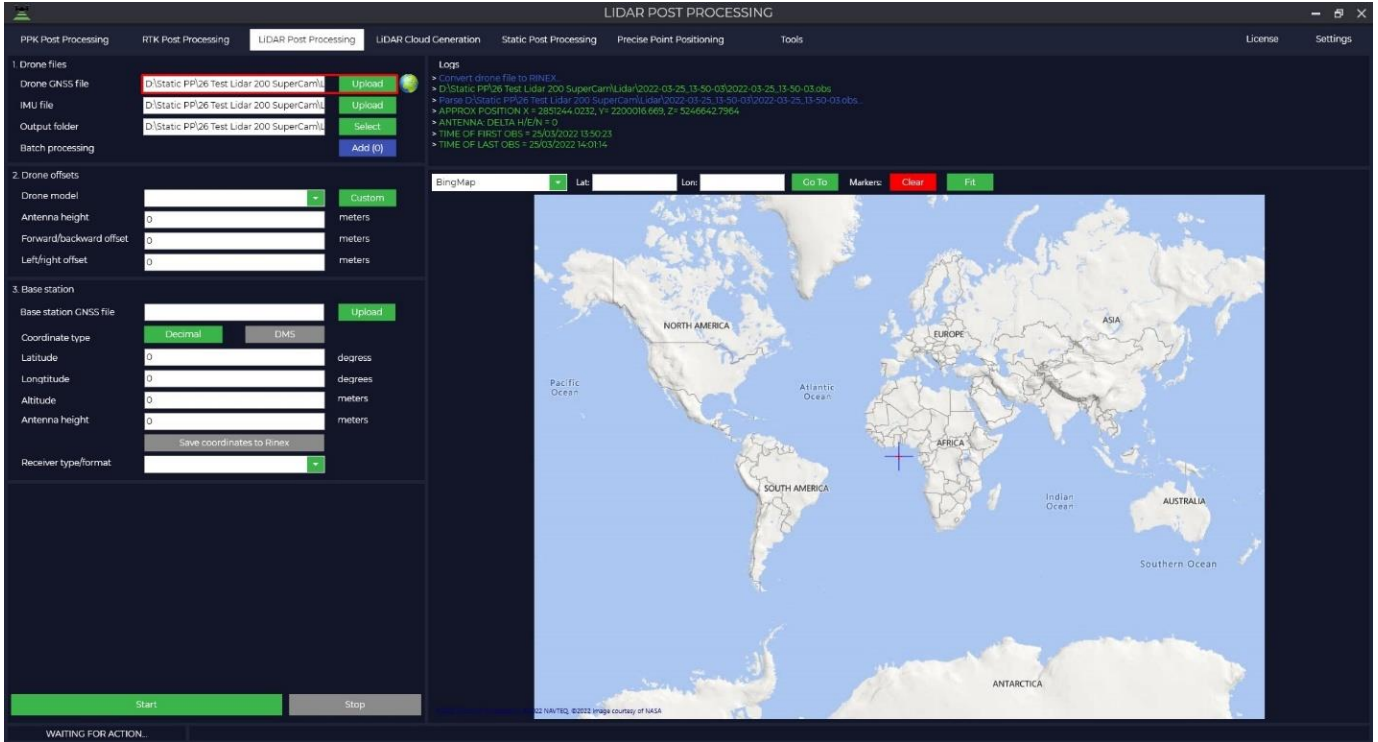
Данный модуль позволяет рассчитать траекторию движения лазерного сканера совместно с данными инерциальной системы на серверном решении компании Topodrone, таким образом не нагружая компьютер пользователя.

- 1) Для того, чтобы приступить к обработке необходимо запустить программу Topodrone Post Processing и перейти на вкладку Lidar Post Processing.



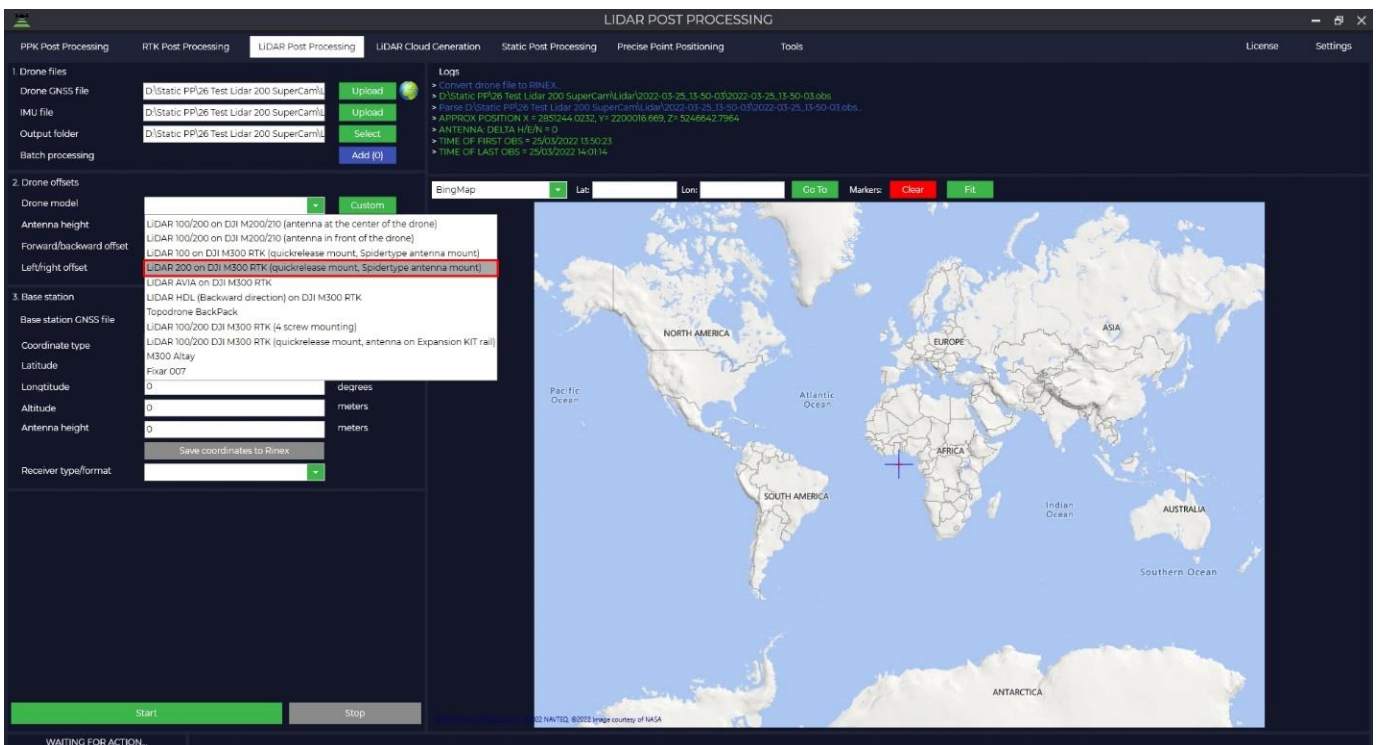


- 2) Укажите путь к GNSS файлу в поле Drone GNSS file, файл с инерциальными данными с LiDAR загрузится автоматически в поле IMU file, так же по умолчанию данные сохраняются в исходную папку при этом можно изменить место сохранения в поле Output folder.



**ПРИМЕЧАНИЕ:** В правом окне Вы сможете посмотреть время начало и окончания записи данных приемника TOPODRONE.

- 3) Выберите модель вашего Lidar и тип его установки из выпадающего списка.



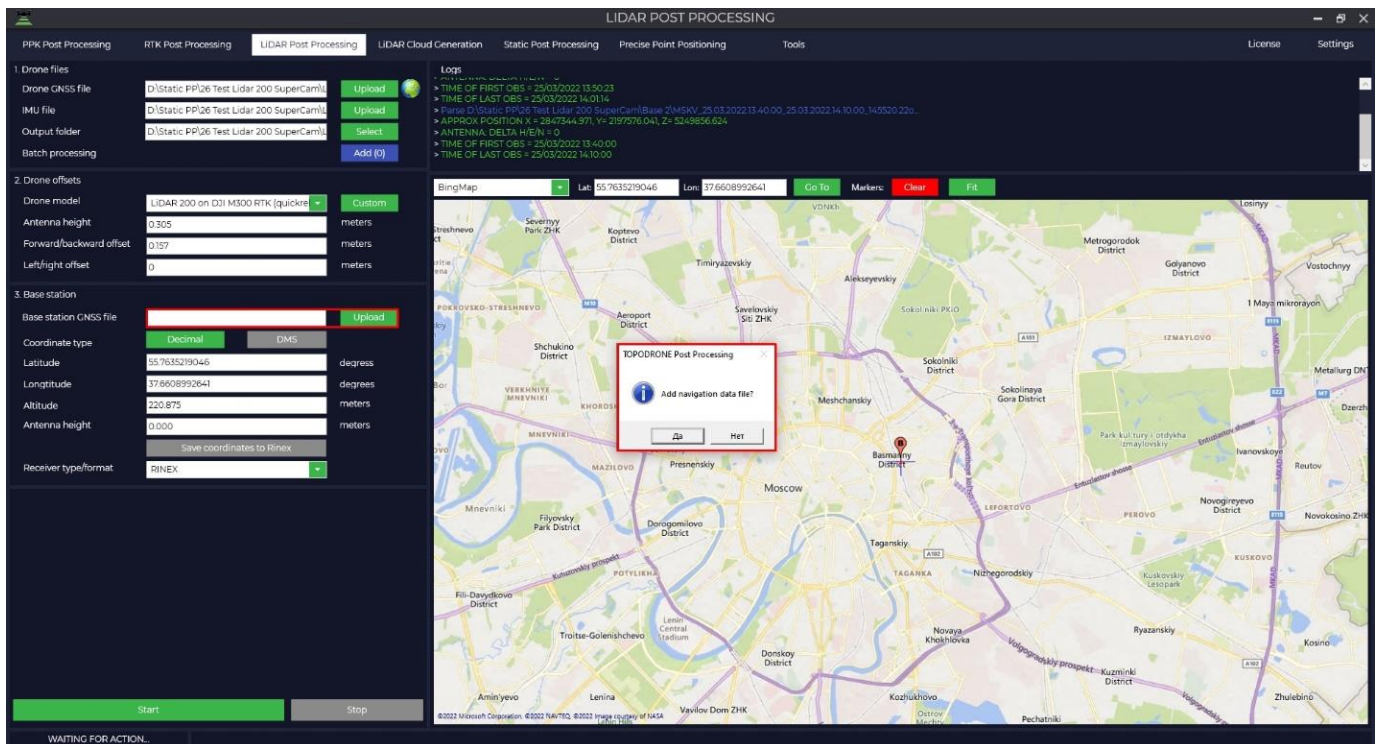


4) Смещения загрузятся из библиотеки автоматически.

2. Drone offsets

Drone model	LiDAR 200 on DJI M300 RTK (quickre	Custom
Antenna height	0.305	meters
Forward/backward offset	0.157	meters
Left/right offset	0	meters

5) Загрузите файл базовой станции в поле Base station GNSS file.



The screenshot shows the 'LIDAR POST PROCESSING' software interface. The 'Base station' section is active, showing fields for 'Base station GNSS file', 'Coordinate type' (Decimal), 'Latitude' (55.7635219046), 'Longitude' (37.6608952641), and 'Altitude' (220.875). A red box highlights the 'Add navigation data file?' dialog box over a map of Moscow.

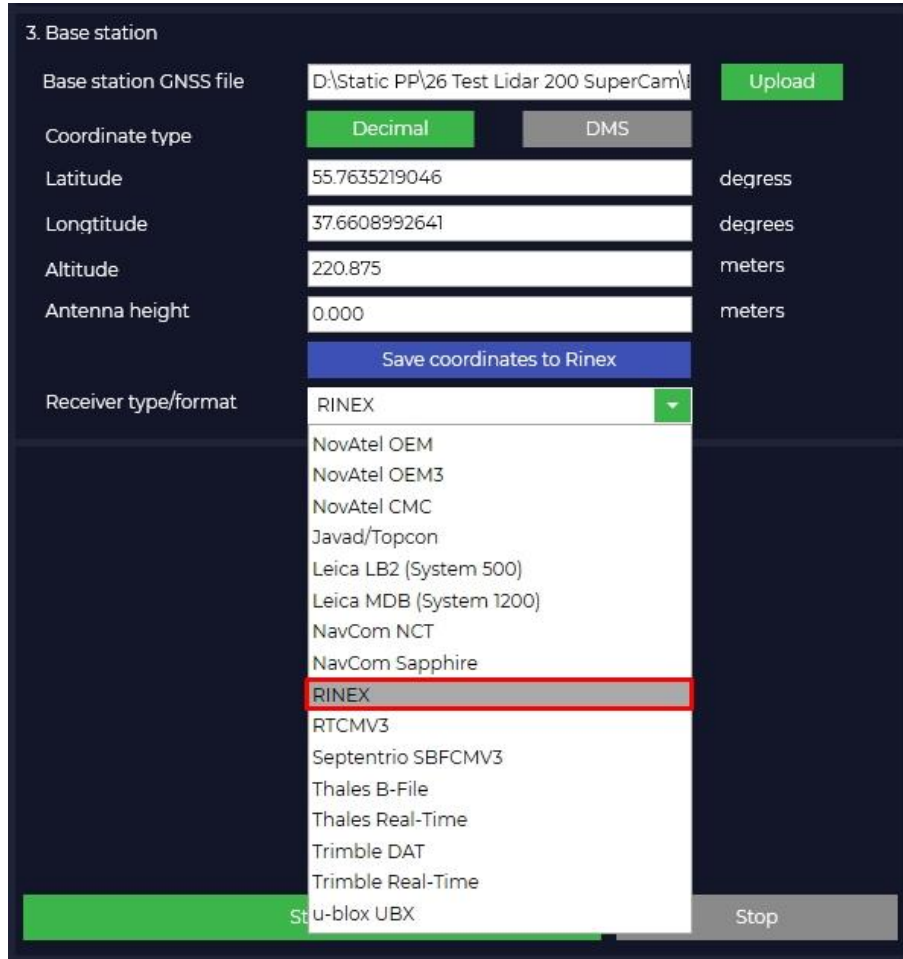
При загрузке файла измерений базовой станции в формате RINEX дополнительно нужно будет загрузить эфемериды, при этом Вы можете загрузить эфемериды с приемника TOPODRONE который установлен в Вашем LIDAR.





- 6) Из выпадающего списка приемников необходимо выбрать тот который поддерживает TOPODRONE Post Processing

**ПРИМЕЧАНИЕ:** Программа TOPODRONE Post Processing поддерживает загрузку данных с разных типов приемников, при этом если Вашего приемника нет в списке, Вы всегда можете выполнить конвертацию файла в универсальный формат RINEX.



3. Base station

Base station GNSS file: D:\Static PP\26 Test Lidar 200 SuperCamV Upload

Coordinate type: Decimal DMS

Latitude: 55.7635219046 degrees

Longitude: 37.6608992641 degrees

Altitude: 220.875 meters

Antenna height: 0.000 meters


Save coordinates to Rinex

Receiver type/format: RINEX

- NovAtel OEM
- NovAtel OEM3
- NovAtel CMC
- Javad/Topcon
- Leica LB2 (System 500)
- Leica MDB (System 1200)
- NavCom NCT
- NavCom Sapphire
- RINEX**
- RTCMV3
- Septentrio SBFCMV3
- Thales B-File
- Thales Real-Time
- Trimble DAT
- Trimble Real-Time
- Stu-blox UBX

Stop

- 7) Укажите высокоточные координаты базовой станции.



3. Base station

Base station GNSS file: D:\Static PP\26 Test Lidar 200 SuperCamV Upload

Coordinate type: Decimal DMS

Latitude: 55.7635219046 degrees

Longitude: 37.6608992641 degrees

Altitude: 220.875 meters

Antenna height: 0.000 meters

Save coordinates to Rinex

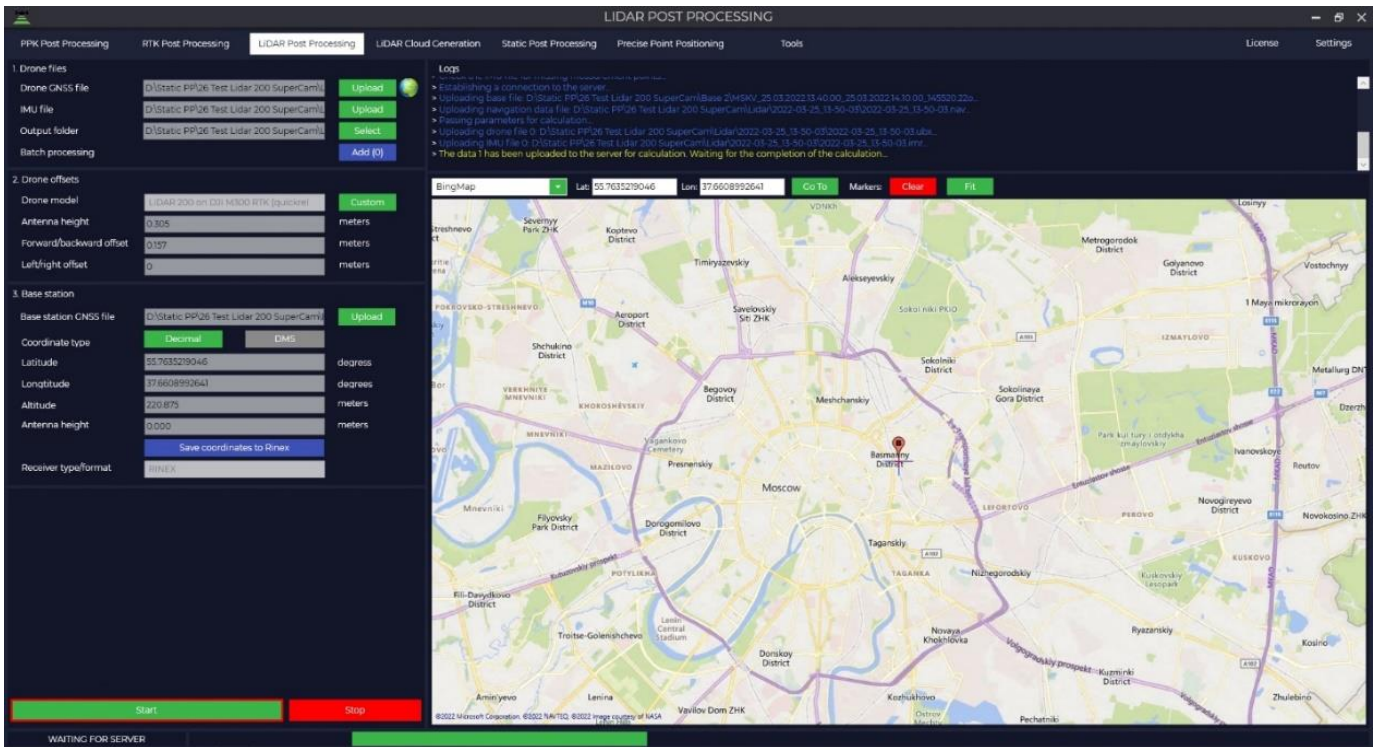
Receiver type/format: RINEX

**ПРИМЕЧАНИЕ:** Координаты базовой станции необходимо указать в формате широта, долгота, высота над эллипсоидом системы WGS 84.





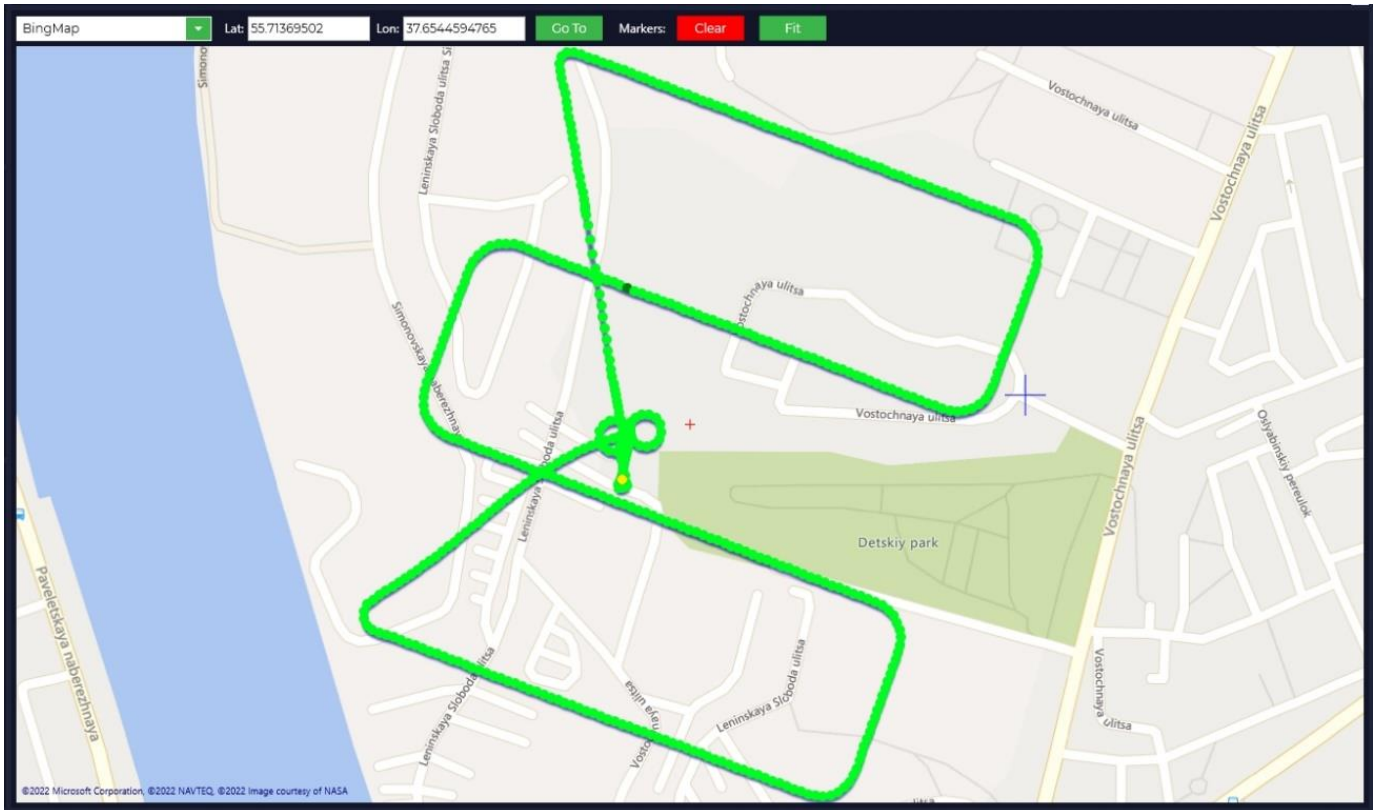
8) Запустите обработку нажав кнопку Start.



**ПРИМЕЧАНИЕ:** после начала обработки данные загружаются на наш сервер, где происходит совместная обработка траектории по данным ГНСС и ИМУ. Для корректной обработки у Вас должен быть стабильный интернет без обрывов, если на этапе загрузки данных произойдет сбой, то этап обработки нужно будет запустить повторно.



- 9) По итогу обработки файл с высокоточной траекторией будет загружен на Ваш компьютер и в окне карты Вы сможете увидеть траекторию и точность, с которой она была получена. Зеленый цвет означает, что траектория была обработана с фиксированным решением, желтый с плавающим решением, а красный цвет сообщит нам, что с автономным решением. Сам файл траектории будет находиться в папке по умолчанию или в той папке, которую Вы указали.

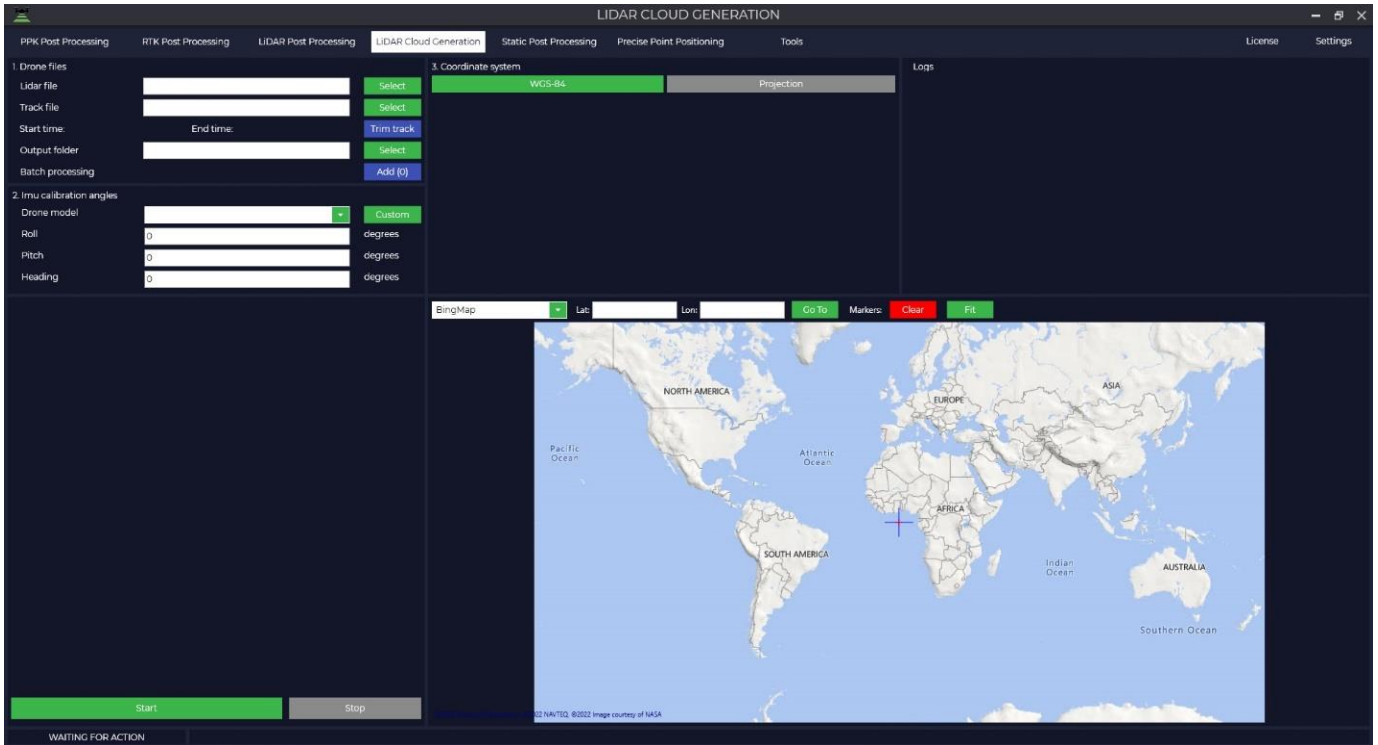




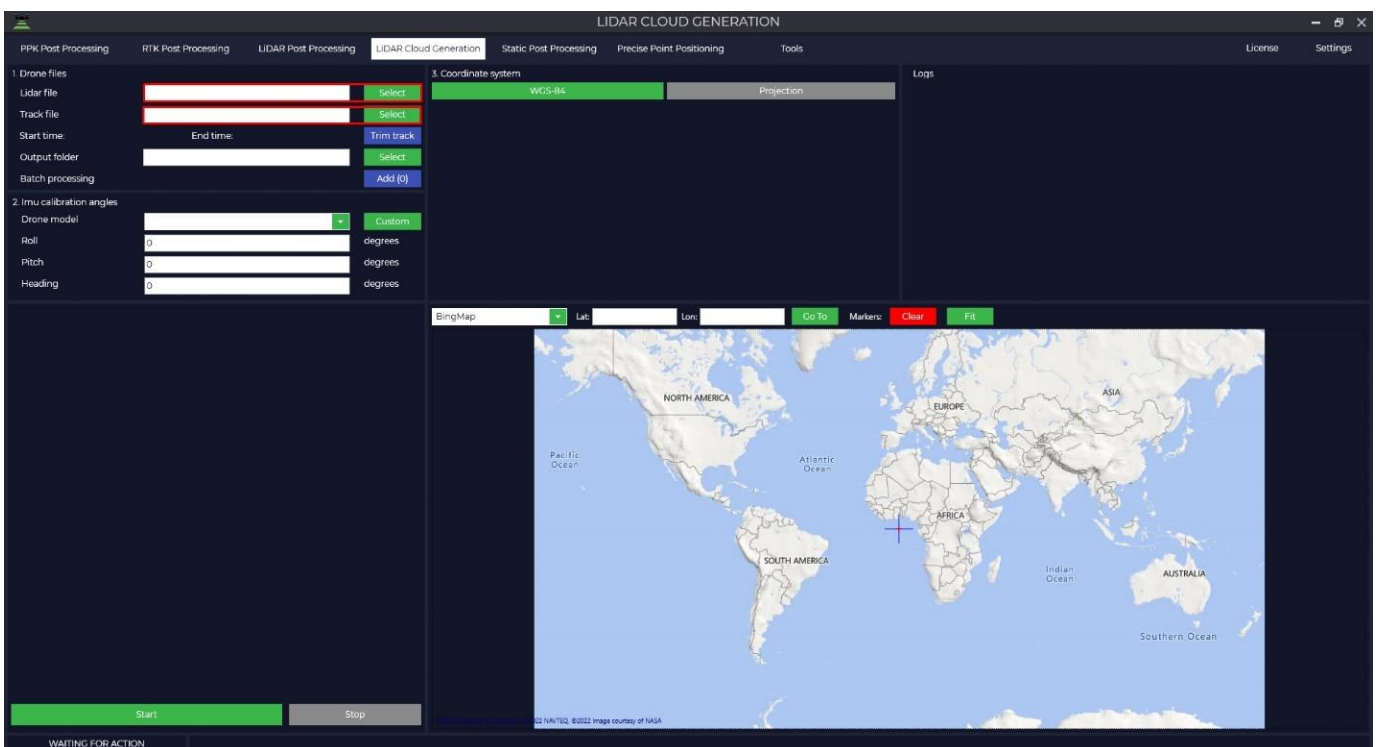
## 5. LiDAR Cloud Generation

Модуль предназначен для генерации облака точек на основании данных с LiDAR и высокоточной траектории, полученной в результате обработки в модуле LiDAR Post Processing.

1) Для запуска данного модуля необходимо перейти на вкладку LiDAR Cloud Generation.

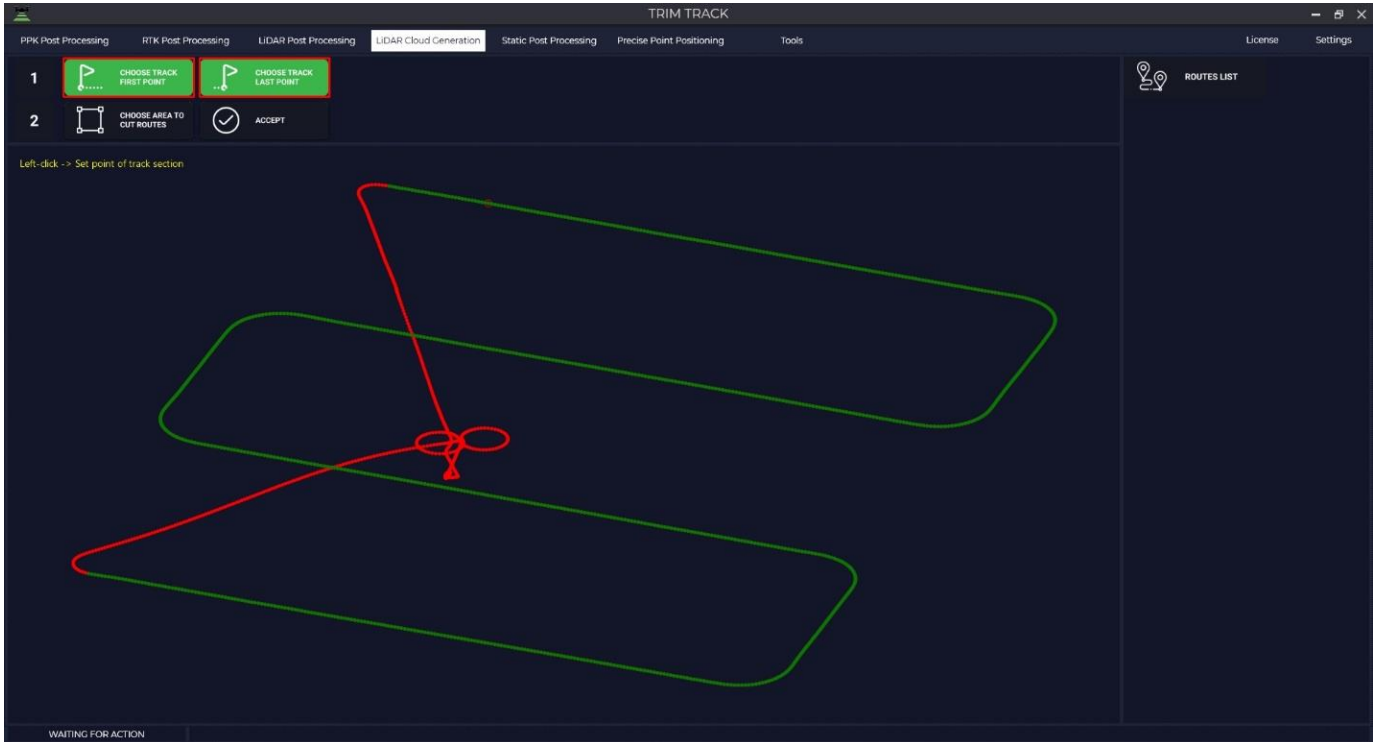


2) Укажите путь к данным измерений \*.pcap в поле Lidar file, в поле Track file укажите файл траектории track\_\*.pos, так же по умолчанию данные сохраняются в исходную папку при этом можно изменить место сохранения в поле Output folder.

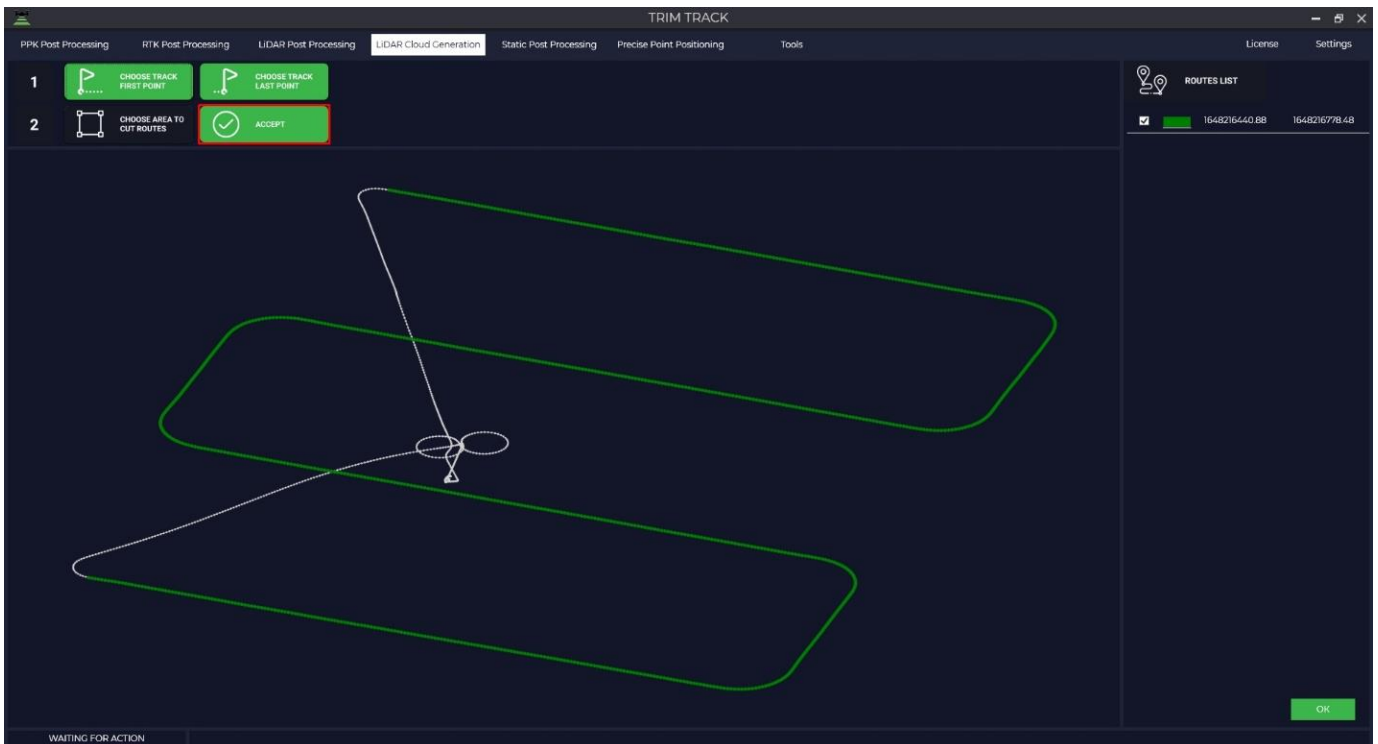




3) Нажмите кнопку Trim Track и выберите часть траектории для генерации облака точек




4) Нажмите АССЕРТ для обрезки не выделенной части траектории и ОК для сохранения.



**ПРИМЕЧАНИЕ:** дополнительно доступен инструмент для обрезки по выделенной площади (Choose area to cut routes).



- 5) Для выбора системы координат вам необходимо нажать кнопку «Projection» и выбрать из предложенного списка вашу систему координат или ввести название системы координат в строке поиска.



3. Coordinate system

WGS-84 Projection

Calibration Not used

Elevation type Ellipsoid by projection

Projection 32637

- zone 34S (m) EPSG 32734
- zone 35N (m) EPSG 32635
- zone 35S (m) EPSG 32735
- zone 36N (m) EPSG 32636
- zone 36S (m) EPSG 32736
- zone 37N (m) EPSG 32637

- 6) Программа Topodrone Post Processing по умолчанию работает с тремя типами отсчета высоты, при выборе какого-либо из типов, высота автоматически конвертируется.



3. Coordinate system

WGS-84 Projection

Calibration Not used

Elevation type Ellipsoid WGS-84

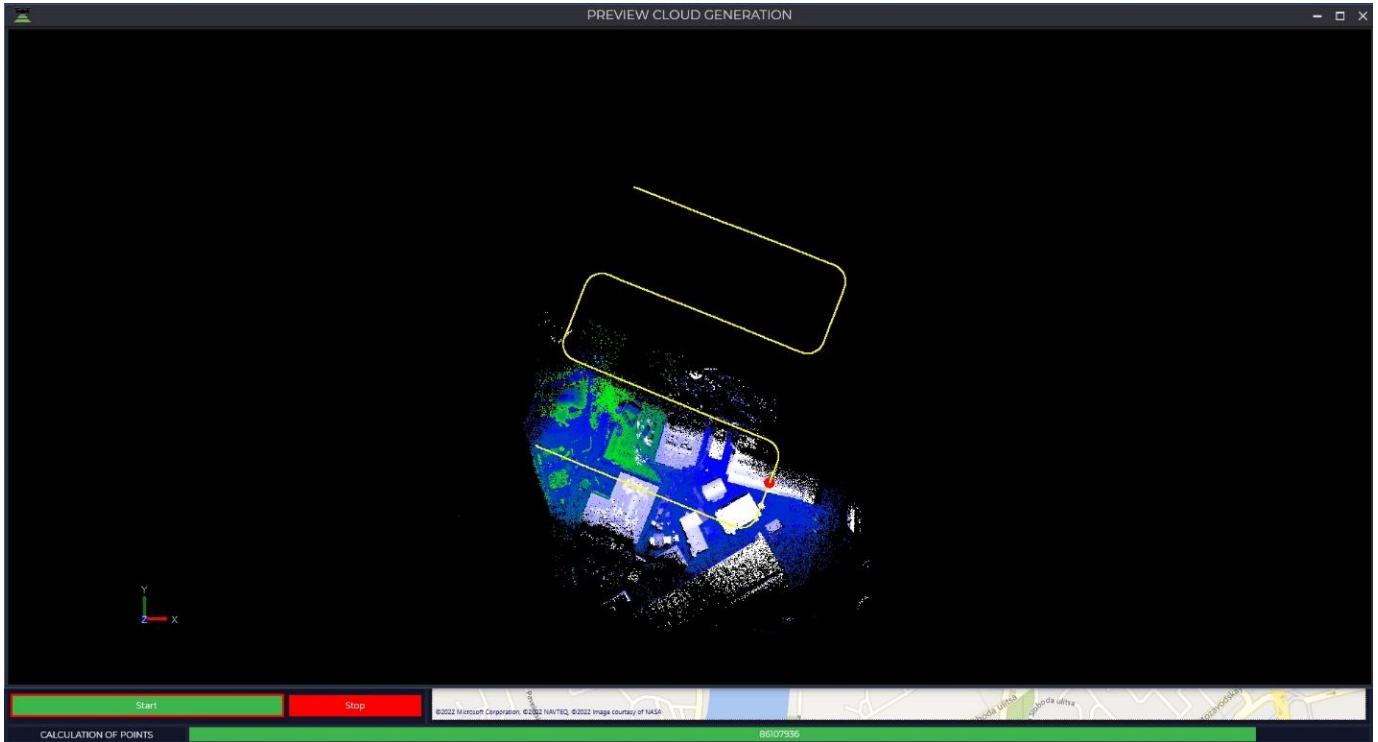
Projection Ellipsoid by projection

- zone 34S GEOID (EGM2008)
- zone 35N (m) EPSG 32635
- zone 35S (m) EPSG 32735
- zone 36N (m) EPSG 32636
- zone 36S (m) EPSG 32736
- zone 37N (m) EPSG 32637

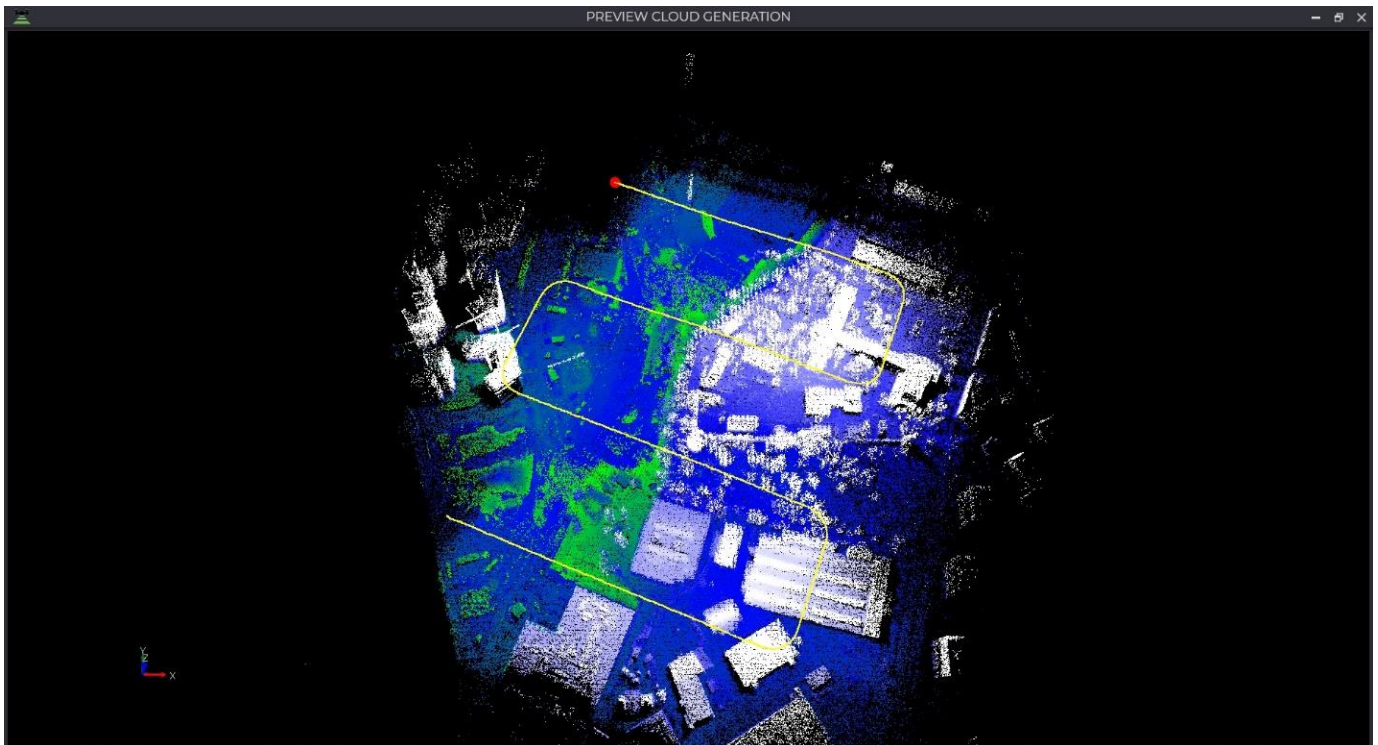




7) Далее нажимаем кнопку «Start» для запуска процесса генерации облака точек.



**ПРИМЕЧАНИЕ:** По завершении будет сформировано облако в формате LAS/LAZ в папке с исходными данными.





## 6. Static Post Processing

Модуль для обработки ГНСС данных в режиме статики, состоит из двух частей:

1. One vector
2. Equalizing networks

One vector рассчитывает координаты ровера от базовой станции по одному вектору. Для выполнения измерений требуется ринекс файлы ровера и базовой станции, навигационный файл. Поддерживаемые форматы файлов наблюдения: \*.ubx, \*.obs, \*.rnx и \*.\*O.

Equalizing networks позволяет выполнить уравнивание сети, задать исходные и измеряемые пункты, выполнить локализацию. Для выполнения расчета требуются ринекс файлы с наблюдаемых пунктов, навигационный файл. Поддерживаемые форматы файлов наблюдения: \*.ubx, \*.obs, \*.rnx и \*.\*O.

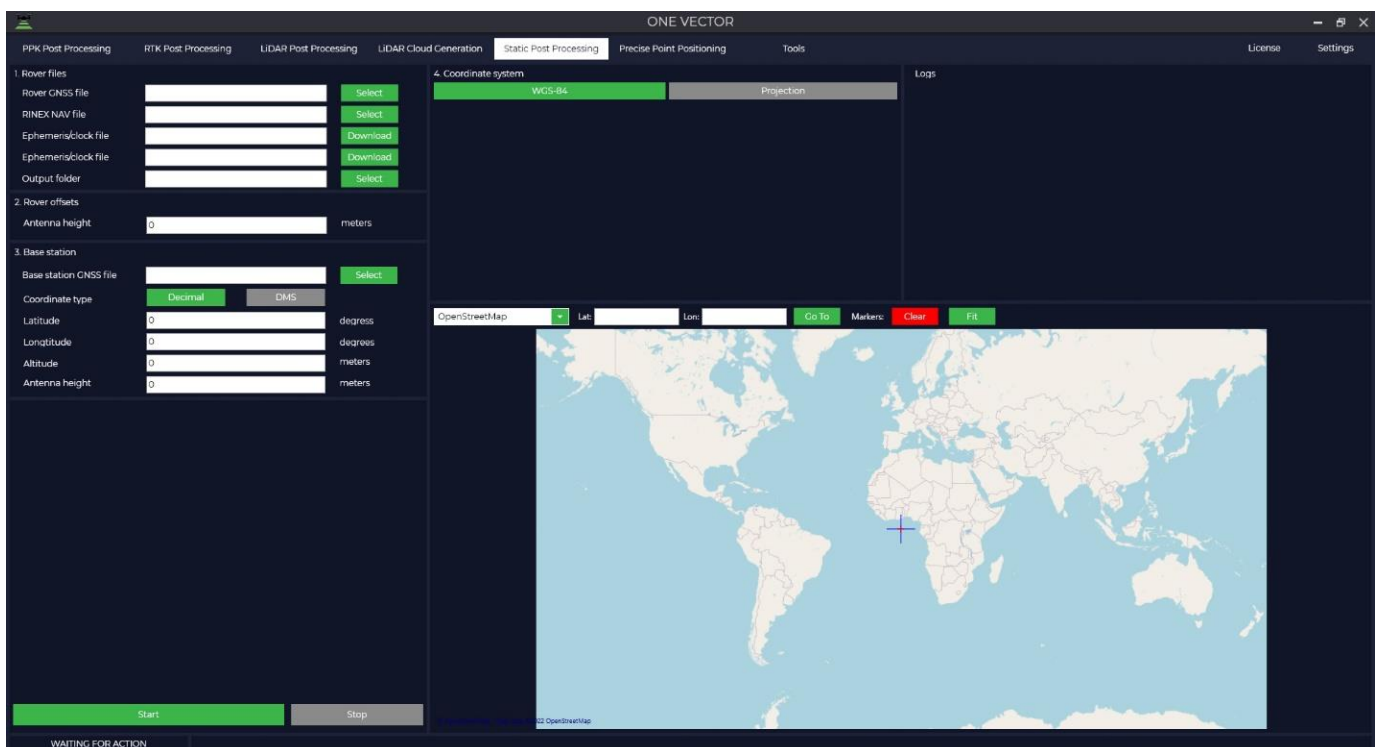
Для более точного результата также подгрузить свой или скачать с сервера НАСА файл точных эфемерид. Поддерживаемые форматы файлов навигационных эфемерид: \*.nav, \*.rnx, \*.n, \*.p, \*.g, \*.h, \*.q, \*.c и \*.l. Поддерживаемые форматы файлов точных эфемерид: \*.eph, \*.sp3.

Расстояние от базовой станции до ровера, при использовании точных эфемерид и навигационного файла НАСА, практически неограниченно, суточные ринекс файлы дают СКО около 5 сантиметров на расстоянии 5 тысяч км.

В модуле есть возможность выполнить измерение сразу в выбранной проекции.

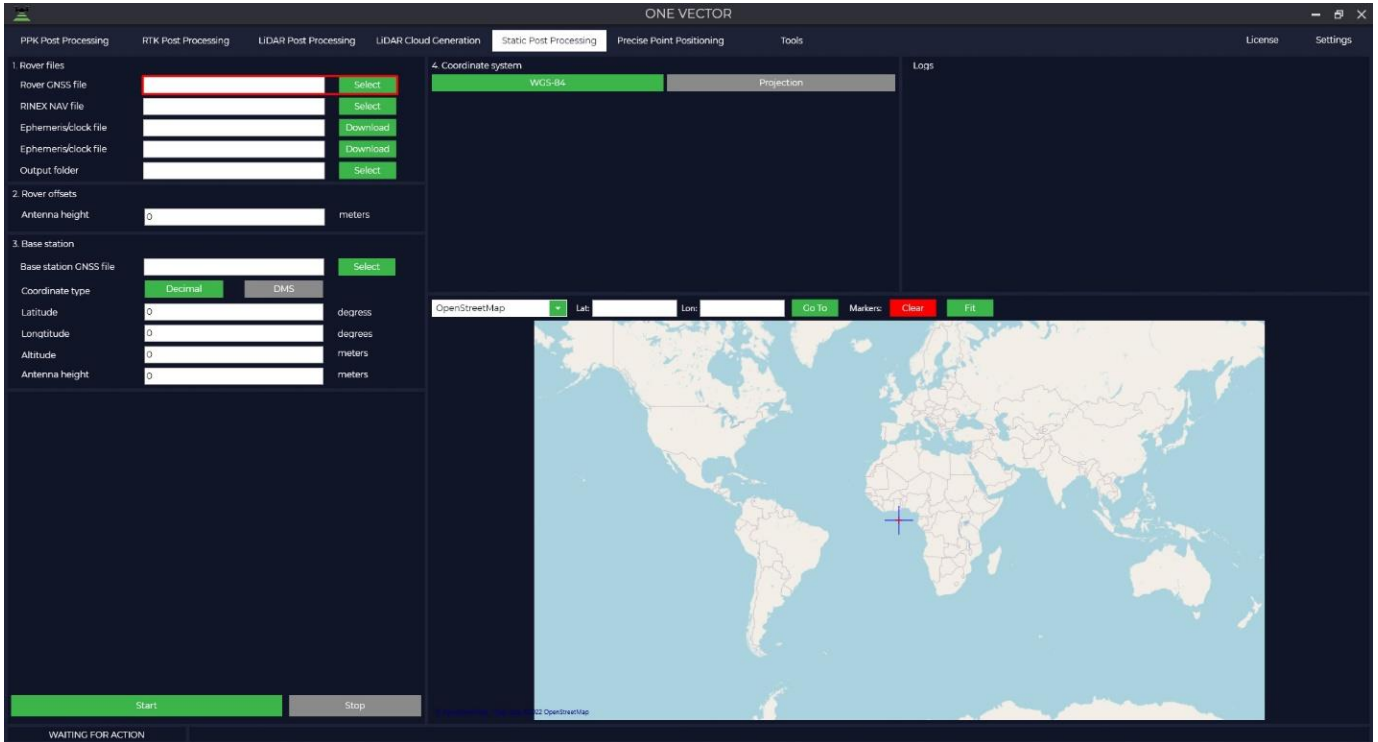
### 6.1. One vector

- 1) Для запуска данного модуля необходимо открыть программу Topodrone Post Processing перейти на вкладку Static Post Processing и нажать на кнопку «One vector».

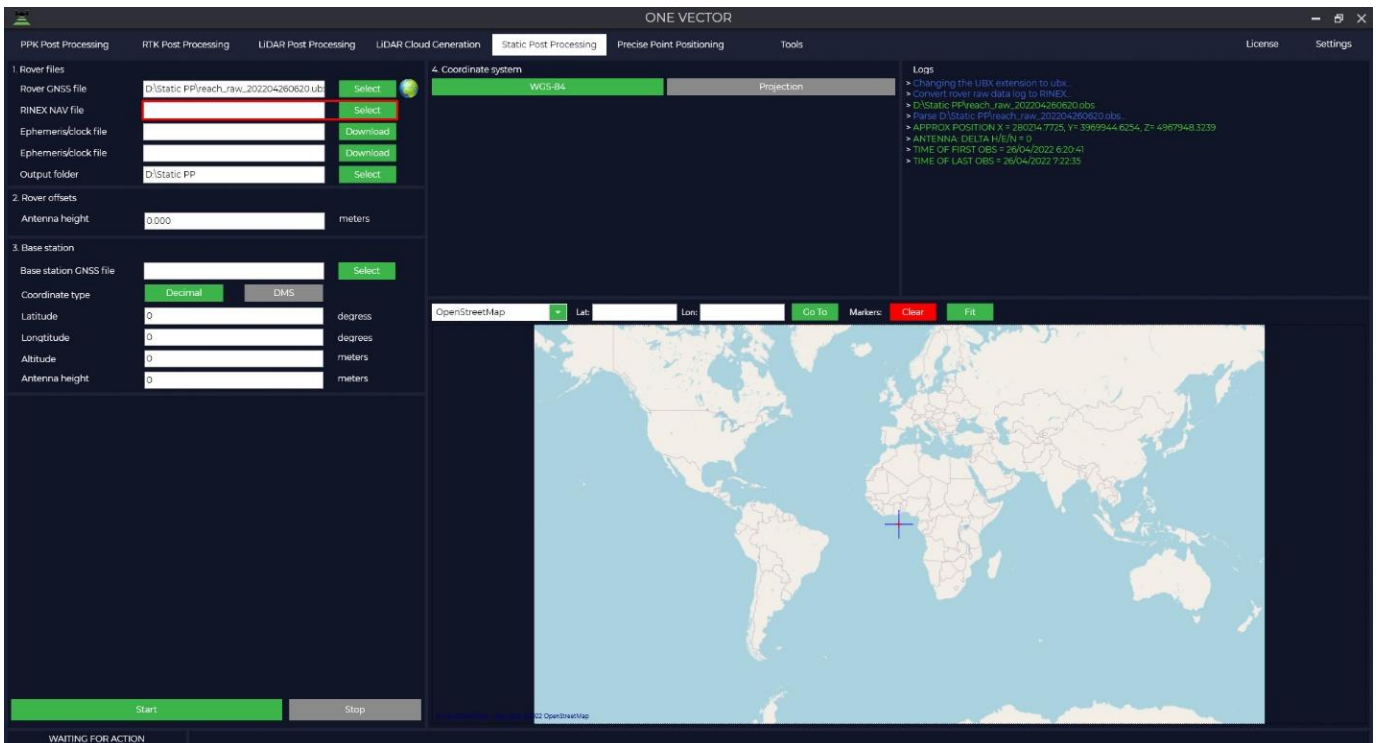




2) Загрузит данные измерений с ровера.

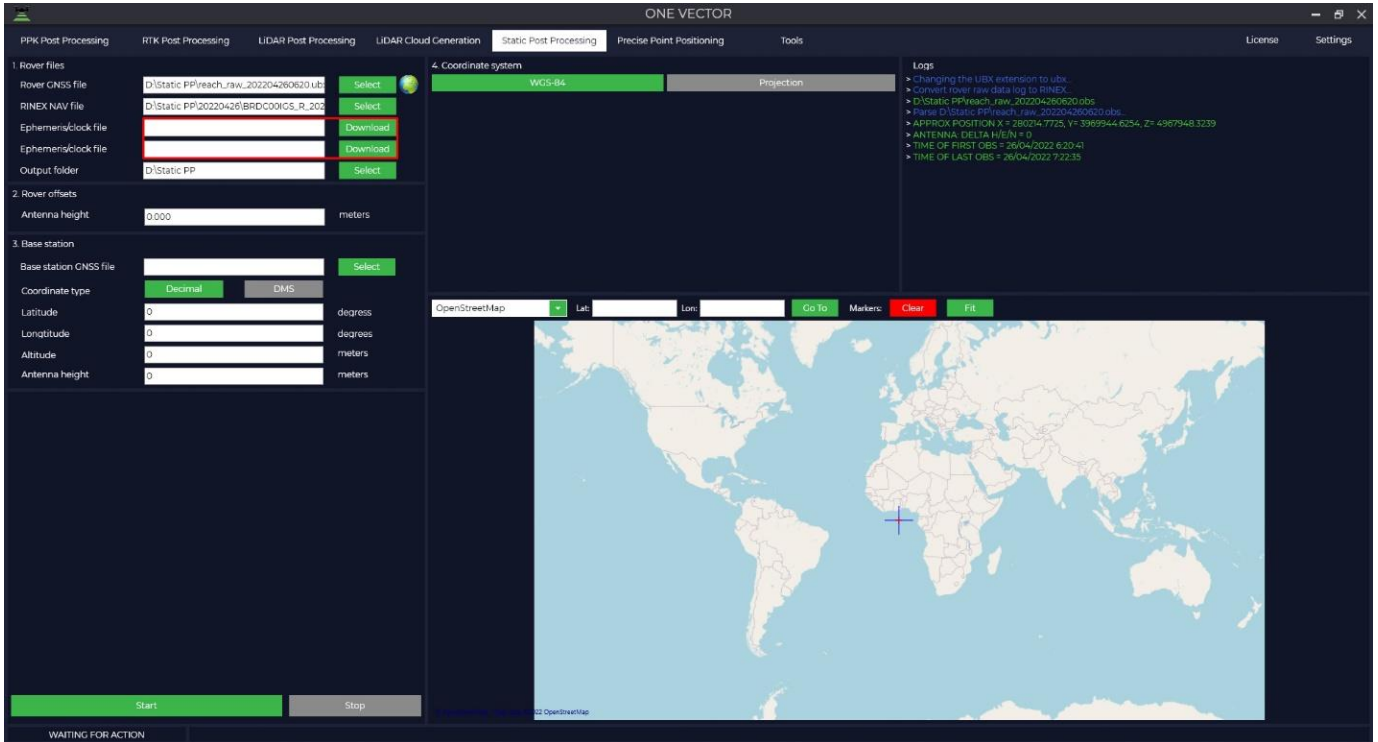


3) Загрузить данные бортовых эфемерид.



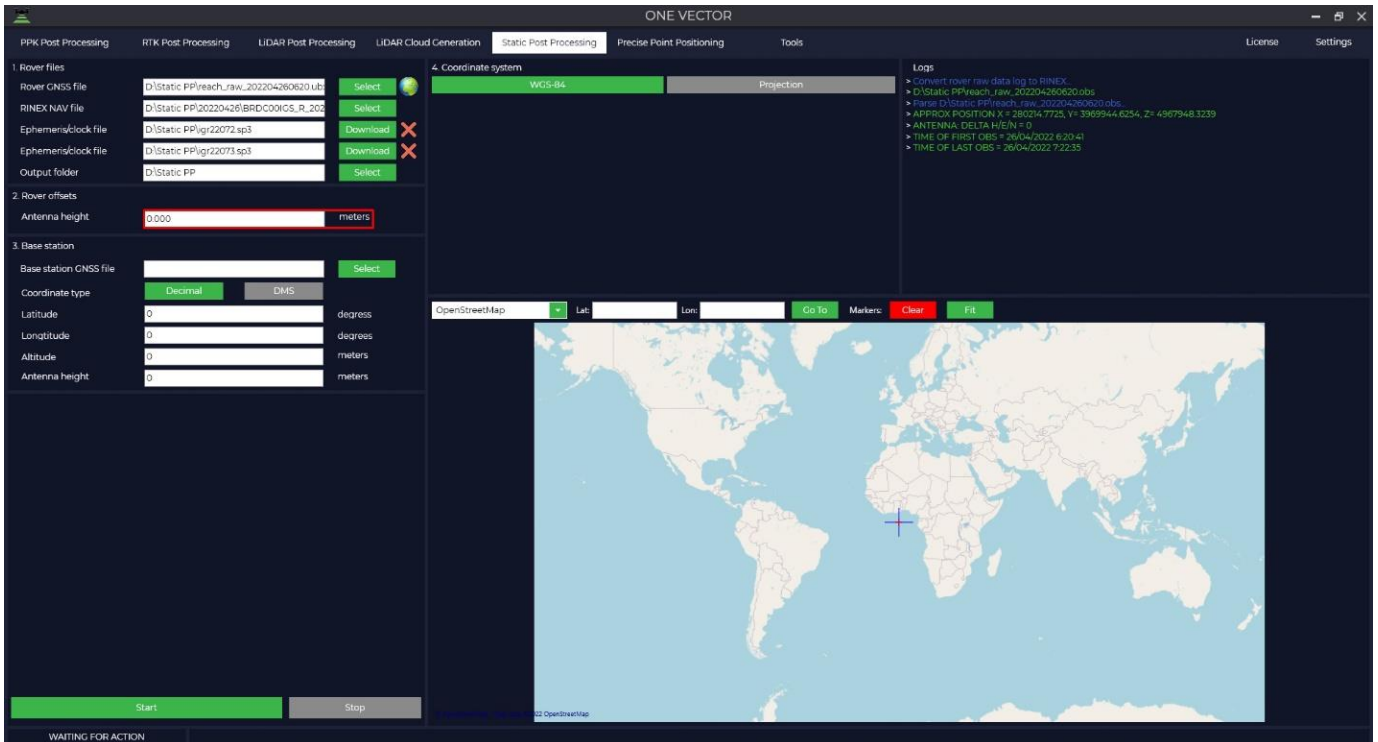


4) При необходимости загрузить файлы точных эфемерид.



5) Ввести высоту антенны ровера.

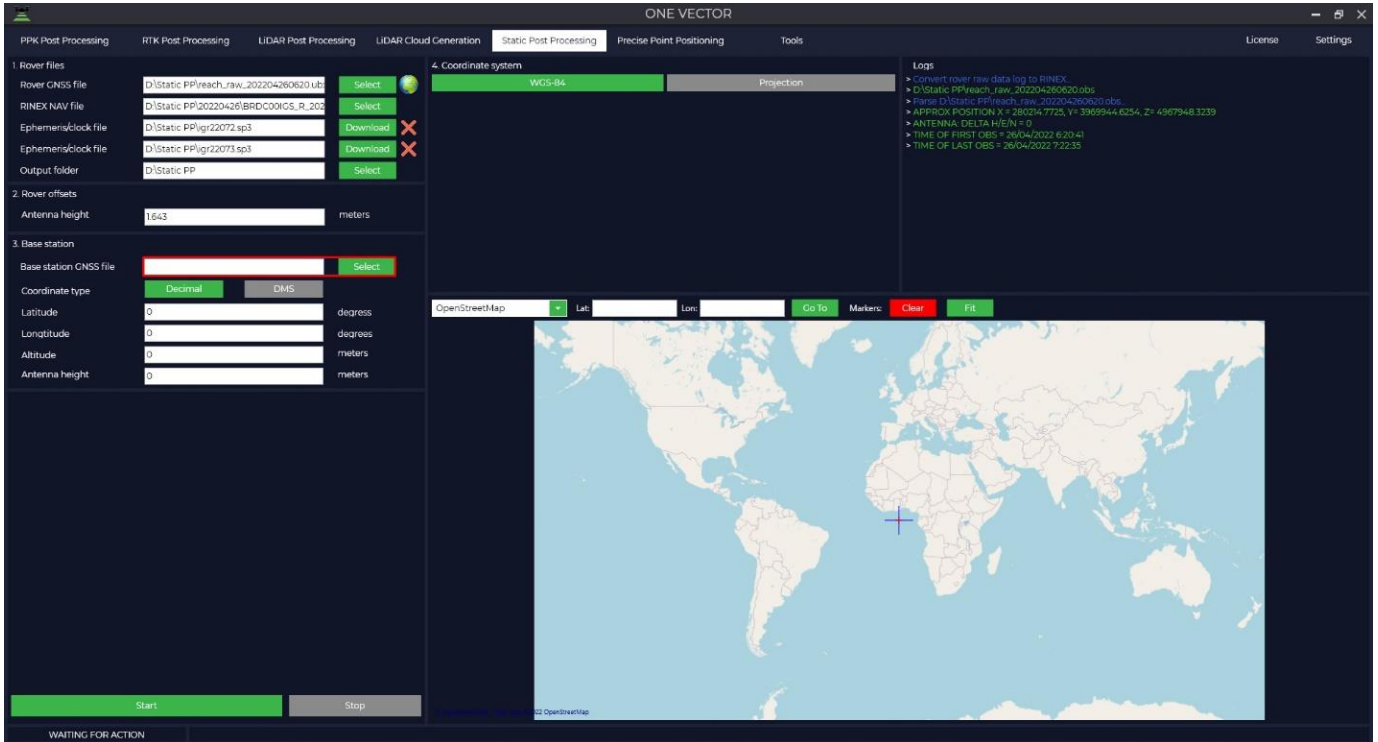
**Важно!!!** Высота антенны включает в себя высоту вежи или штатива от измеряемого пункта до низа крепления приемника и высоту от низа крепления приемника до фазового центра.



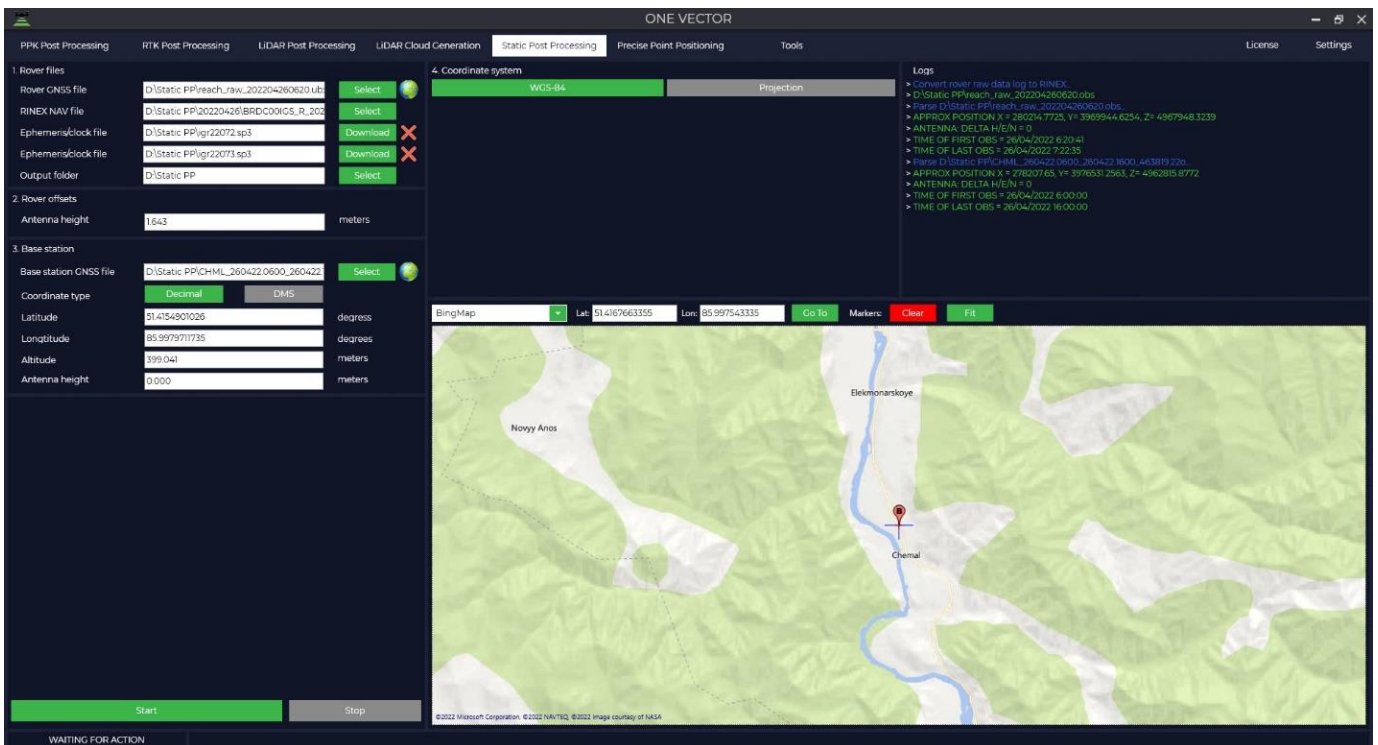




6) Загрузить данные измерений с базовой станции.

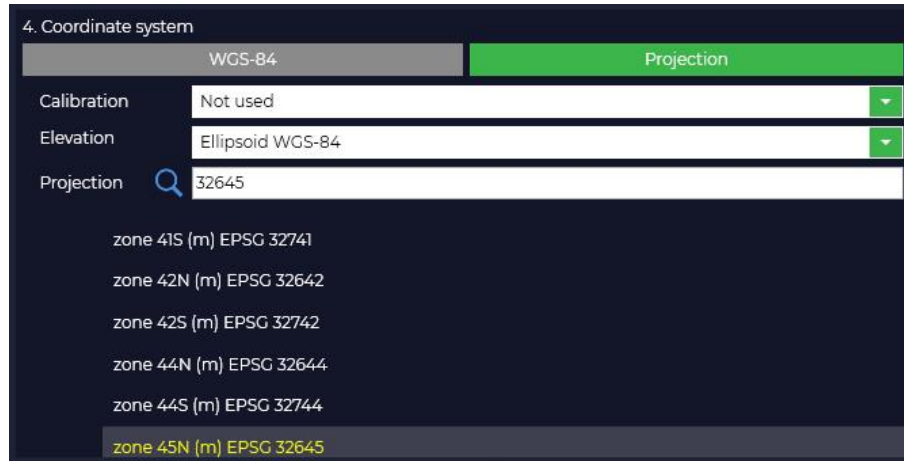


7) Программа автоматически подгрузит координаты и высоту базовой антенны из RINEX файла, при учете, что она была внесена при измерении и отобразит место расположения на карте.





- 8) В случае, если ваша система координат отличается от WGS-84, вам необходимо нажать кнопку «Projection» и выбрать из предложенного списка вашу систему координат или ввести название системы координат в строке поиска, при необходимости выберите модель геоида. Если вашей системы координат нет в списке, то Вы сами можете её добавить в программу Topodrone Post Processing.



4. Coordinate system

WGS-84 Projection

Calibration Not used

Elevation Ellipsoid WGS-84

Projection 32645

- zone 41S (m) EPSG 32741
- zone 42N (m) EPSG 32642
- zone 42S (m) EPSG 32742
- zone 44N (m) EPSG 32644
- zone 44S (m) EPSG 32744
- zone 45N (m) EPSG 32645**

- 9) При выборе системы координат произойдет конвертация из WGS-84 в выбранную вами проекцию. При необходимости скорректируйте координаты базовой станции.

**Важно!!!** Высота антенны включает в себя высоту веши или штатива от пункта с известными координатами до низа крепления приемника и высоту от низа крепления приемника до фазового центра.



3. Base station

Base station GNSS file D:\Static PP\CHML\_260422.0600\_260422 Select

Coordinate type Decimal DMS

North 5696506.926745112 meters

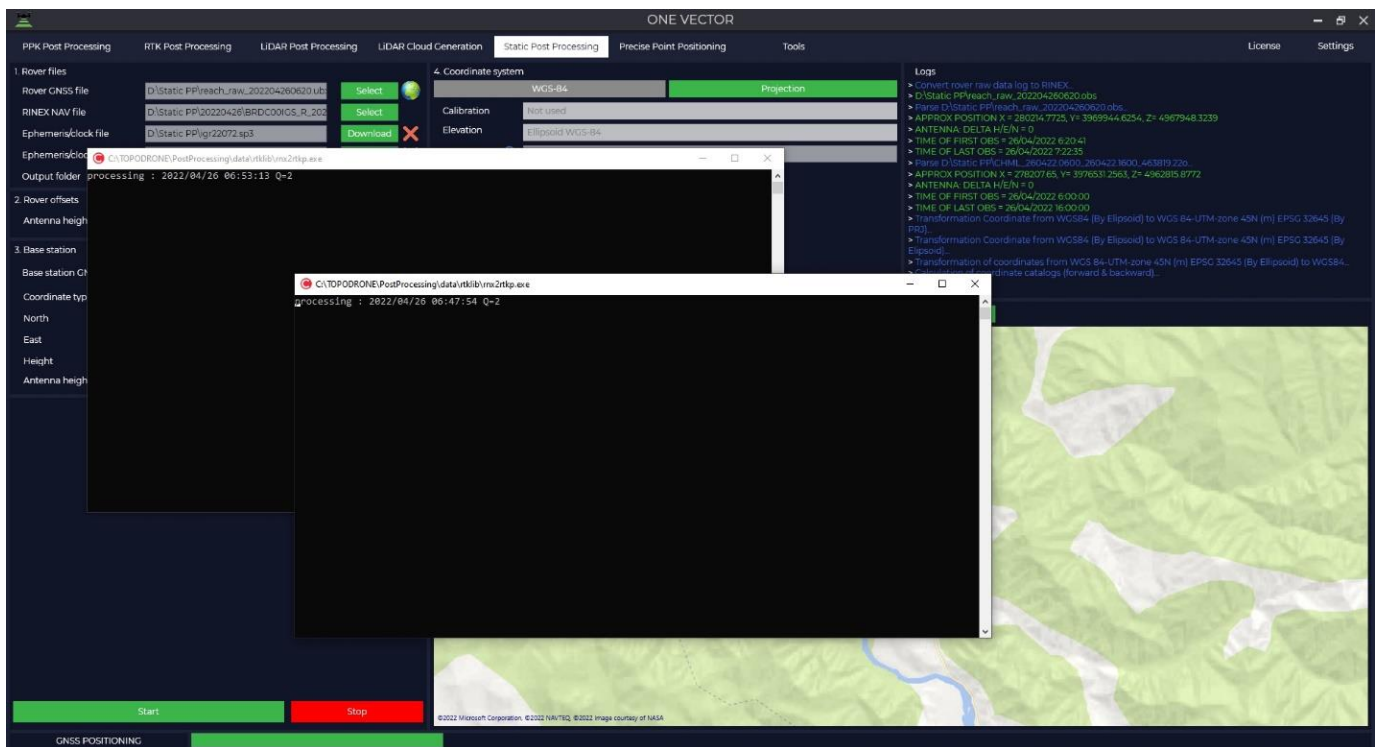
East 430318.657846235 meters

Height 399.041 meters

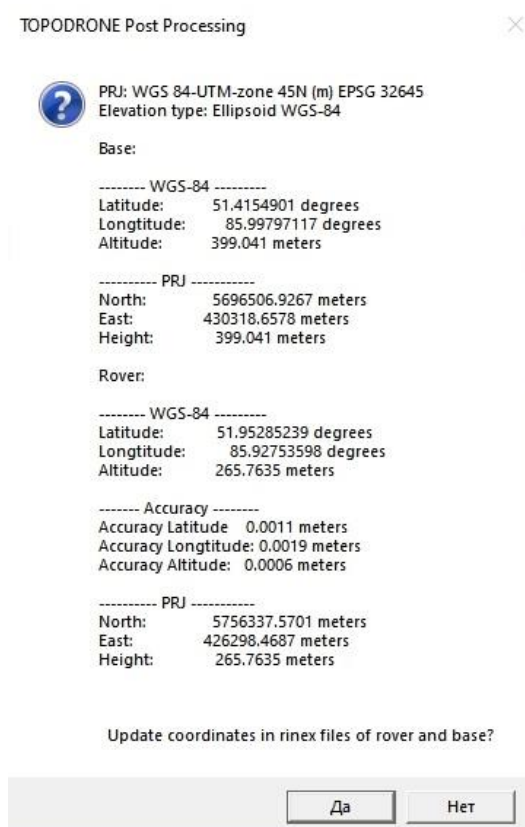
Antenna height 0.000 meters



10) После нажатии кнопки «Start» программа приступит к расчетам.



11) По окончании расчетов программа выдаст окно с координатами базовой станции и ровера в системе координат WGS-84 и местной системе координат и предложит сохранить эти данные в файлы наблюдений для дальнейшего использования этих данных. Так же в папке выходных данных сохраниться файл с результатами расчета.

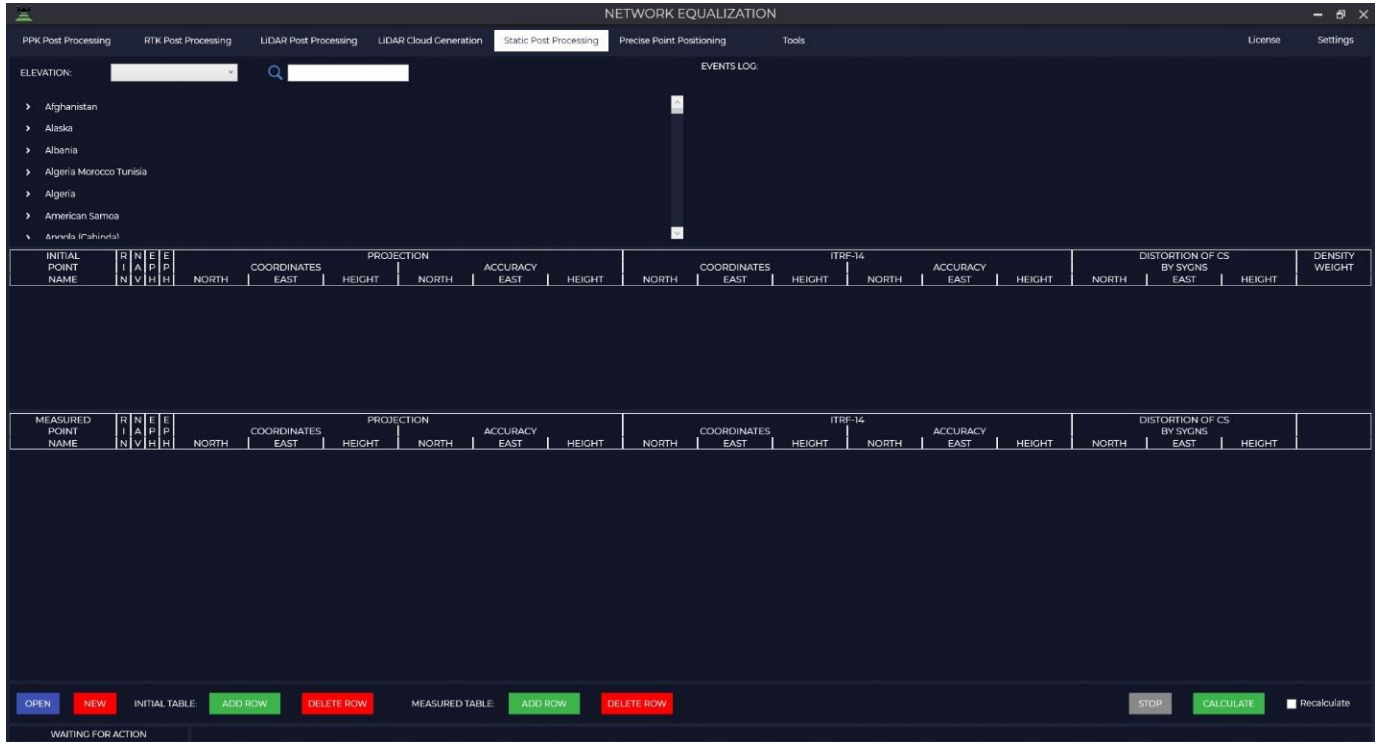




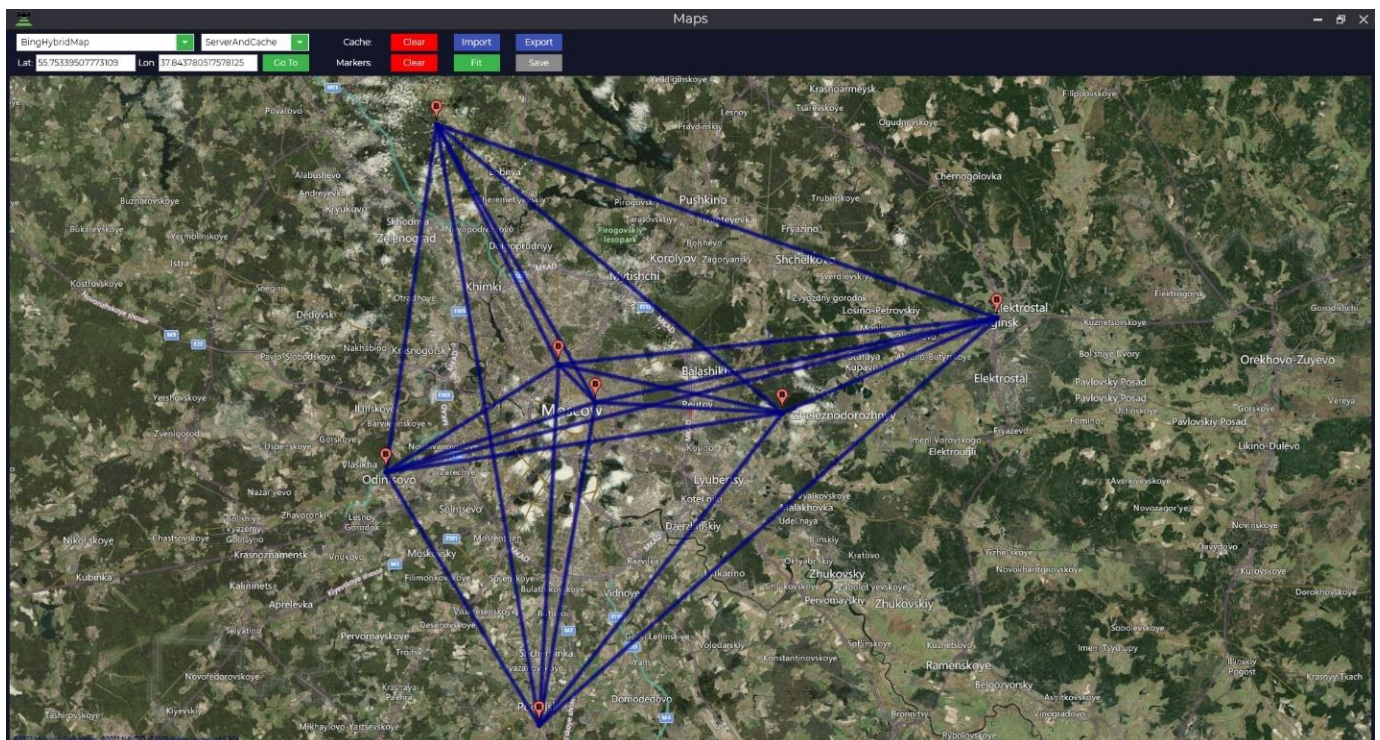


## 6.2. Equalizing networks

- 1) Для запуска данного модуля перейдите на вкладку Static Post Processing и нажать на кнопку Equalizing networks.



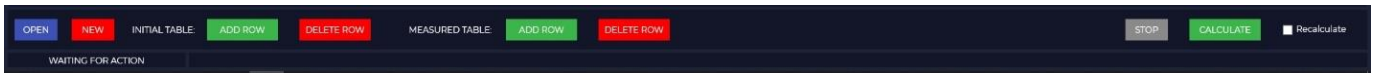
- 2) Для отображения пунктов, на которых производились наблюдения необходимо, чтобы окно карты на момент загрузки файлов было открыто.



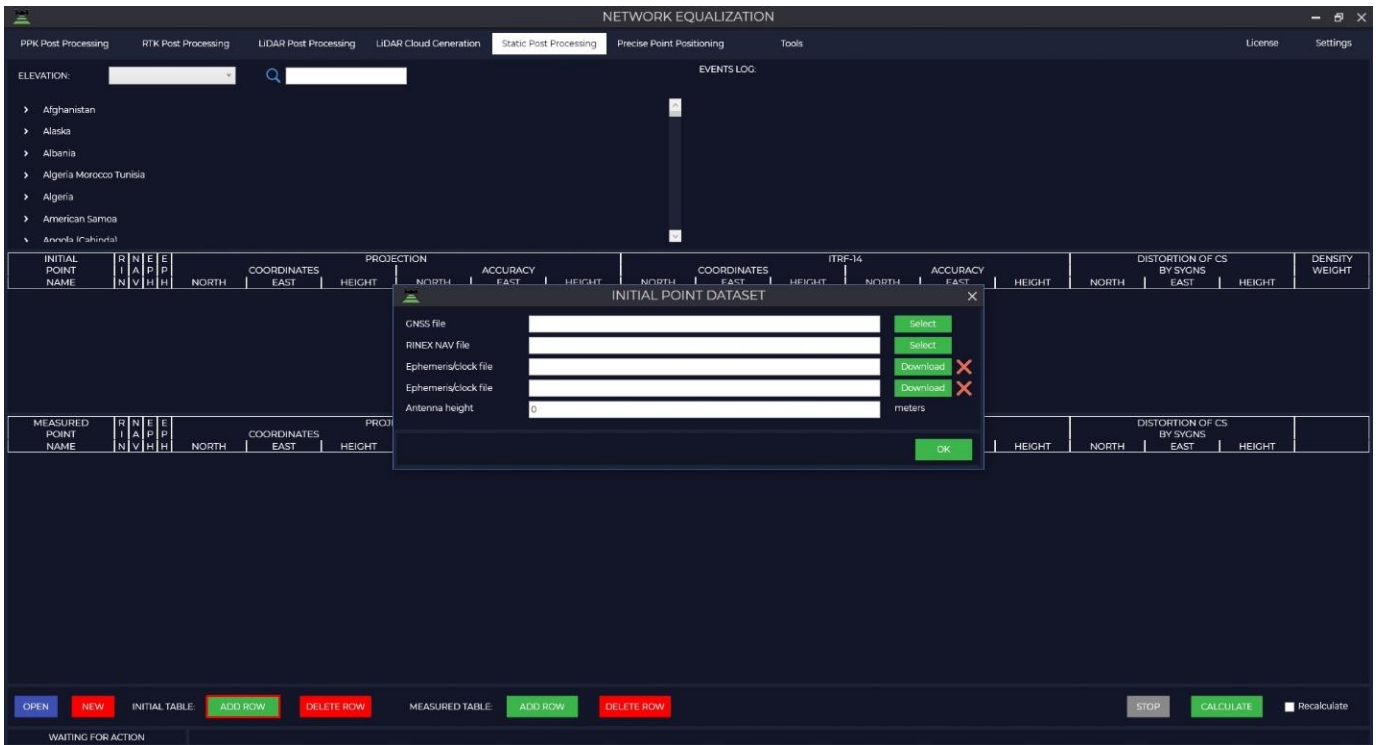




- 3) На нижней панели есть ряд инструментов: открыть или создать новый проект, добавить или удалить файлы исходных пунктов, добавить или удалить файлы измеряемых пунктов, остановить обработку и рассчитать.



- 4) При нажатии на кнопку «ADD ROW» напротив пункта «INITIAL TABLE» (исходные данные) нам необходимо загрузить данные по исходным пунктам.



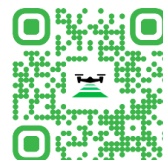
GNS file – файл измерений с ГНСС приемника в форматах \*.obs, \*.rnx или \*.\*o.

RINEX NAV file – навигационный файл измерений в формате \*.nav, \*.rnx, \*.n, \*.p, \*.g, \*.h, \*.q, \*.c и \*.l.

Ephemeris/clock file – файл финальных эфемерид в формате \*.sp3, \*.eph, также можно подгрузить файл точных бортовых часов \*.clk. При нажатии на кнопку Download, при наличии данных на сервере НАСА, программа автоматически скачает эти данные.

**ВАЖНО!!!** При обработке Equalizing networks (Уравнивание сетей) программа использует метод получения высокоточных координат (Precise Point Positioning – PPP) местности с помощью глобальной навигационных спутниковых систем посредством получения поправок к эфемеридам орбит и бортовым часам всех видимых космических аппаратов. Для наилучшего расчета рекомендуется добавить суточные измерения с ближайшей референционной базовой станции или IGS.

Antenna height – высота от центра пункта до фазового центра ГНСС приемника.



Тип	Точность орбит и часов	Доступность	Примечание
Текущие (Broadcast)	~100 см ~5 нс СКО ~2.5 нс $\sigma$	В реальном времени	Обобщенные в ЦУП бортовые эфемериды ГЛОНАСС (.YYg) и GPS (.YYn) за сутки в формате RINEX
Уточненные (UltraRapid)	~3 см ~150 пс СКО ~50 пс $\sigma$	Через 3-9 часов	Уточненные эфемериды и поправки бортовых часов
Точные (Rapid)	~2.5 см ~75 пс СКО ~25 пс $\sigma$	Через 17-41 часов	Эфемериды и поправки бортовых часов, полученные на интервале последних суток
Финальные (Final)	~2.5 см ~75 пс СКО ~20 пс $\sigma$	Через 12-18 дней	Финальные эфемериды и поправки бортовых часов

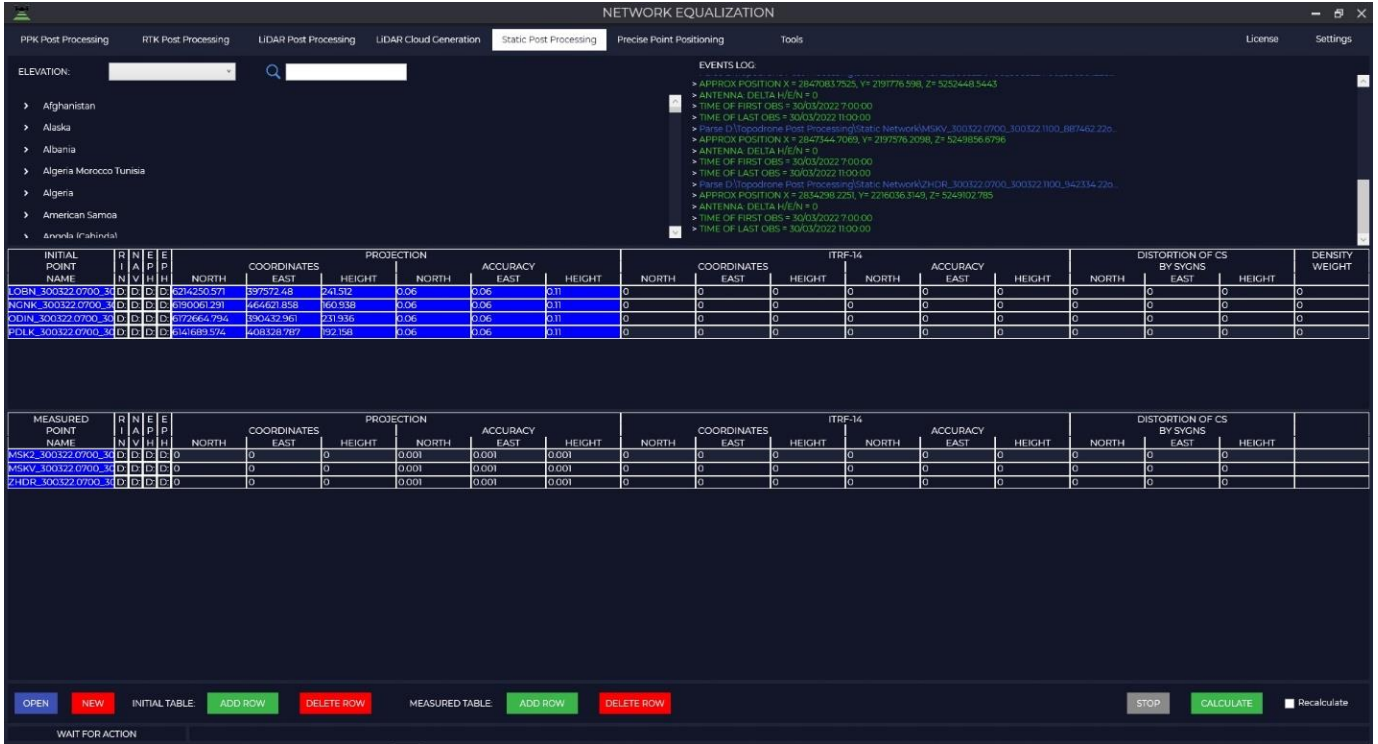
5) Затем необходимо ввести координаты исходных пунктов и точность их определения. Если Вы не знаете с какой точностью они были определены, то Вам необходимо указать следующие рекомендуемые точности:

- ФАГС 20 мм север/восток, 30 мм высота;
- ВГС 30 мм север/восток, 40 мм высота;
- АГС и СГС 40 мм север/восток, 50 мм высота;
- ГГС 60 мм север/восток, 110 мм высота.

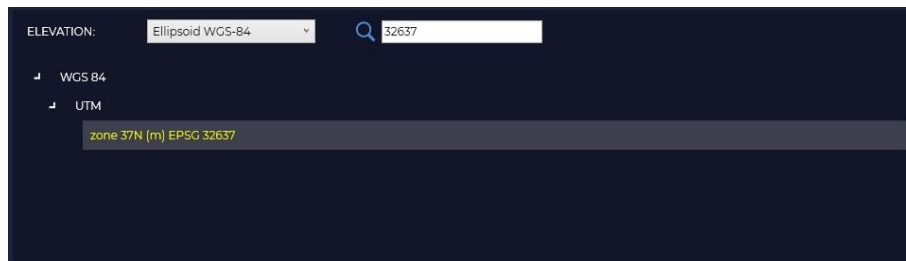
INITIAL POINT NAME	R	N	E	E	PROJECTION					
					COORDINATES			ACCURACY		
	I	A	P	P	NORTH	EAST	HEIGHT	NORTH	EAST	HEIGHT
LOBN_300322.0700_30	D	D	D	D	6214250.571	397572.48	241.512	0.06	0.06	0.11
NGNK_300322.0700_30	D	D	D	D	6190061.291	464621.858	160.938	0.06	0.06	0.11
ODIN_300322.0700_30	D	D	D	D	6172664.794	390432.961	231.936	0.06	0.06	0.11
PDLK_300322.0700_30	D	D	D	D	6141689.574	408328.787	192.158	0.06	0.06	0.11



- 6) Для загрузки данных по измеряемым пунктам необходимо воспользоваться «ADD ROW» напротив пункта «MEASURED TABLE» и по аналогии с исходными пунктами выполнить загрузку.

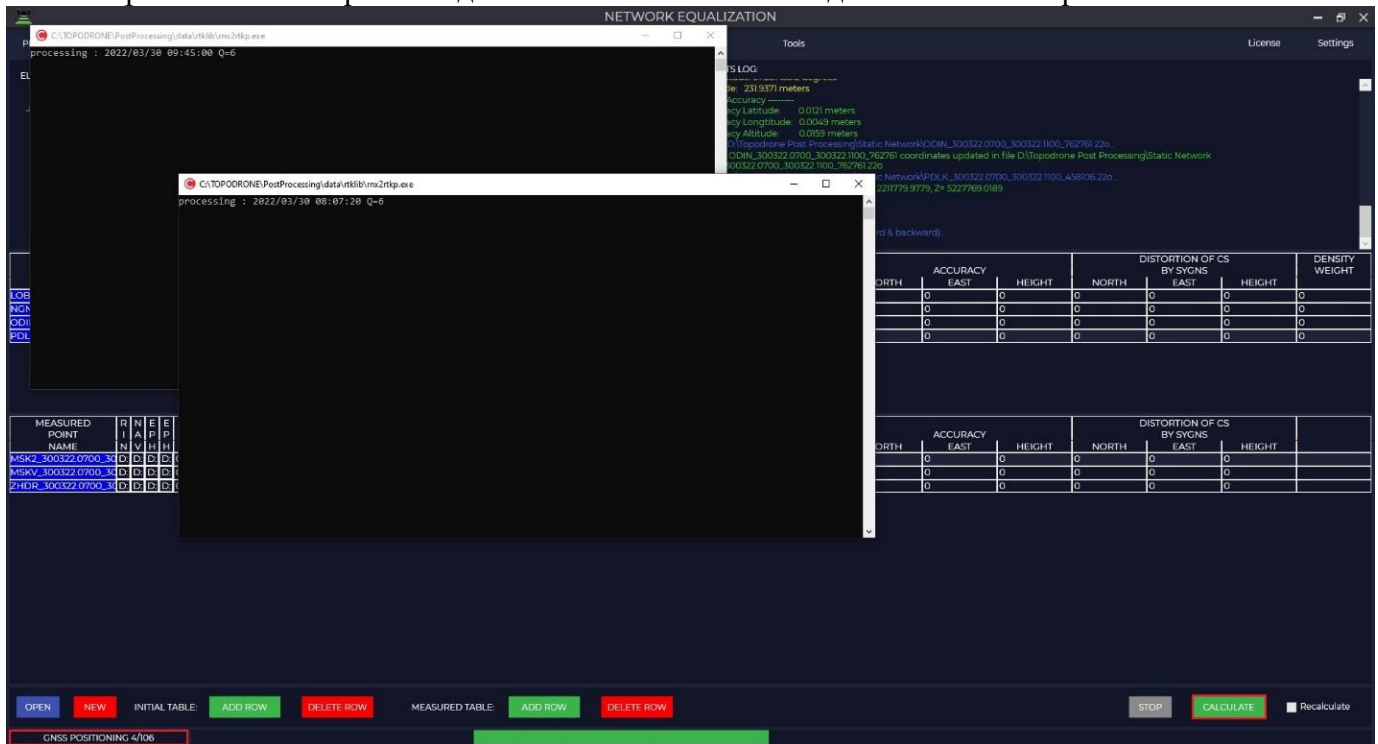


- 7) Выбираем систему координат и тип используемой высоты.





- 8) При нажатии на кнопку CALCULATE программа начнет расчет. Слева снизу будет отображаться какой расчет идет и сколько всего необходимо выполнить расчетов.



The screenshot shows the TOPODRONE software interface during a network equalization process. The main window displays a 'MEASURED POINT' table with columns for NAME, R, N, E, P, and H. Below this, there are two tables: 'DISTORTION OF CS BY SYGNS' and 'DENSITY WEIGHT'. The 'CALCULATE' button is highlighted in red, indicating the start of the calculation process.

Расчет сети идет по следующему алгоритму:

- 1) Расчет координат всех пунктов в системе координат ITRF2014 методом Precise Point Positioning – PPP. После этого этапа в окне ITRF-14 Вы увидите рассчитанные координаты и точность, с которой они получились.

ITRF-14					
COORDINATES			ACCURACY		
NORTH	EAST	HEIGHT	NORTH	EAST	HEIGHT
56.06245439	37.35495176	241.4907	0.0174	0.0057	0.0151
55.85477732	38.43486396	160.8961	0.0194	0.0072	0.0132
55.68739327	37.25715508	231.9368	0.0147	0.0061	0.021
55.41286146	37.55197266	192.1838	0.0114	0.0065	0.0158

ITRF-14					
COORDINATES			ACCURACY		
NORTH	EAST	HEIGHT	NORTH	EAST	HEIGHT
55.80444375	37.59023307	256.9528	0.0188	0.0091	0.0176
55.76352297	37.66090396	220.861	0.0205	0.0073	0.0138
55.75212758	38.02057897	172.5149	0.012	0.0063	0.0138

- 2) На следующем этапе программа выполняет вычисления координат пунктов методом Precise Point Positioning и статическое измерение всех возможных векторов, выполняет вычисление координат пунктов взвешиванием по точностям.
- 3) Затем используя систему координат и координаты исходных, с учетом весовых точностей пунктов, программа вычисляет общее смещение от параметров выбранной проекции и создает сетку остаточных поправок искажений.
- 4) В окне DISTORTION OF CS BY SYGNS можно увидеть остаточные искажения системы координат относительно исходных пунктов. В окне DENSITY WEIGHT Плотность точек, она





нужна для увеличения/уменьшения веса искажений, одинокая точка имеет больший вес чем точка, которая находится рядом с другими.

DISTORTION OF CS BY SYGNS			DENSITY WEIGHT
NORTH	EAST	HEIGHT	
-0.099	-0.186	0.012	0.728
0.025	0.078	0.033	1.693
0.024	0.069	-0.01	0.851
0.05	0.04	-0.035	0.728

- 5) По итогу вычислений Вы получите каталог координат пунктов в той системе координат, которая была задана, точность определения этих координат и сетку искажений для использования в программе Topodrone Post Processing и открыть через модуль TOOLS вкладка CALIBRATION.

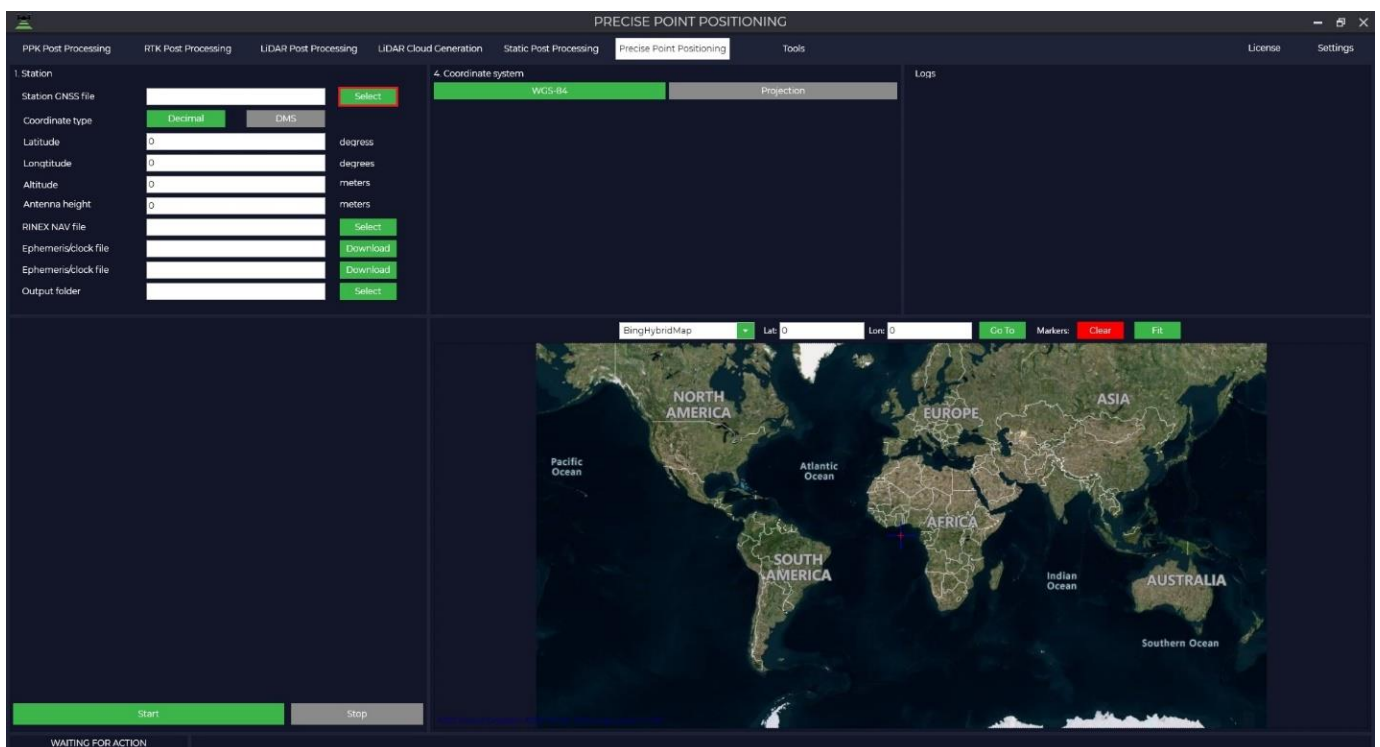
MEASURED POINT NAME	R I N V	N A V H	E P H H	PROJECTION					
				COORDINATES			ACCURACY		
				NORTH	EAST	HEIGHT	NORTH	EAST	HEIGHT
MSK2_300322.0700_30	D	D	D	6185214.2785	411635.6763	256.966	0.0816	0.0712	0.1357
MSKV_300322.0700_30	D	D	D	6180572.6269	415977.0094	220.8743	0.0802	0.07	0.1331
ZHDR_300322.0700_30	D	D	D	6178926.9411	438526.3222	172.5378	0.0694	0.06	0.1124



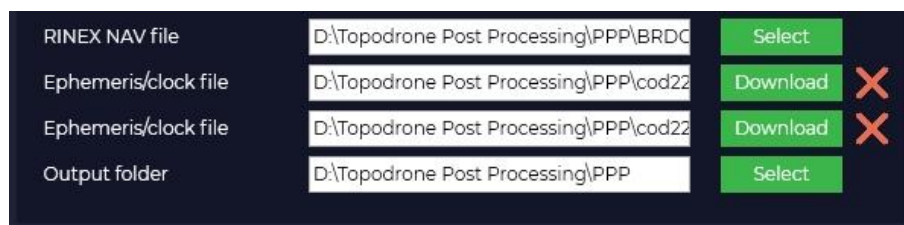
## 7. Precise Point Positioning

Precise Point Positioning (PPP) — это метод позиционирования глобальной навигационной спутниковой системы, который вычисляет координаты с погрешностью всего в несколько сантиметров при хороших условиях. PPP представляет собой комбинацию нескольких относительно сложных методов уточнения местоположения ГНСС. В отличие от метода RTK, в котором используется базовая станция, ровер и относительно небольшие расстояния между ними, в методе PPP используется один ГНСС приемник.

- 1) Перейдите на вкладку Precise Point Positioning для использования данного модуля и нажмите на кнопку Select для загрузки данных с ГНСС приемника. Поддерживаемые форматы: \*.ubx, \*.obs, \*.rnx и \*.o.



- 2) Далее нам необходимо подгрузить остальные данные.



RINEX NAV file – навигационный файл измерений в формате \*.nav, \*.rnx, \*.n, \*.p, \*.g, \*.h, \*.q, \*.c и \*.l.

Ephemeris/clock file – файл финальных эфемерид в формате \*.sp3, \*.eph также можно подгрузить файл точных бортовых часов \*.clk. При нажатии на кнопку Download, при наличии данных на сервере НАСА, программа автоматически скачает эти данные.

Output folder – папка с выходными данными, при необходимости ее можно изменить.



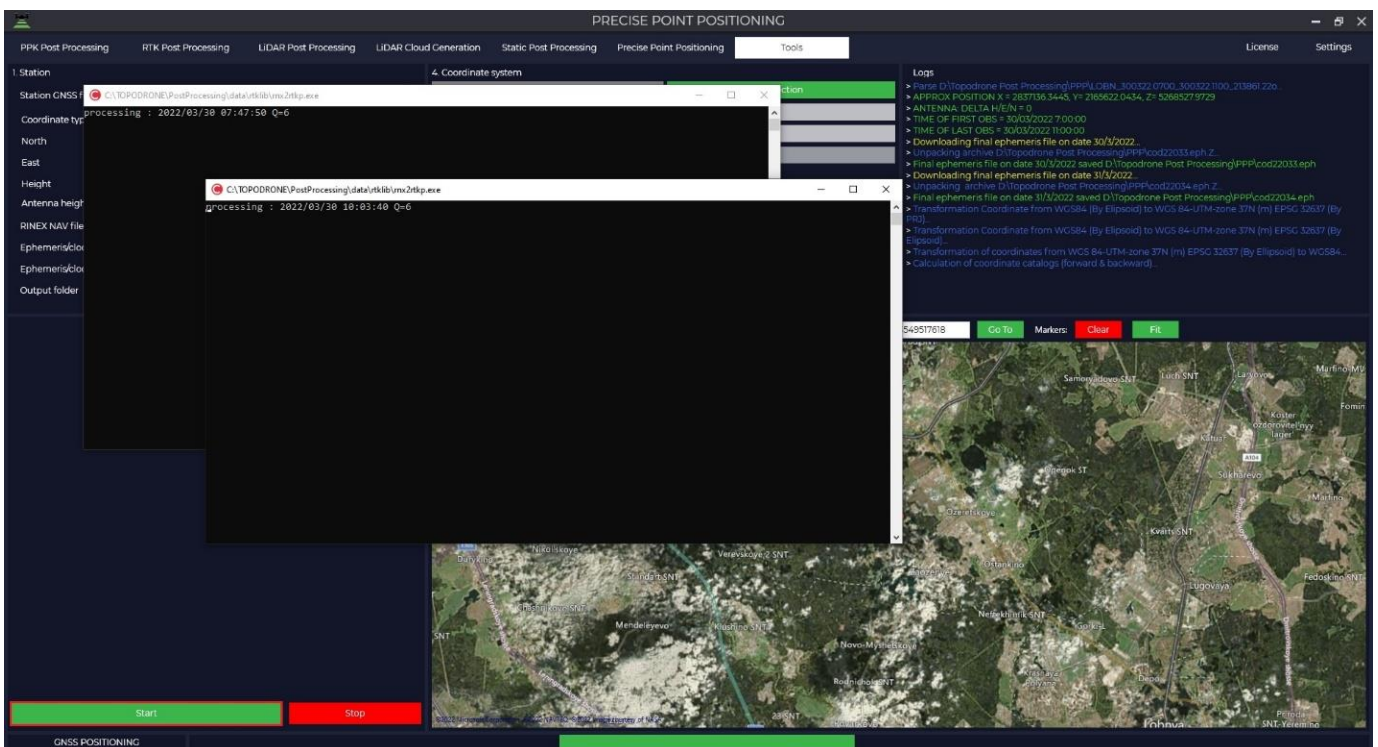
- 3) Выбираем систему координат и высот в которой в которой нам необходимо получить координаты пункта.



- 4) Далее при наличии данных ввести координаты базовой станции и высоту антенны с учетом фазового центра.

North	6214250.69294966	meters
East	397572.7455590291	meters
Height	241.491	meters
Antenna height	0.000	meters


- 5) При нажатии на кнопку Start программа приступит к расчету.





- 6) По итогу расчетов выйдет окно с указанием координат пункта в системе координат WGS-84, в выбранной системе координат и точностью определения этих координат. Так же при нажатии на кнопку «Да» программа запишет вычисленные координаты в шапку ринекс файла.

TOPODRONE Post Processing ✕

 PRJ: WGS 84-UTM-zone 37N (m) EPSG 32637  
Elevation type: Ellipsoid WGS-84

----- WGS-84 -----  
Latitude: 56.06245439 degrees  
Longitude: 37.35495175 degrees  
Altitude: 241.4905 meters

----- PRJ -----  
North: 6214250.6927 meters  
East: 397572.745 meters  
Height: 241.4906 meters

----- Accuracy -----  
Accuracy Latitude: 0.0156 meters  
Accuracy Longitude: 0.0051 meters  
Accuracy Altitude: 0.0111 meters

Update coordinates in rinex files of station?



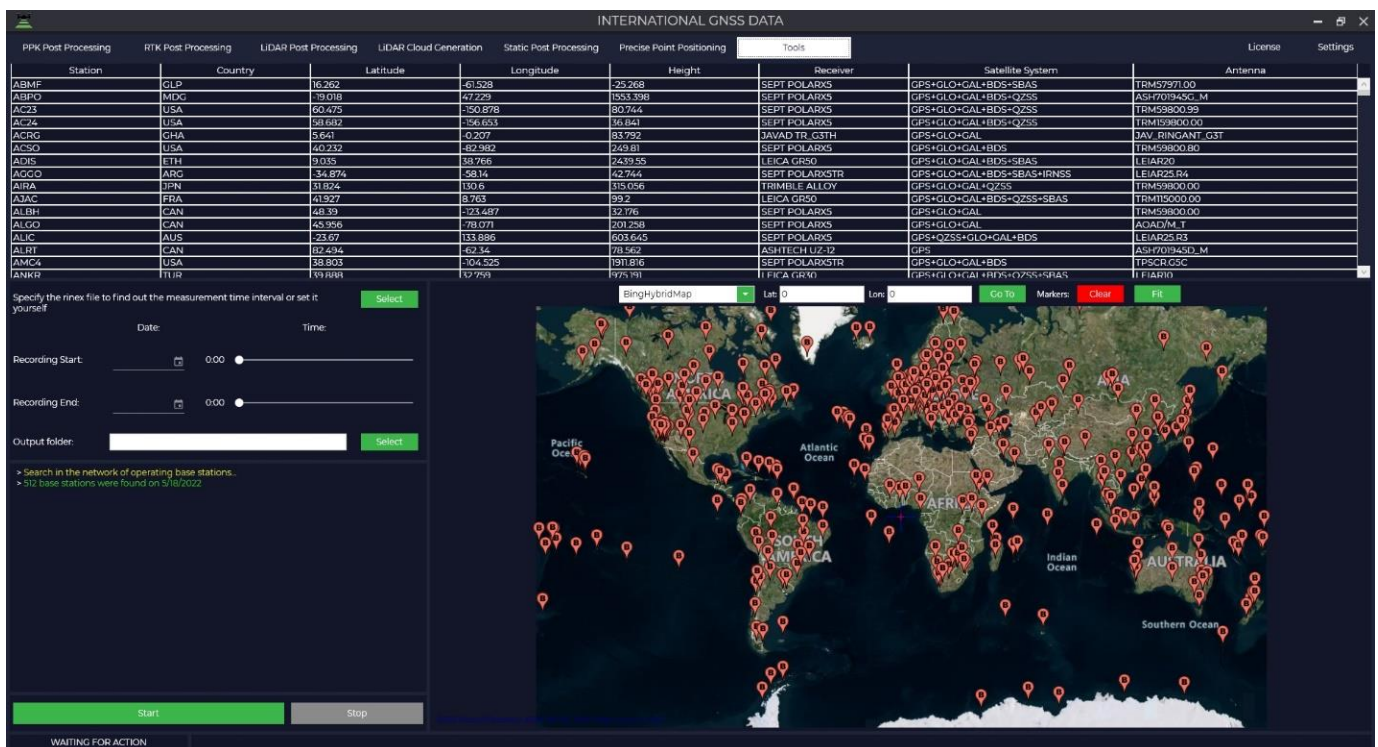


## 8. Tools

### 8.1. GNSS Data Archive

Данный модуль представляет собой большую базу данных с общедоступными базовыми станциями для скачивания файлов наблюдения. В модуле существует разделение на IGS – все доступные базовые станции, и RGS – базовые станции, расположенные на территории Российской Федерации. На начало 2022 года база данных насчитывает более 500 базовых станций, в то время как на территории Российской Федерации расположено 56 базовых станций. Из всех базовых станций больше половины осуществляет поддержку нескольких спутниковых группировок.

- 1) Для запуска модуля перейдите во вкладку Tools, далее GNSS Data Archive и выберите ту базу данных, которая вам необходима.



The screenshot displays the 'INTERNATIONAL GNSS DATA' tool interface. At the top, there are navigation tabs for various processing methods, with 'Tools' selected. Below the tabs is a table listing GNSS stations with columns for Station, Country, Latitude, Longitude, Height, Receiver, Satellite System, and Antenna. A search filter is visible on the left, and a world map on the right shows the locations of the stations marked with red pins. The status bar at the bottom indicates 'WAITING FOR ACTION'.

Station	Country	Latitude	Longitude	Height	Receiver	Satellite System	Antenna
ABMF	GLP	16.262	-81.528	25.268	SEPT POLARIS	GPS+GLO+GAL+BDS+SBAS	TRM57971.00
ABPD	MDC	19.088	47.223	1933.398	SEPT POLARIS	GPS+GLO+GAL+BDS+QZSS	ASH7038455_M
AC23	USA	60.475	-150.878	80.744	SEPT POLARIS	GPS+GLO+GAL+BDS+QZSS	TRM59800.99
AC24	USA	58.682	-156.653	36.841	SEPT POLARIS	GPS+GLO+GAL+BDS+QZSS	TRM59800.00
ACRG	GHA	5.641	-0.207	83.752	JAVAD TR_G3TH	GPS+GLO+GAL	JAV_RINGANT_G3T
ACSO	USA	20.232	82.982	249.81	SEPT POLARIS	GPS+GLO+GAL+BDS	TRM59800.80
ADIS	ETH	9.035	39.768	2433.85	LEICA GR50	GPS+GLO+GAL+BDS+SBAS	LEIAR20
AGGO	ARG	34.874	-58.14	42.744	SEPT POLARIS+STR	GPS+GLO+GAL+BDS+SBAS+IRNSS	LEIAR25.R4
AIRA	JPN	31.824	130.6	315.056	TRIMBLE ALLOY	GPS+GLO+GAL+QZSS	TRM59800.00
AJAC	FRA	41.927	8.763	39.2	LEICA GR50	GPS+GLO+GAL+BDS+QZSS+SBAS	TRM15000.00
ALBH	CAN	48.39	-123.487	32.776	SEPT POLARIS	GPS+GLO+GAL	TRM59800.00
ALGO	CAN	45.356	-78.071	201.298	SEPT POLARIS	GPS+GLO+GAL	ACQAR/M_T
ALIC	AUS	23.67	133.886	603.645	SEPT POLARIS	GPS+QZSS+GLO+GAL+BDS	LEIAR25.R3
ALRT	CAN	62.494	-62.34	78.562	ASHTECH LUZ-12	GPS	ASH7038450_M
AMC4	USA	38.803	-104.525	1911.816	SEPT POLARIS+STR	GPS+GLO+GAL+BDS	TPSCR_C5C
ANKR	TUR	19.1891	10.759	1975.791	LEICA GR50	GPS+GLO+GAL+BDS+SBAS	LEIAR10



- 2) Затем загрузите данные со своего приемника, чтобы программа выдрала дату и время работы базовых станций или введите эти данные вручную. Укажите папку, куда необходимо сохранить результат.

Specify the rinx file to find out the measurement time interval or set it yourself Select

Date:  Time:

Recording Start:

Recording End:

Output folder:  Select

- > Search in the network of operating base stations...
- > 512 base stations were found on 5/18/2022
- > Parse D:\Topodrone Post Processing\PPP\LOBN\_300322.0700\_300322.1100\_213861.226...
- > APPROX POSITION X = 2837136.3445, Y = 2165622.0434, Z = 5268527.9729
- > ANTENNA: DELTA H/E/N = 0
- > TIME OF FIRST OBS = 30/03/2022 7:00:00
- > TIME OF LAST OBS = 30/03/2022 11:00:00

- 3) В таблице или на карте выберите ту базовую станцию, данные с которой хотите скачать и нажмите кнопку Start, начнется скачивание данных в ту папку, которую Вы указали.

INTERNATIONAL GNSS DATA

Station	Country	Latitude	Longitude	Height	Receiver	Satellite System	Antenna
VAR2	AUS	29.047	115.347	241.685	TRIMBLE ALLOY	GPS+GLO+QZSS+GAL+IRNSS+BDS	AQAD/M-T
VAR3	AUS	29.046	115.347	242.655	SEPT POLARIS	QZSS+GLO+GAL+BDS	LEIAR25
VARR	AUS	29.047	115.347	241.756	SEPT POLARIS	GPS+GLO+GAL+BDS+QZSS+IRNSS	LEIAR204
YEBE	ESP	40.525	-3.089	973.249	LEICA GR50	GPS+GLO+GAL+BDS	LEIAR20
YEL2	CAN	62.481	-114.481	181.452	SEPT POLARXSTR	GPS+GLO+GAL+BDS+SBAS	LEIAR25R4
YELL	CAN	62.481	-114.481	181.168	JAVAD TRE_3N DELTA	GPS+GLO+GAL	AQAD/M-T
YBEL	OMN	22.186	56.112	95.529	TRIMBLE NETR9	GPS	ASH701945C_M
YBRO	CHN	63.871	113.24	270.884	JAVAD TRE_3 DELTA	GPS+GLO+GAL+BDS	ASH701945C_M
YONS	KOR	37.541	127.001	97.727	TRIMBLE ALLOY	GPS+GLO+GAL	TRM59900.00
YSSK	RUS	47.03	142.717	91.719	JAVAD TRE_3N DELTA	GPS+GLO	ASH701933B_M
ZAMB	ZMB	-15.426	28.311	1325.318	JAVAD TRE_3 DELTA	GPS+GLO+GAL+BDS	AQAD/M-T
ZECK	RUS	43.788	41.565	1167.416	JAVAD TRE_3 DELTA	GPS+GLO+GAL	JAVINCAANT_DM
ZMG2	CHE	46.877	7.465	956.881	TRIMBLE NETR9	GPS+GLO+GAL+BDS	TRM59900.00
ZIM3	CHE	46.877	7.465	956.881	TRIMBLE NETR9	GPS+GLO+GAL+BDS+QZSS+SBAS	TRM59800.00
ZIMM	CHE	46.877	7.465	956.782	TRIMBLE NETR9	GPS	TRM29639.00

Specify the rinx file to find out the measurement time interval or set it yourself Select

Date:  Time:

Recording Start:

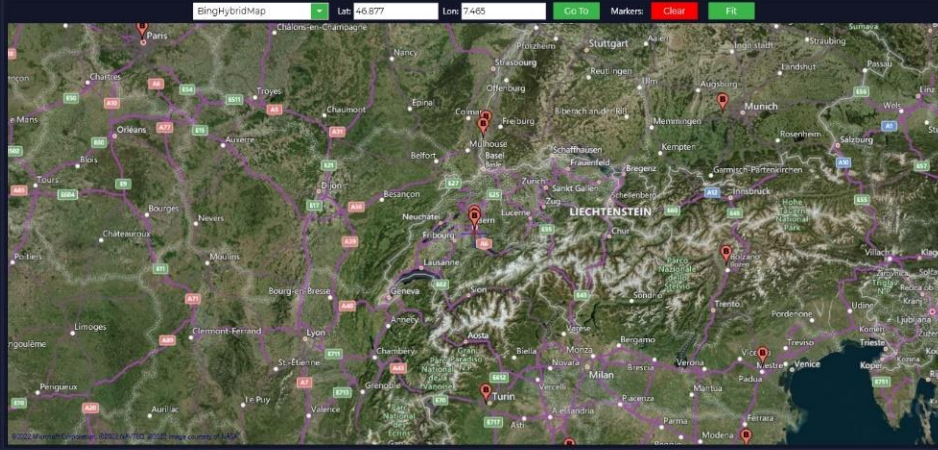
Recording End:

Output folder:  Select

- > Search in the network of operating base stations...
- > 512 base stations were found on 5/18/2022
- > Parse D:\Topodrone Post Processing\PPP\LOBN\_300322.0700\_300322.1100\_213861.226...
- > APPROX POSITION X = 2837136.3445, Y = 2165622.0434, Z = 5268527.9729
- > ANTENNA: DELTA H/E/N = 0
- > TIME OF FIRST OBS = 30/03/2022 7:00:00
- > TIME OF LAST OBS = 30/03/2022 11:00:00

Start Stop

WAITING FOR ACTION

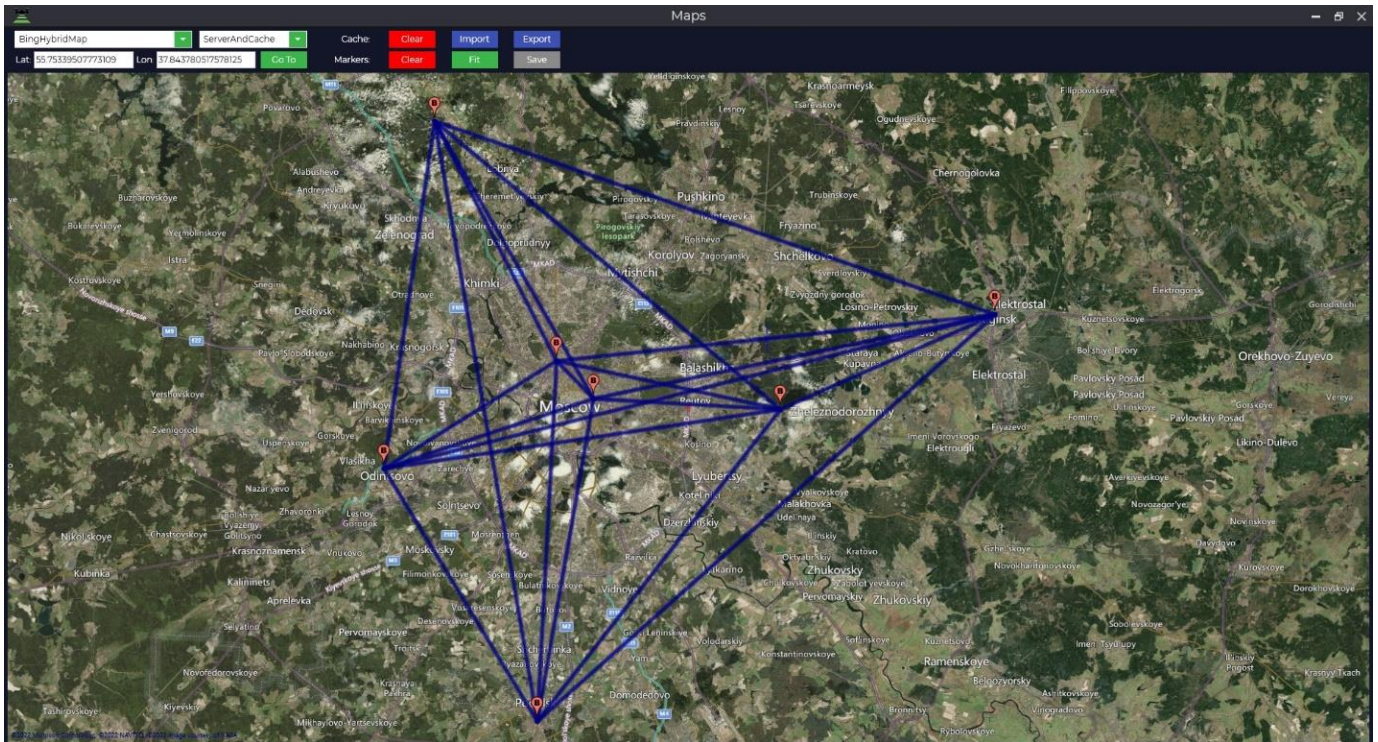






## 8.2. Maps

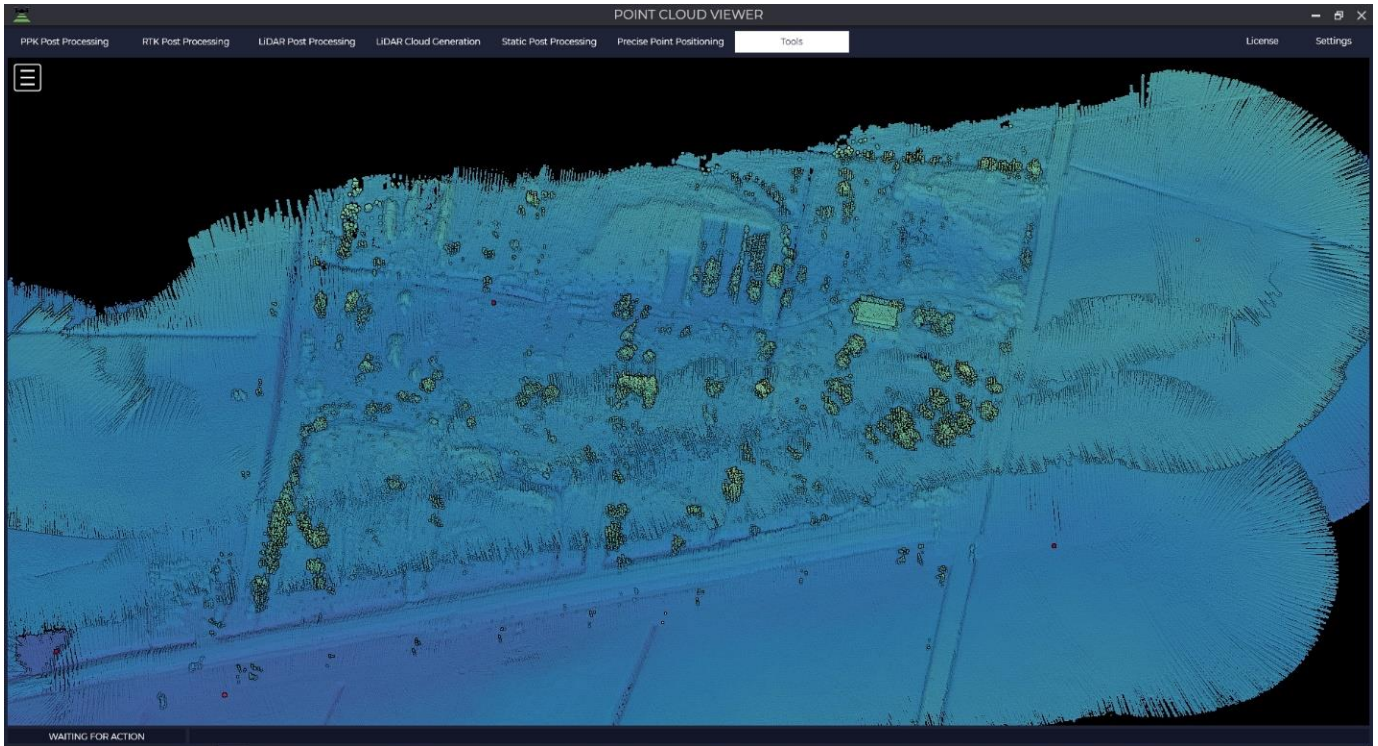
Модуль Maps служит для отображения загруженных статических наблюдений и векторов в процессе обработки. Для запуска модуля перейдите во вкладку Tools и нажмите кнопку MAPS. Для отображения пунктов, на которых производились наблюдения необходимо, чтобы окно карты на момент загрузки файлов было открыто. В случае, если это условие не было выполнено, то данные необходимо подгрузить повторно.





### 8.3. Cloud viewer

Данный инструмент предназначен для просмотра облака точек, полученного при обработке в программном продукте Topodrone Post Processing. Для запуска модуля необходимо во вкладке Tools перейти в CLOUD VIEWER и нажать на кнопку NEW. В открывшейся вкладке выбрать облако точек в формате \*.las или \*.laz. После загрузки, облако точек отобразится в главном окне.



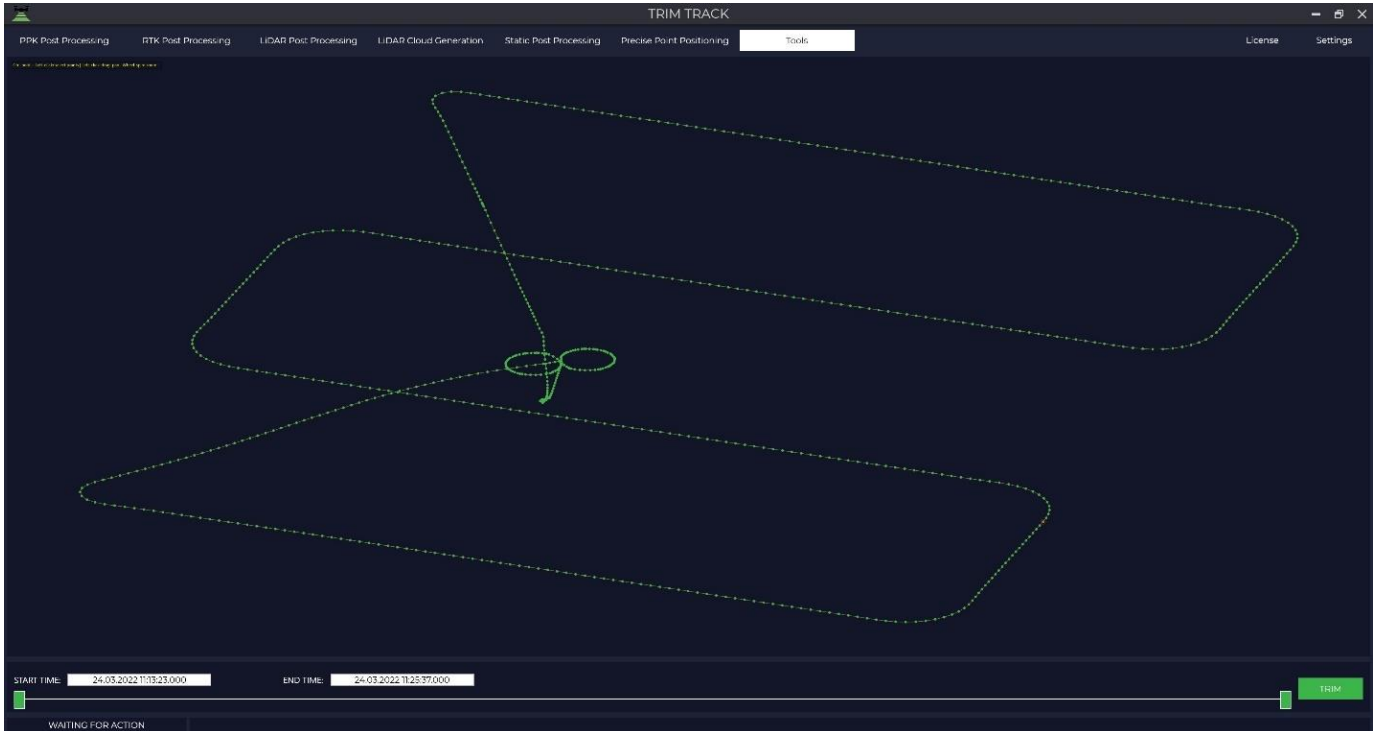




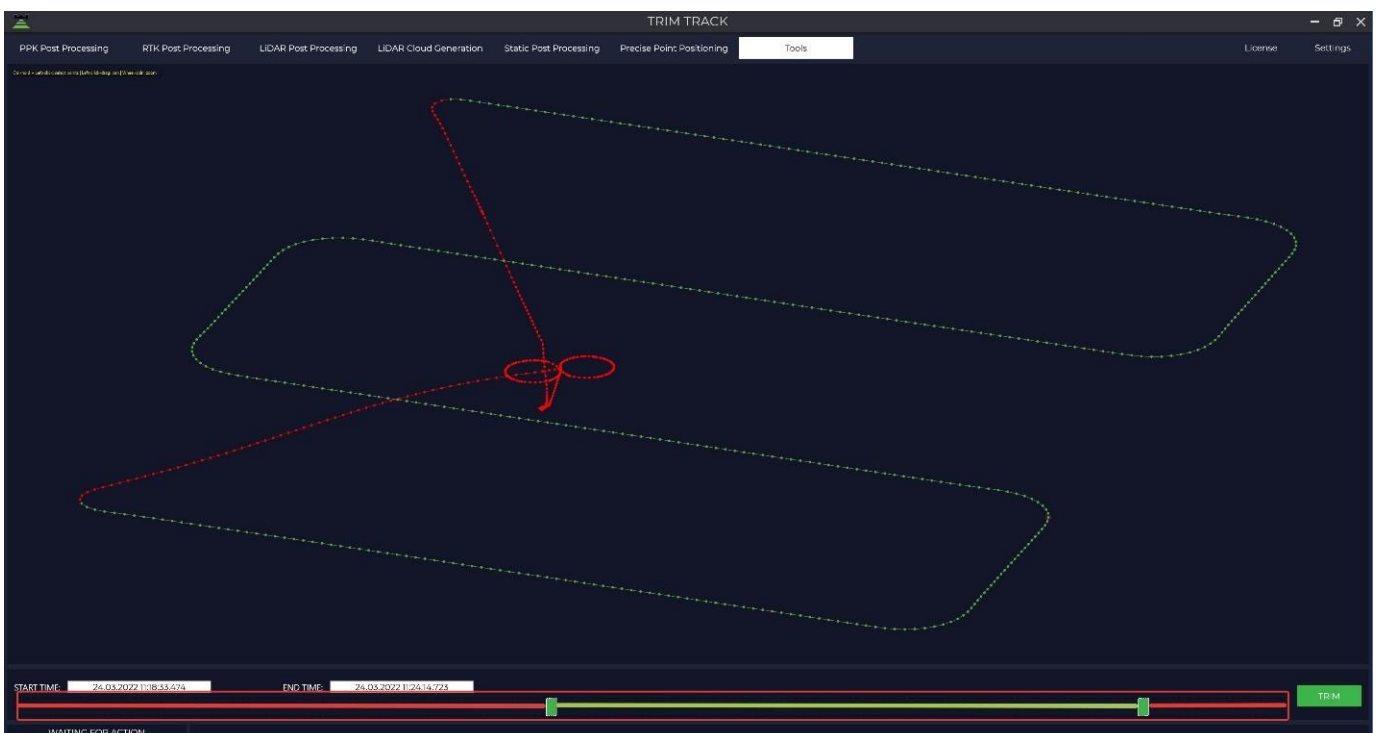
## 8.4. Trim

Этот инструмент предназначен для обрезки данных траектории.

- 1) Для запуска инструмента необходимо нажать на кнопку Tools и выбрать Trim, далее Track. Затем выберите траекторию, которую необходимо обрезать.



- 2) Снизу есть два ползунка, перемещая которые Вы указываете промежуток траектории, который останется, а какой будет обрезан. На траектории Вы увидите визуальное отображение двух цветов. Зеленым отмечен участок, который будет сохранен после обрезки, а красным – участок, который будет обрезан.





- 3) После выбора участка обрежьте не нужную часть нажав на TRIM. Траектория будет сохранена в файл в исходном формате.

Так же при помощи инструмента Trim можно обрезать данные инерциальной навигационной системы (IMU).

**Примечание!** Данный инструмент полезен если после запуска обработки траектории набор данных содержит сообщение об ошибке - **The IMU file contains gaps in the measuring points! Use the "TRIM IMU" tool to remove the missed sampling time interval.**

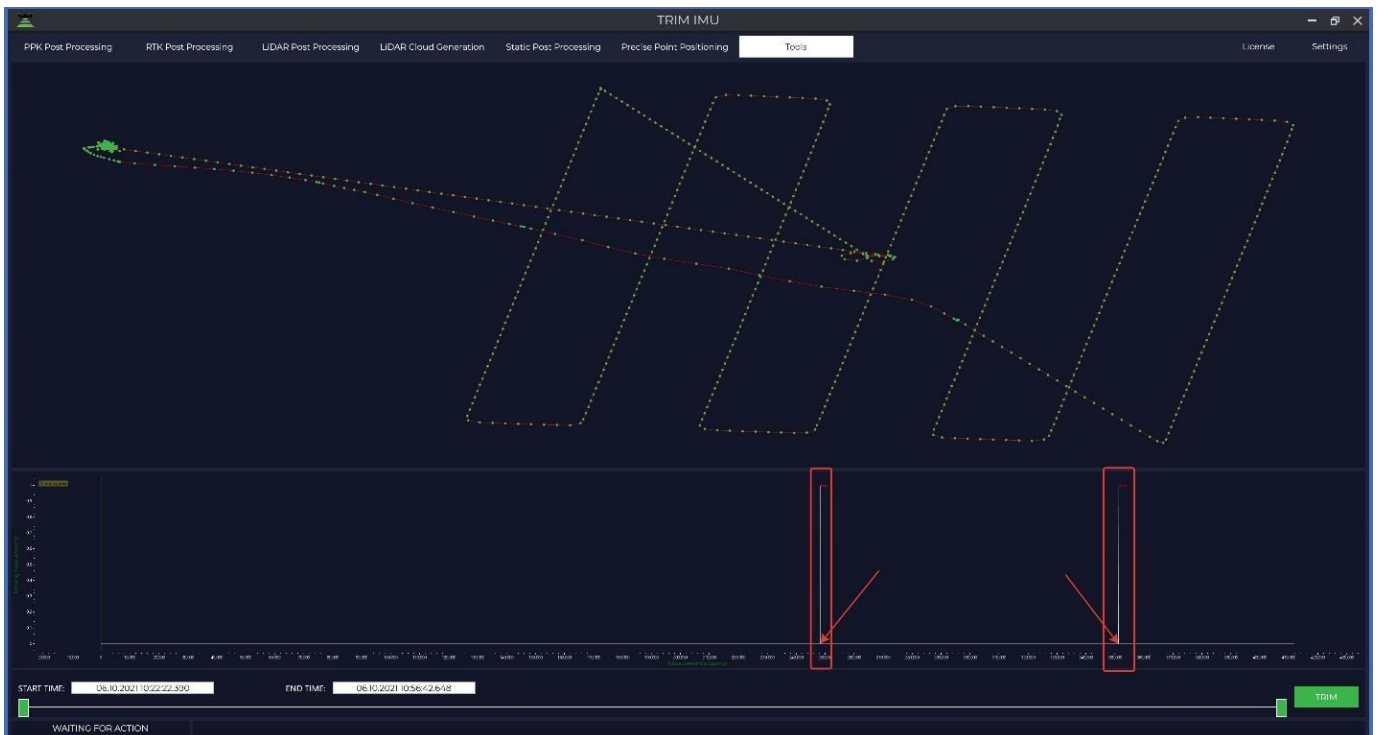
> Preparation of initial data for calculation...  
> Check the IMU file for missing measurement points...  
> The IMU file contains gaps in the measuring points! Use the "TRIM IMU" tool to remove the missed sampling time interval.

- 4) Для запуска инструмента необходимо нажать на кнопку Tools и выбрать Trim, далее IMU. Затем выберите файл в формате \*.img, который необходимо обрезать и файл ГНСС приемника в формате \*.ubx.

Имя файла:  IMU file

Имя файла:  Drone file

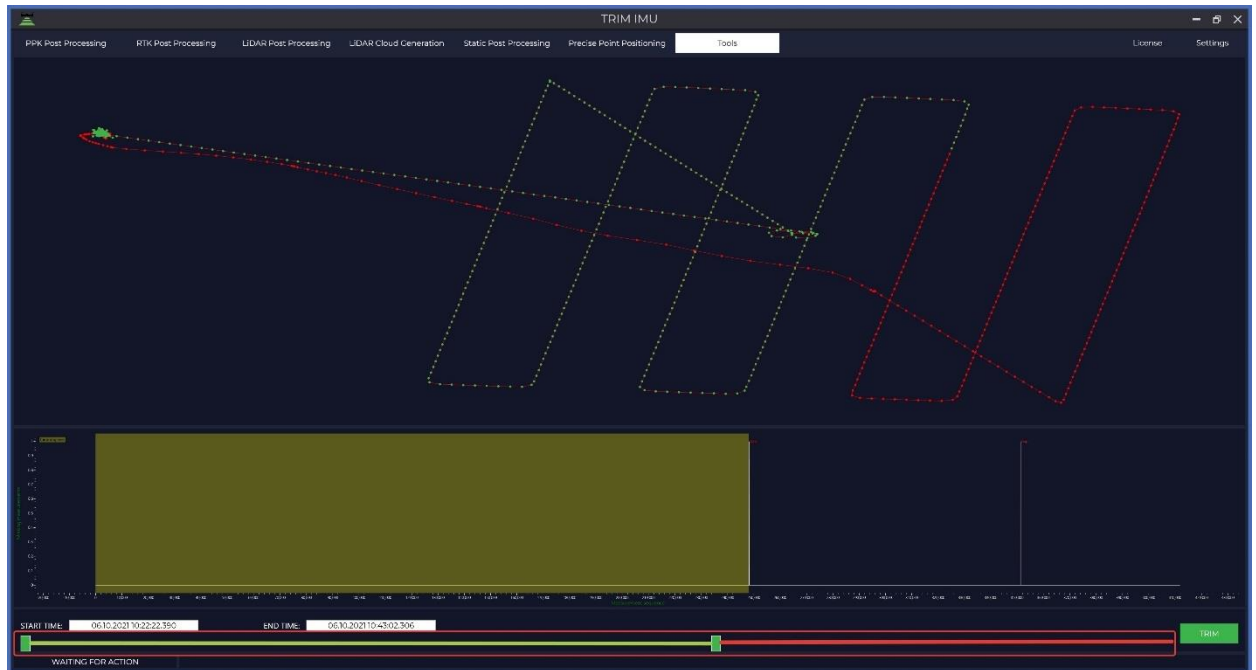
- 5) Программа выполнит предварительную обработку ГНСС и, если были пропуски в данных IMU, Вы увидите это на экране в виде вертикальных линий и обозначением (GAP).



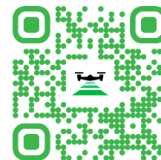
Для дальнейшей корректной обработки требуется исключить GAP из данных.



- 6) Из выбранного файла нам нужно будет исключить 2 GAP из обработки, следовательно файл IMU нужно разделить на 3 сегмента и в дальнейшем обрабатывать 3 части. Обрезка происходит только одного сегмента, поэтому в данном случае данную процедуру нам нужно будет повторить 3 раза.



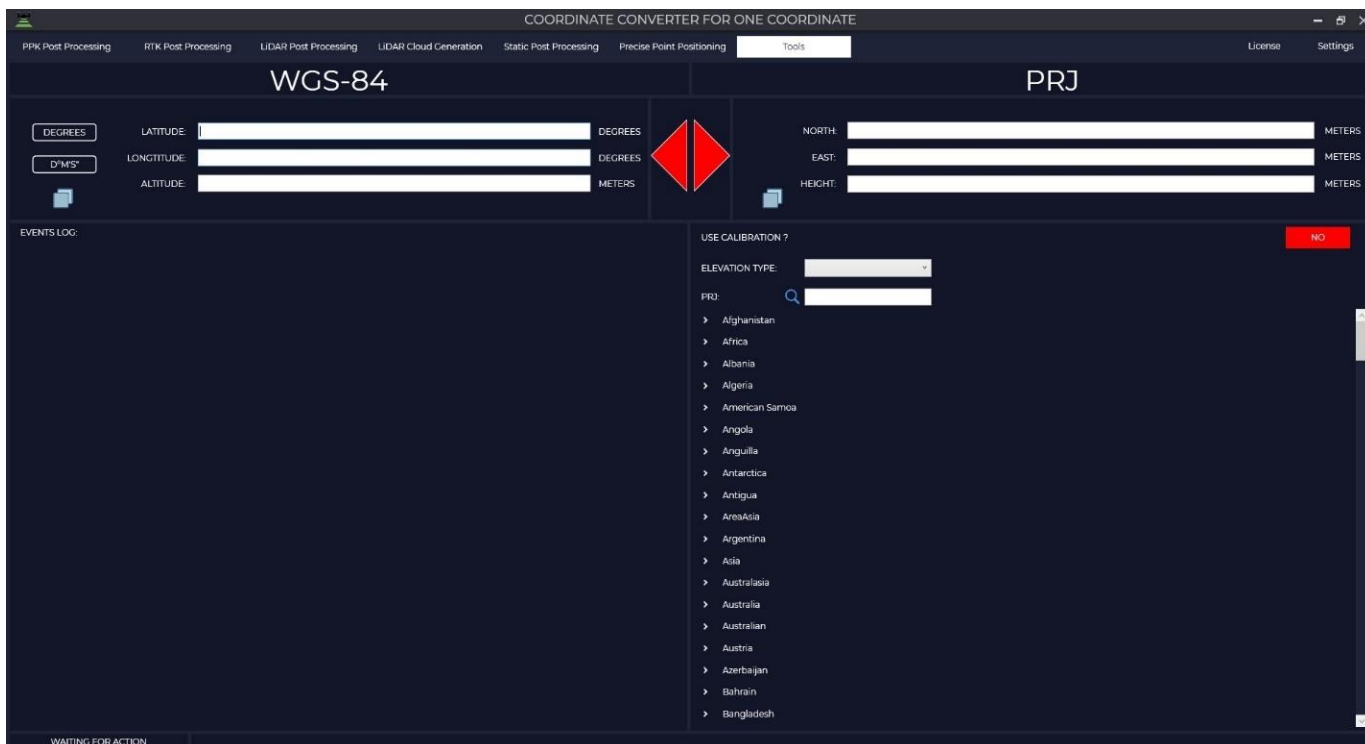
- 7) После выделения нужного сегмента с помощью ползунков внизу экрана нажмите TRIM. После обрезки, файл IMU будет сохранен в файл в исходном формате на интервал, который Вы указали и будет сохранен в исходную папку.



## 8.5. Coordinate convert

Данная утилита позволяет конвертировать данные из одной системы координат в другую используя \*.prj файл системы координат, который загружен в базу данных программы Topodrone Post Processing.

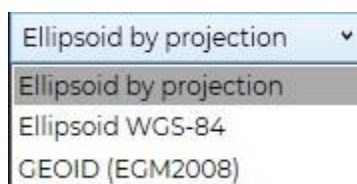
- 1) Для того, чтобы конвертировать одну точку из системы координат WGS-84 в любую другую, необходимо во вкладке TOOLS выдрать COORDINATE CONVERT, далее ONE COORDINATE.



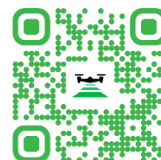
- 2) Выберите формат координат (десятичные или градусы, минуты, секунды)



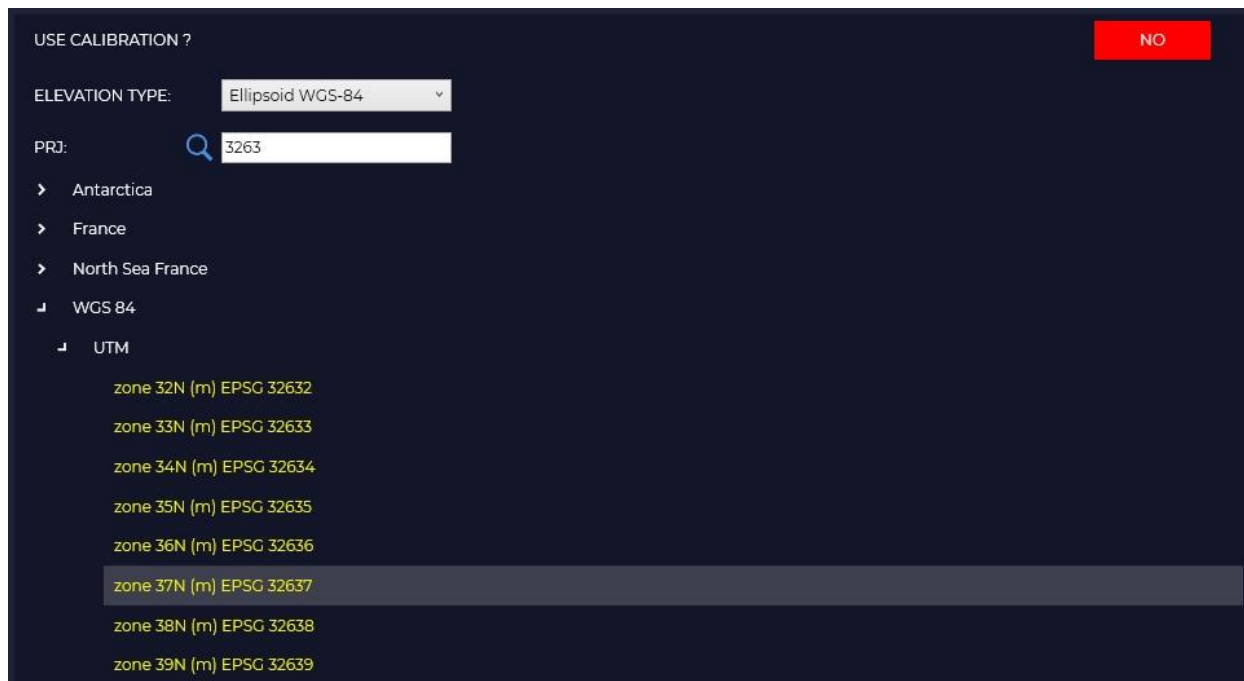
- 3) Далее выберите требуемый тип высоты.







- 4) Выберите требуемую систему координат. Необходимый файл \*.prj можно быстро найти, используя строку поиска. Координаты исходной точки должны находиться внутри территории, покрываемой \*.prj файлом.



USE CALIBRATION ? NO

ELEVATION TYPE:

PRJ:

- > Antarctica
- > France
- > North Sea France
- └ WGS 84
  - └ UTM
    - zone 32N (m) EPSG 32632
    - zone 33N (m) EPSG 32633
    - zone 34N (m) EPSG 32634
    - zone 35N (m) EPSG 32635
    - zone 36N (m) EPSG 32636
    - zone 37N (m) EPSG 32637
    - zone 38N (m) EPSG 32638
    - zone 39N (m) EPSG 32639

- 5) После этого нажмите на правую стрелку, которая при наведении курсора мыши изменит свой цвет на зеленый. Нажмите на стрелку левой кнопкой мыши.



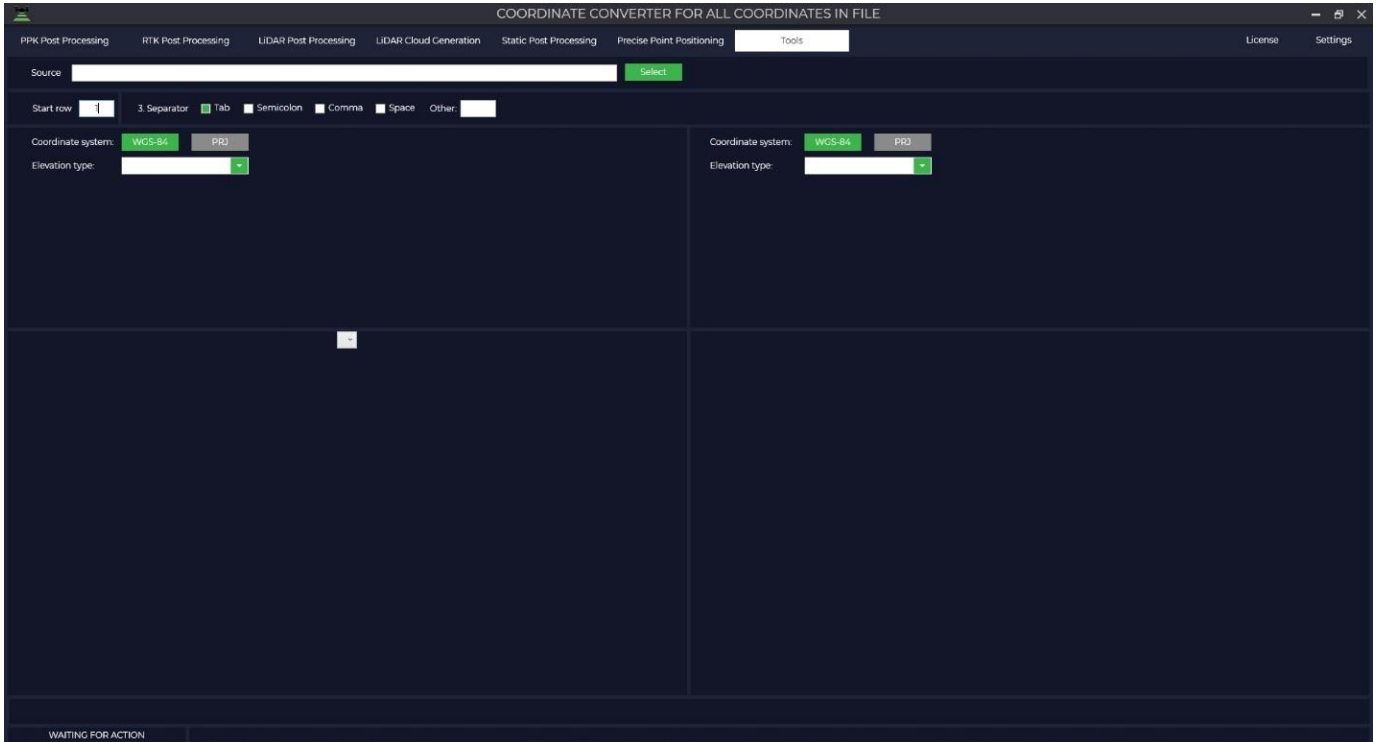
- 6) После этого в правой части появятся сконвертированные значения координат исходной точки в метрах.



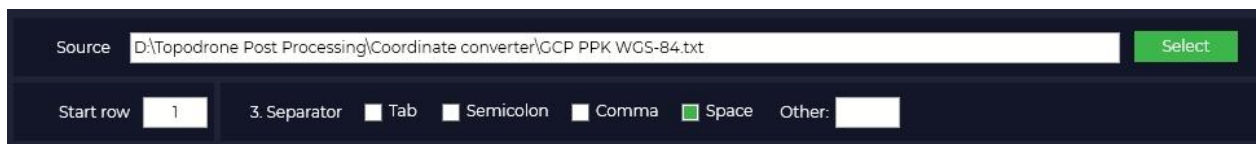
NORTH:	<input type="text" value="6165545.866469529"/>	METERS
EAST:	<input type="text" value="416749.02884964517"/>	METERS
HEIGHT:	<input type="text" value="144"/>	METERS



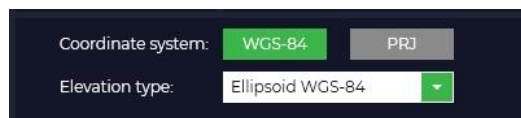
- 7) Для того, чтобы конвертировать каталог координат из одной системы координат в другую, необходимо во вкладке TOOLS выдрать COORDINATE CONVERT, далее COORDINATES FROM FILE.



- 8) Во вкладке Source необходимо выбрать файл каталога координат, который хотите конвертировать, указать строчку, с которой необходимо импортировать и тип разделителя координат.



- 9) Затем выбираем систему координат и тип высоты исходного каталога координат.





10) Далее необходимо указать какой столбец к какой координате относиться.

	Longitude/East	Latitude/North	H-Ell/H
P3	85.9625224	51.49032709	392.66
P5	85.95642994	51.49033207	427.862
P4	85.9577886	51.48947973	429.369
P6	85.94639449	51.49107792	445.855
P7	85.94200696	51.49158162	447.035
P8	85.94416609	51.4941664	429.238
P9	85.94912985	51.48694646	469.084
T26	85.90946928	51.48816517	484.667
T27	85.91545609	51.49013224	460.869
T28	85.9225729	51.49361702	437.739

11) Затем необходимо указать систему координат и тип высоты того каталога координат, который хотим получить.

Coordinate system:  WGS-84  PRJ

Elevation type:

Use calibration?  NO

- zone 42N (m) EPSG 32642
- zone 43N (m) EPSG 32643
- zone 44N (m) EPSG 32644
- zone 45N (m) EPSG 32645**
- zone 46N (m) EPSG 32646

12) При нажатии кнопки Start в правом окне отобразиться каталог в системе координат, которую выбрали на предыдущем этапе.

COORDINATE CONVERTER FOR ALL COORDINATES IN FILE

Source: D:\Topodrone Post Processing\Coordinate converter\CCP PPK WGS-84.txt

Start row: 1 | Separator: Tab | Semicolon | Comma | Space | Other:

Coordinate system:  WGS-84  PRJ

Elevation type:

Use calibration?  NO

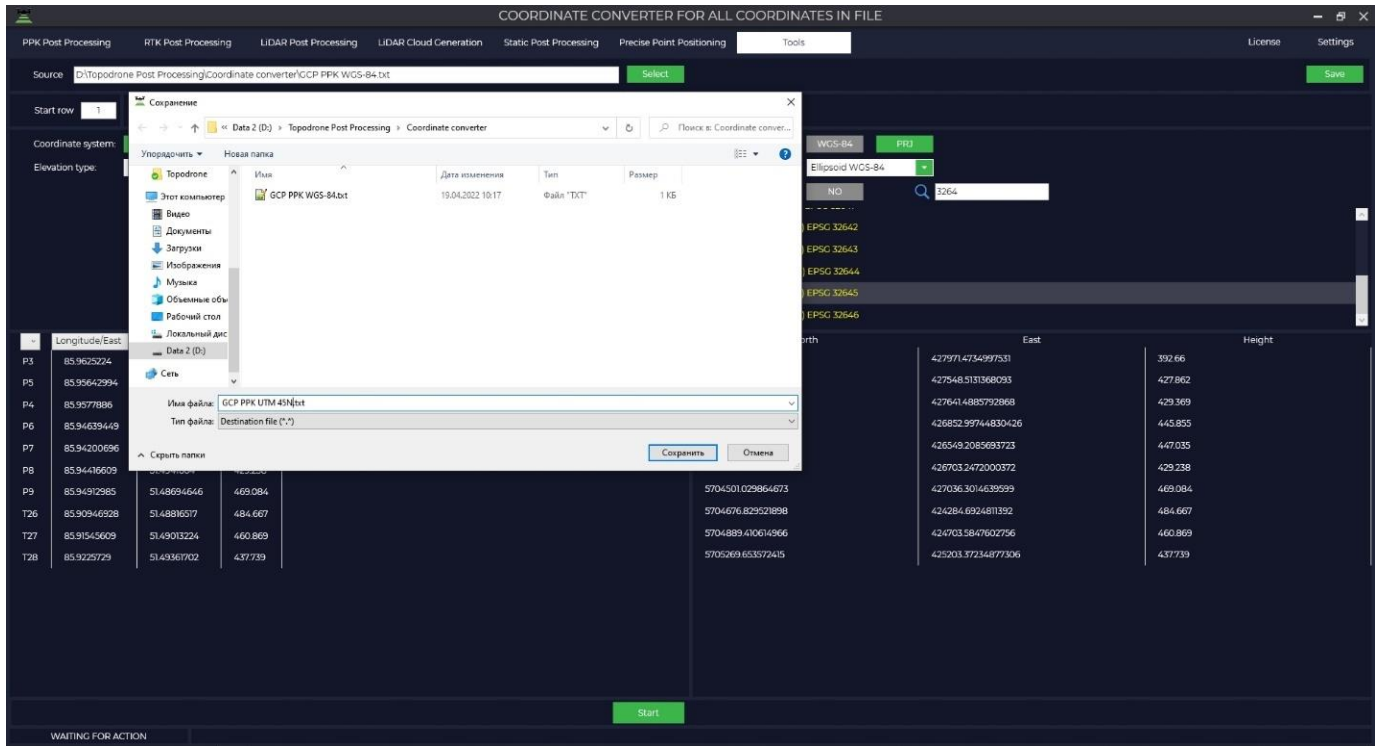
	Longitude/East	Latitude/North	H-Ell/H
P3	85.9625224	51.49032709	392.66
P5	85.95642994	51.49033207	427.862
P4	85.9577886	51.48947973	429.369
P6	85.94639449	51.49107792	445.855
P7	85.94200696	51.49158162	447.035
P8	85.94416609	51.4941664	429.238
P9	85.94912985	51.48694646	469.084
T26	85.90946928	51.48816517	484.667
T27	85.91545609	51.49013224	460.869
T28	85.9225729	51.49361702	437.739

Start

WAITING FOR ACTION



13) При необходимости нажимаем на кнопку Save и сохраняем новый файл.



The screenshot displays the 'COORDINATE CONVERTER FOR ALL COORDINATES IN FILE' application. A 'Сохранение' (Save) dialog box is open, showing the file 'GCP PPK WGS-84.txt' being saved in the 'Coordinate converter' folder. The background interface shows a table of coordinate data with columns for Point ID, Longitude/East, and Height.

Point ID	Longitude/East	Height
P3	85.9625274	
P5	85.95642994	
P4	85.9577886	
P6	85.94639449	
P7	85.94200696	
P8	85.9440609	
P9	85.94912985	469.084
T26	85.90946928	484.667
T27	85.91543609	460.869
T28	85.9225729	437.739

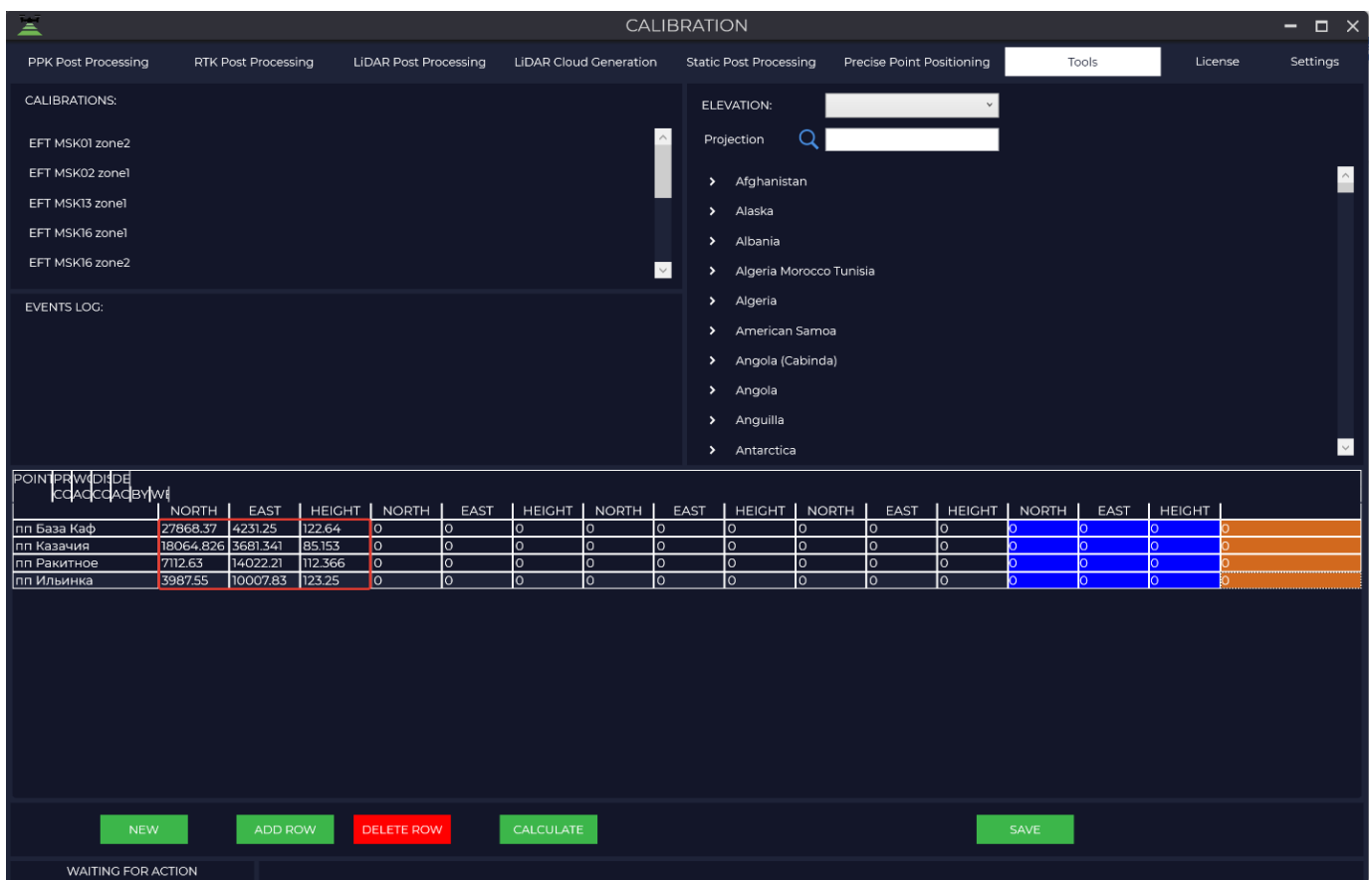




## 8.6. Calibration

Калибровка аппроксимирует искажения калибруемой СК на WGS-84 или ITRF, также аппроксимируются искажения высоты. В отличие от локализации или калибровки 7ми параметров датума данная калибровка исправляет искажения, не поддающиеся математическому описанию, и исправляет искажения без остаточных ошибок. В отличие от NTV2 исправляет высоты и аппроксимирует искажения не от 4х точек а от одной точки и до беспредельно большого количества. Для выполнения калибровки необходимо хотя бы одна точка, у которой известны координаты в WGS-84 и в калибруемой системе координат.

- 1) Выберите вкладку Tools в основном меню программы далее выберите в сплывающем окне CALIBRATION Введите координаты пунктов в калибруемой СК.

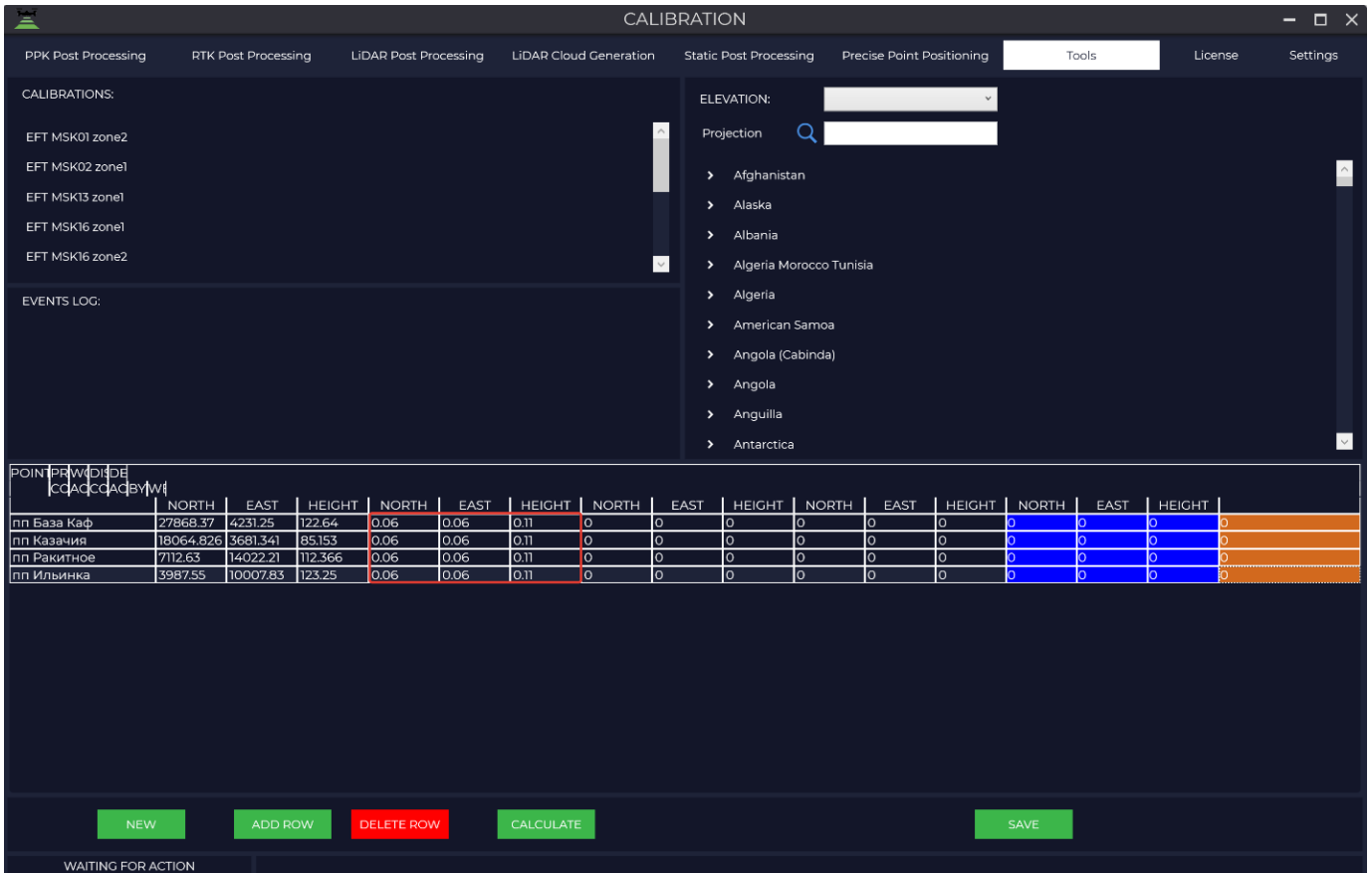


The screenshot shows the 'CALIBRATION' window in the software. It has several tabs: PPK Post Processing, RTK Post Processing, LIDAR Post Processing, LIDAR Cloud Generation, Static Post Processing, Precise Point Positioning, Tools (selected), License, and Settings. The 'Tools' tab is active, showing 'CALIBRATIONS:' with a list of zones (EFT MSK01 zone2, EFT MSK02 zone1, EFT MSK13 zone1, EFT MSK16 zone1, EFT MSK16 zone2) and an 'EVENTS LOG:' section. Below this is a 'POINT PROVIDER' section with a table of points. The table has columns for 'POINT PROVIDER', 'WGS84 NORTH', 'WGS84 EAST', 'WGS84 HEIGHT', and three sets of columns for the local coordinate system (NORTH, EAST, HEIGHT). The points listed are 'пл База Каф', 'пл Казанья', 'пл Ракитное', and 'пл Ильинка'. The 'WGS84' columns for the first three points are highlighted in red, and the local coordinate system columns are highlighted in blue. At the bottom, there are buttons for 'NEW', 'ADD ROW', 'DELETE ROW', 'CALCULATE', and 'SAVE'. A status bar at the very bottom says 'WAITING FOR ACTION'.

POINT PROVIDER	WGS84 NORTH	WGS84 EAST	WGS84 HEIGHT	NORTH	EAST	HEIGHT	NORTH	EAST	HEIGHT	NORTH	EAST	HEIGHT	NORTH	EAST	HEIGHT
пл База Каф	27868.37	4231.25	122.64	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
пл Казанья	18064.826	3681.341	85.153	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
пл Ракитное	712.63	14022.21	112.366	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
пл Ильинка	3987.55	10007.83	123.25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



- 2) Ведите точность, с которой были определены координаты. Если Вы не знаете с какой точностью они были определены, то Вам необходимо указать следующие рекомендуемые точности:
- ФАГС 20 мм север/восток, 30 мм высота
  - ВГС 30 мм север/восток, 40 мм высота
  - АГС и СГС 40 мм север/восток, 50 мм высота
  - ГГС 60 мм север/восток, 110 мм высота



The screenshot shows the 'CALIBRATION' window of the software. It includes a menu bar with options like 'PPK Post Processing', 'RTK Post Processing', 'LIDAR Post Processing', 'LIDAR Cloud Generation', 'Static Post Processing', 'Precise Point Positioning', 'Tools', 'License', and 'Settings'. The main area is divided into sections for 'CALIBRATIONS:' (listing EFT zones), 'EVENTS LOG:', and a table of points. The table has columns for 'POINT ID', 'PROVIDER', 'COORDINATE SYSTEM', and three sets of 'NORTH', 'EAST', and 'HEIGHT' coordinates. Below the table are buttons for 'NEW', 'ADD ROW', 'DELETE ROW', 'CALCULATE', and 'SAVE'. A status bar at the bottom indicates 'WAITING FOR ACTION'.

POINT ID	PROVIDER	COORDINATE SYSTEM	NORTH	EAST	HEIGHT	NORTH	EAST	HEIGHT	NORTH	EAST	HEIGHT	NORTH	EAST	HEIGHT	NORTH	EAST	HEIGHT
пп База Каф			27868.37	4231.25	122.64	0.06	0.06	0.11	0	0	0	0	0	0	0	0	0
пп Казачия			18064.826	3681.341	85.153	0.06	0.06	0.11	0	0	0	0	0	0	0	0	0
пп Ракитное			7112.63	14022.21	112.366	0.06	0.06	0.11	0	0	0	0	0	0	0	0	0
пп Ильинка			3987.55	10007.83	123.25	0.06	0.06	0.11	0	0	0	0	0	0	0	0	0



- 3) Введите измеренные координаты WGS-84 или ITRF (рекомендуется). Тектонические сдвиги на территории России примерно 30 мм в год, поэтому при выборе ITRF координат необходимо чтобы они были получены на эпоху одного года. В последующих версиях будет добавлена корректировка координат по скорости тектонических плит.

CALIBRATION

PPK Post Processing   RTK Post Processing   LIDAR Post Processing   LIDAR Cloud Generation   Static Post Processing   Precise Point Positioning   **Tools**   License   Settings

CALIBRATIONS:

- EFT MSK01 zone2
- EFT MSK02 zone1
- EFT MSK13 zone1
- EFT MSK16 zone1
- EFT MSK16 zone2

EVENTS LOG:

ELEVATION:

Projection

- > Afghanistan
- > Alaska
- > Albania
- > Algeria Morocco Tunisia
- > Algeria
- > American Samoa
- > Angola (Cabinda)
- > Angola
- > Anguilla
- > Antarctica

POINT ID	WGS84			ITRF			WGS84			ITRF			WGS84			ITRF		
	NORTH	EAST	HEIGHT	NORTH	EAST	HEIGHT	NORTH	EAST	HEIGHT	NORTH	EAST	HEIGHT	NORTH	EAST	HEIGHT	NORTH	EAST	HEIGHT
пп База Каф	27868.37	4231.25	122.64	0.06	0.06	0.11	48.584055	135.057888	144.0773	0	0	0	0	0	0	0	0	0
пп Казачия	18064.826	3681.341	85.153	0.06	0.06	0.11	48.495898	135.050344	106.6863	0	0	0	0	0	0	0	0	0
пп Ракитное	7112.63	14022.21	112.366	0.06	0.06	0.11	48.397261	135.189896	134.1425	0	0	0	0	0	0	0	0	0
пп Ильинка	3987.55	10007.83	123.25	0.06	0.06	0.11	48.369234	135.135610	145.0597	0	0	0	0	0	0	0	0	0

NEW   ADD ROW   DELETE ROW   CALCULATE   SAVE

WAITING FOR ACTION



4) Ведите точность, с которой были определены координаты.

CALIBRATION

PPK Post Processing RTK Post Processing LIDAR Post Processing LIDAR Cloud Generation Static Post Processing Precise Point Positioning Tools License Settings

CALIBRATIONS:

- EFT MSK01 zone2
- EFT MSK02 zone1
- EFT MSK13 zone1
- EFT MSK16 zone1
- EFT MSK16 zone2

ELEVATION:

Projection

- > Afghanistan
- > Alaska
- > Albania
- > Algeria Morocco Tunisia
- > Algeria
- > American Samoa
- > Angola (Cabinda)
- > Angola
- > Anguilla
- > Antarctica

EVENTS LOG:

POINT NAME	WGS84			PROJ			WGS84			PROJ			WGS84			PROJ		
	NORTH	EAST	HEIGHT	NORTH	EAST	HEIGHT	NORTH	EAST	HEIGHT	NORTH	EAST	HEIGHT	NORTH	EAST	HEIGHT	NORTH	EAST	HEIGHT
пп База Каф	27868.37	4231.25	122.64	0.06	0.06	0.11	48.584055	135.057888	144.0773	0.015	0.027	0.037	0	0	0	0	0	0
пп Казачия	18064.826	3681.341	85.153	0.06	0.06	0.11	48.495898	135.050344	106.6863	0.016	0.028	0.038	0	0	0	0	0	0
пп Ракитное	7112.63	14022.21	112.366	0.06	0.06	0.11	48.397261	135.189896	134.1425	0.015	0.027	0.037	0	0	0	0	0	0
пп Ильинка	3987.55	10007.83	123.25	0.06	0.06	0.11	48.369234	135.135610	145.0597	0.015	0.027	0.037	0	0	0	0	0	0

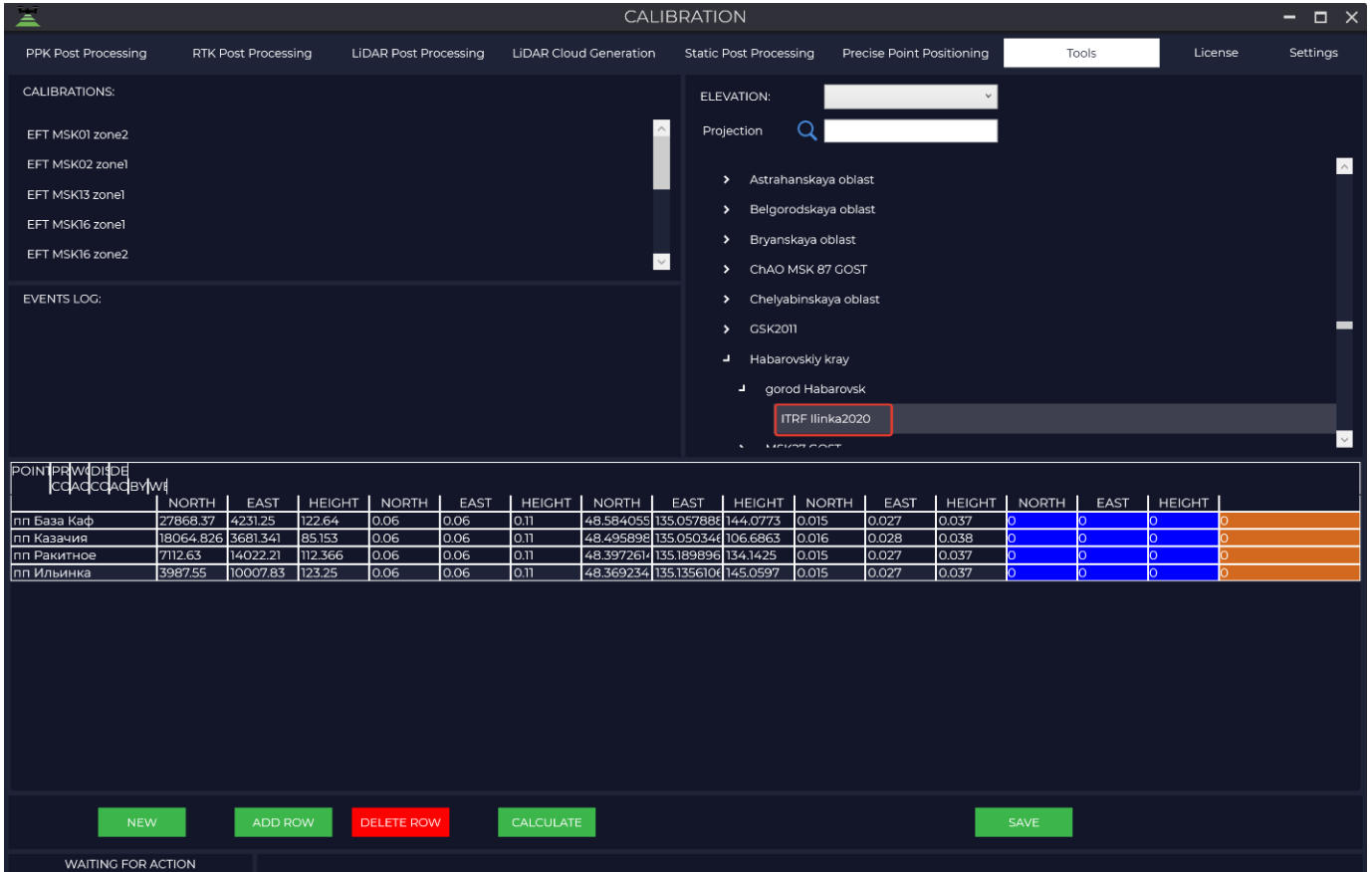
NEW ADD ROW DELETE ROW CALCULATE SAVE

WAITING FOR ACTION





- 5) Далее выбираем требуемую систему координат (если будет выбран не верный prj калибровка рассчитает искажения для исправлений, но искажения будут очень большие, в большей части калибровка чувствительна к неверному нулевому меридиану).



**CALIBRATION**

PPK Post Processing   RTK Post Processing   LIDAR Post Processing   LIDAR Cloud Generation   Static Post Processing   Precise Point Positioning   **Tools**   License   Settings

**CALIBRATIONS:**

- EFT MSK01 zone2
- EFT MSK02 zone1
- EFT MSK13 zone1
- EFT MSK16 zone1
- EFT MSK16 zone2

**EVENTS LOG:**

**ELEVATION:** [dropdown]

**Projection:** [search box]

- > Astrahanskaya oblast
- > Belgorodskaya oblast
- > Bryanskaya oblast
- > ChAO MSK 87 GOST
- > Chelyabinskaya oblast
- > GSK2011
- ▾ Habarovskiy kray
  - ▾ gorod Habarovsk
    - ITRF Ilinka2020**

**POINT PROVIDER**  
сдассдагвм4

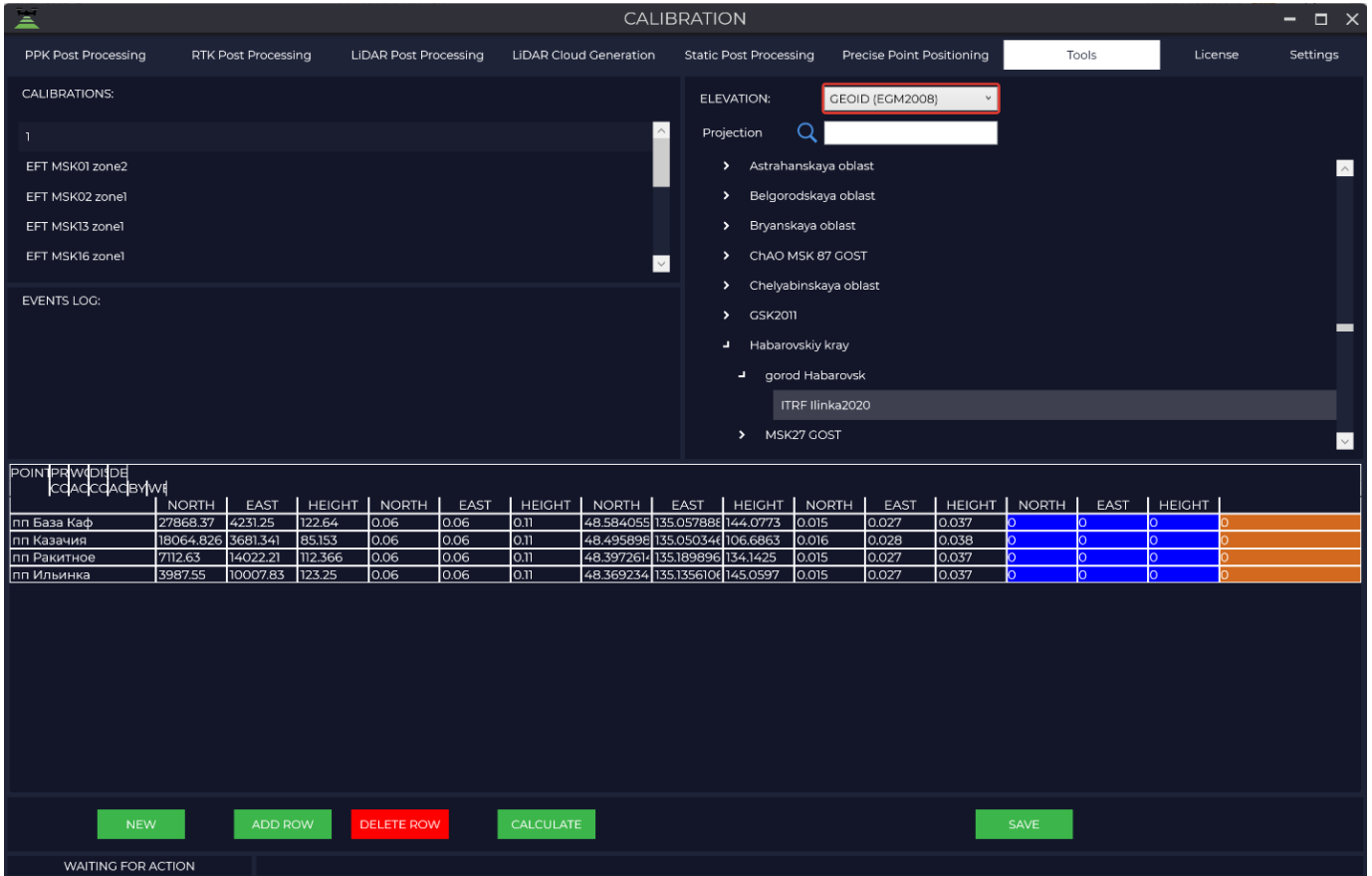
	NORTH	EAST	HEIGHT	NORTH	EAST	HEIGHT	NORTH	EAST	HEIGHT	NORTH	EAST	HEIGHT	NORTH	EAST	HEIGHT
пп База Каф	27868.37	4231.25	122.64	0.06	0.06	0.11	48.584058	135.057888	144.0773	0.015	0.027	0.037	0	0	0
пп Казачия	18064.826	3681.341	85.153	0.06	0.06	0.11	48.495898	135.050344	106.6863	0.016	0.028	0.038	0	0	0
пп Ракитное	7112.63	14022.21	112.366	0.06	0.06	0.11	48.397267	135.189896	134.1425	0.015	0.027	0.037	0	0	0
пп Ильинка	3987.55	10007.83	123.25	0.06	0.06	0.11	48.369234	135.135610	145.0597	0.015	0.027	0.037	0	0	0

**NEW**   **ADD ROW**   **DELETE ROW**   **CALCULATE**   **SAVE**

WAITING FOR ACTION

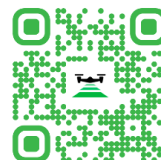


б) Выбираем систему высот, если система высот над уровнем моря, то выбираем EGM2008

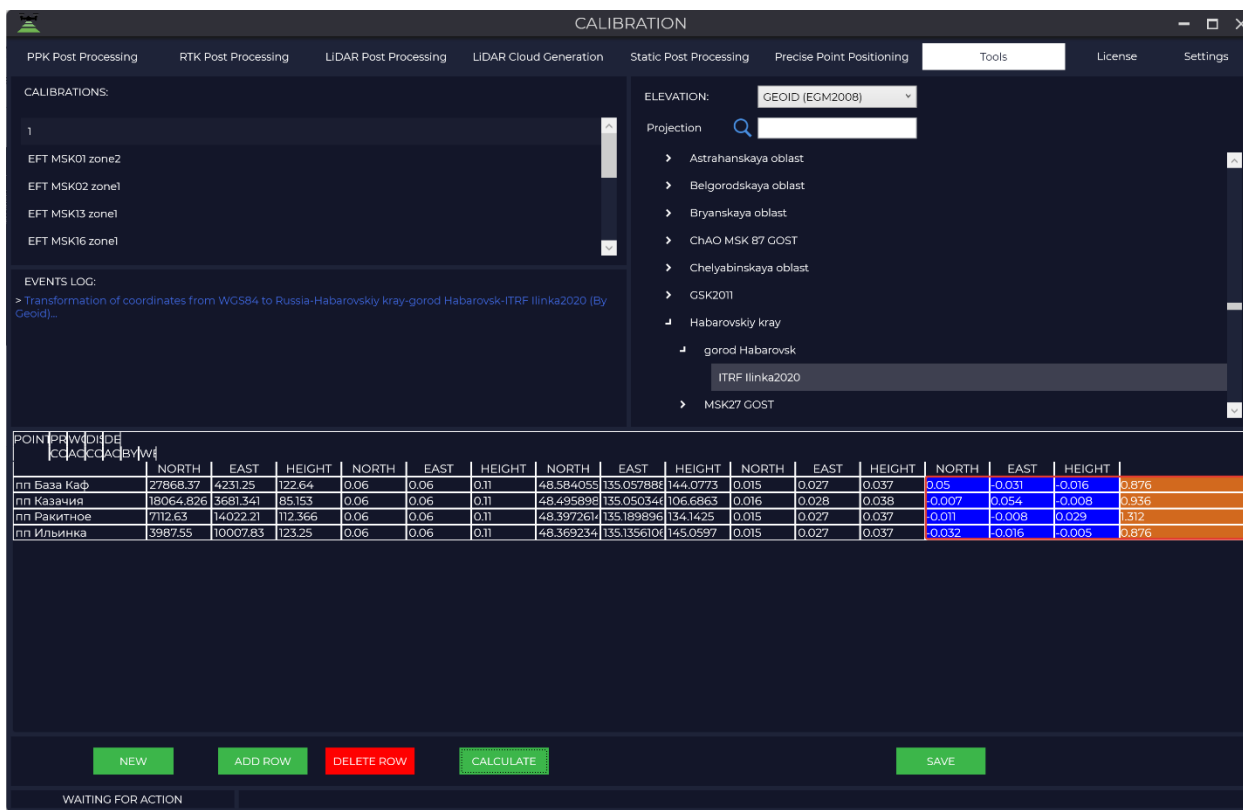


The screenshot shows the 'CALIBRATION' window in the TOPODRONE software. The 'ELEVATION' dropdown menu is set to 'GEOID (EGM2008)'. Below this, a list of projections is visible, including 'ITRF Ilinka2020'. At the bottom of the window, a table displays point coordinates and heights for three locations: 'пп База Каф', 'пп Казачия', and 'пп Ильинка'.

POINT	PROVIDE	DE	NORTH	EAST	HEIGHT	NORTH	EAST	HEIGHT	NORTH	EAST	HEIGHT	NORTH	EAST	HEIGHT	NORTH	EAST	HEIGHT
пп База Каф			27868.37	4231.25	122.64	0.06	0.06	0.11	48.584058	135.057888	144.0773	0.015	0.027	0.037	0	0	0
пп Казачия			18064.826	3681.341	85.153	0.06	0.06	0.11	48.495898	135.050344	106.6863	0.016	0.028	0.038	0	0	0
пп Ракитное			7112.63	14022.21	112.366	0.06	0.06	0.11	48.397261	135.189896	134.1425	0.015	0.027	0.037	0	0	0
пп Ильинка			3987.55	10007.83	123.25	0.06	0.06	0.11	48.369234	135.135610	145.0597	0.015	0.027	0.037	0	0	0



7) Нажимаем кнопку рассчитать (calculate).



The screenshot shows the 'CALIBRATION' window in the TOPODRONE software. The 'CALIBRATIONS' list on the left includes several EFT zones. The 'Projection' menu on the right is open, showing a list of regions and cities, with 'ITRF Ilinka2020' selected. Below the menu is a table with the following data:

POINT NAME	NORTH	EAST	HEIGHT	NORTH	EAST	HEIGHT	NORTH	EAST	HEIGHT	NORTH	EAST	HEIGHT	NORTH	EAST	HEIGHT	
пп База Каф	27868.37	4231.25	122.64	0.06	0.06	0.11	48.584055	135.057888	144.0773	0.015	0.027	0.037	0.05	-0.031	-0.016	0.876
пп Казачия	18064.826	3681.341	85.153	0.06	0.06	0.11	48.495899	135.050344	106.6863	0.016	0.028	0.038	-0.007	0.054	-0.008	0.936
пп Ракитное	7112.63	14022.21	112.366	0.06	0.06	0.11	48.397261	135.189896	134.1425	0.015	0.027	0.037	-0.011	-0.008	0.029	1.312
пп Ильинка	3987.55	10007.83	123.25	0.06	0.06	0.11	48.369234	135.1356104	145.0597	0.015	0.027	0.037	-0.032	-0.016	-0.005	0.876

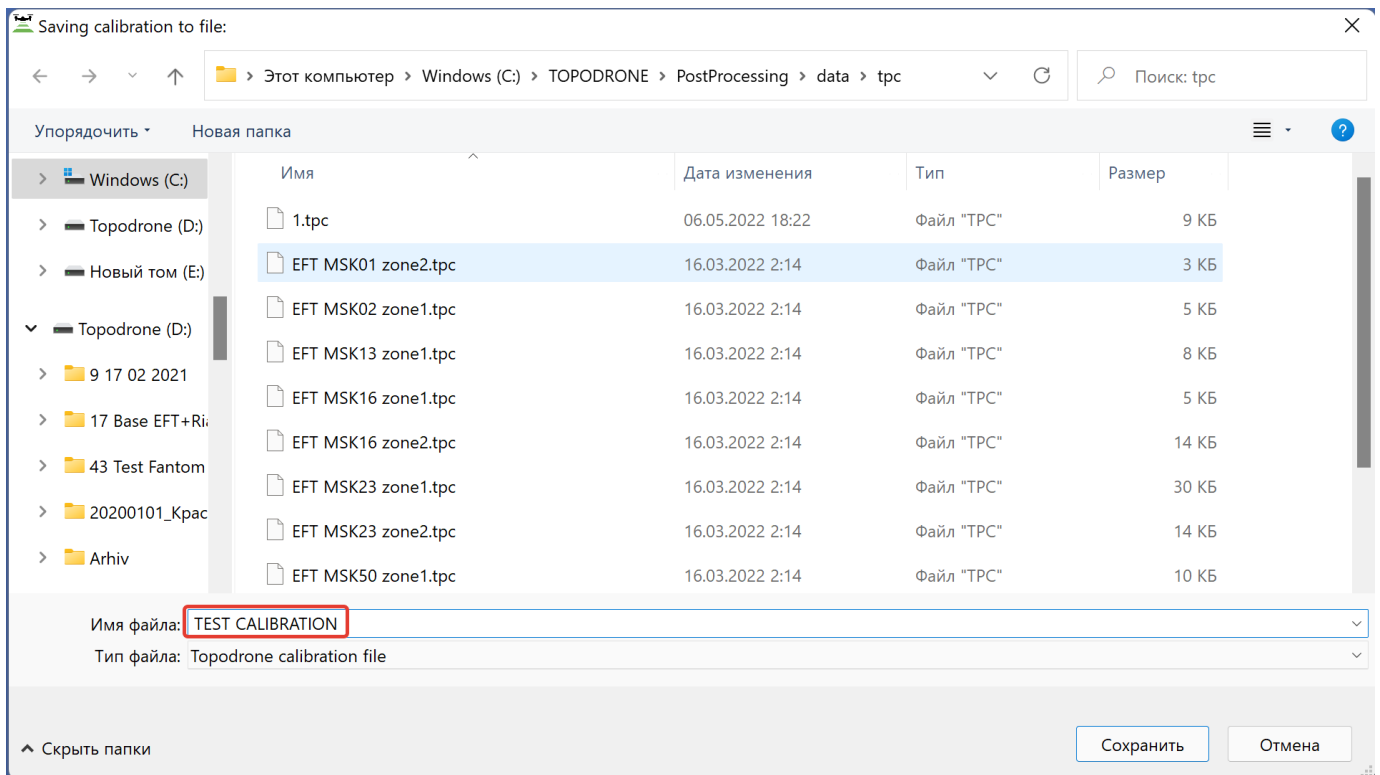
At the bottom of the interface, there are buttons for 'NEW', 'ADD ROW', 'DELETE ROW', 'CALCULATE', and 'SAVE'. The 'CALCULATE' button is highlighted in green.

В столбце "искажения" показываются искажения, которые калибровка будет исправлять (если на какой-либо точке искажения гораздо больше, чем на других точках то исключить эту точку из калибровки, в столбце "вес плотности" показано на сколько точки равномерно распределены на местности.

Программа скорректирует неравномерное распределение, но все же желательно точки распределять более-менее равномерно.



- 8) Далее нажимаем "сохранить", в результате получаем файл, который в последующем используем вместо rjg файла при вычислении аэрофотосъемки.



\* При выполнении калибровки нельзя использовать навигационные координаты WGS-84. Рекомендуем использовать ITRF.

\*\* точность известных или измеренных координат очень важна, по точности программа распределяет веса достоверности, если Вы не знаете какая точность, то поставьте на всех точках одинаковую.

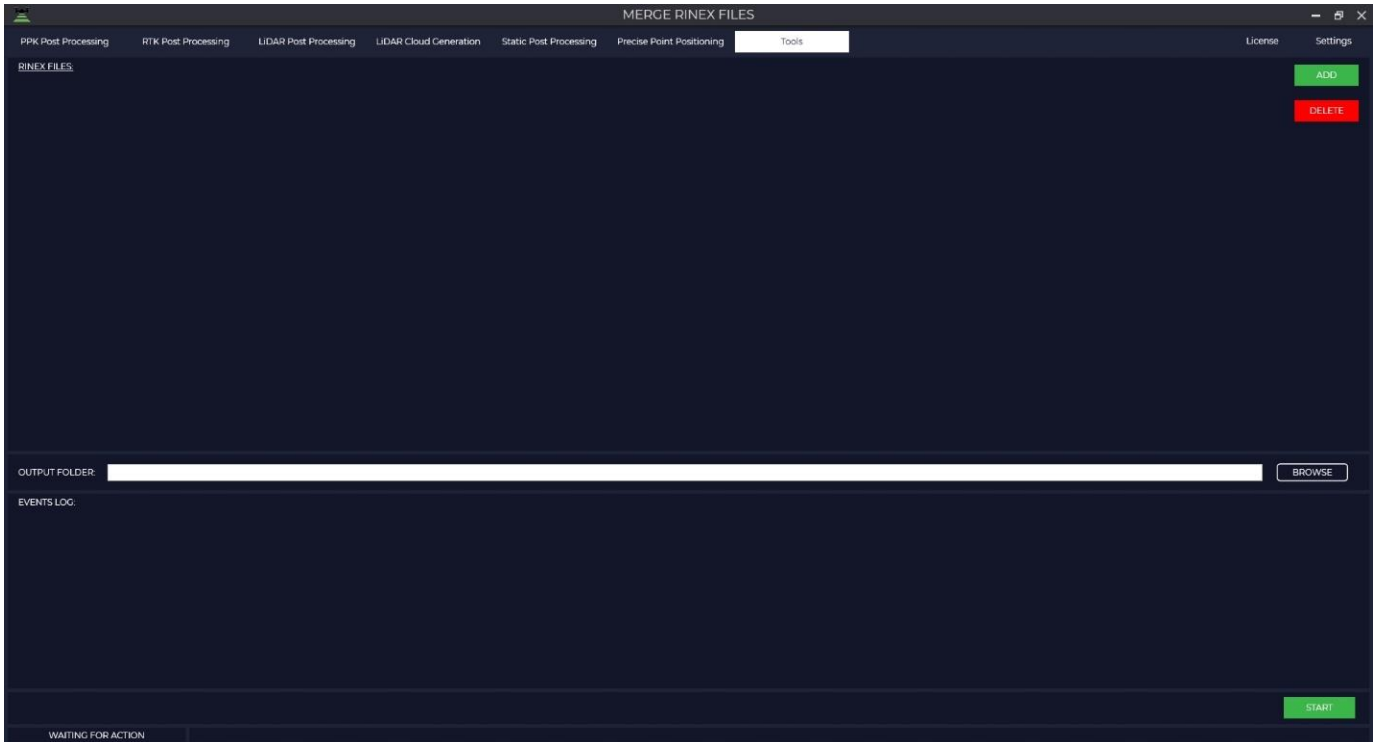




## 8.7. Merge Rinex file

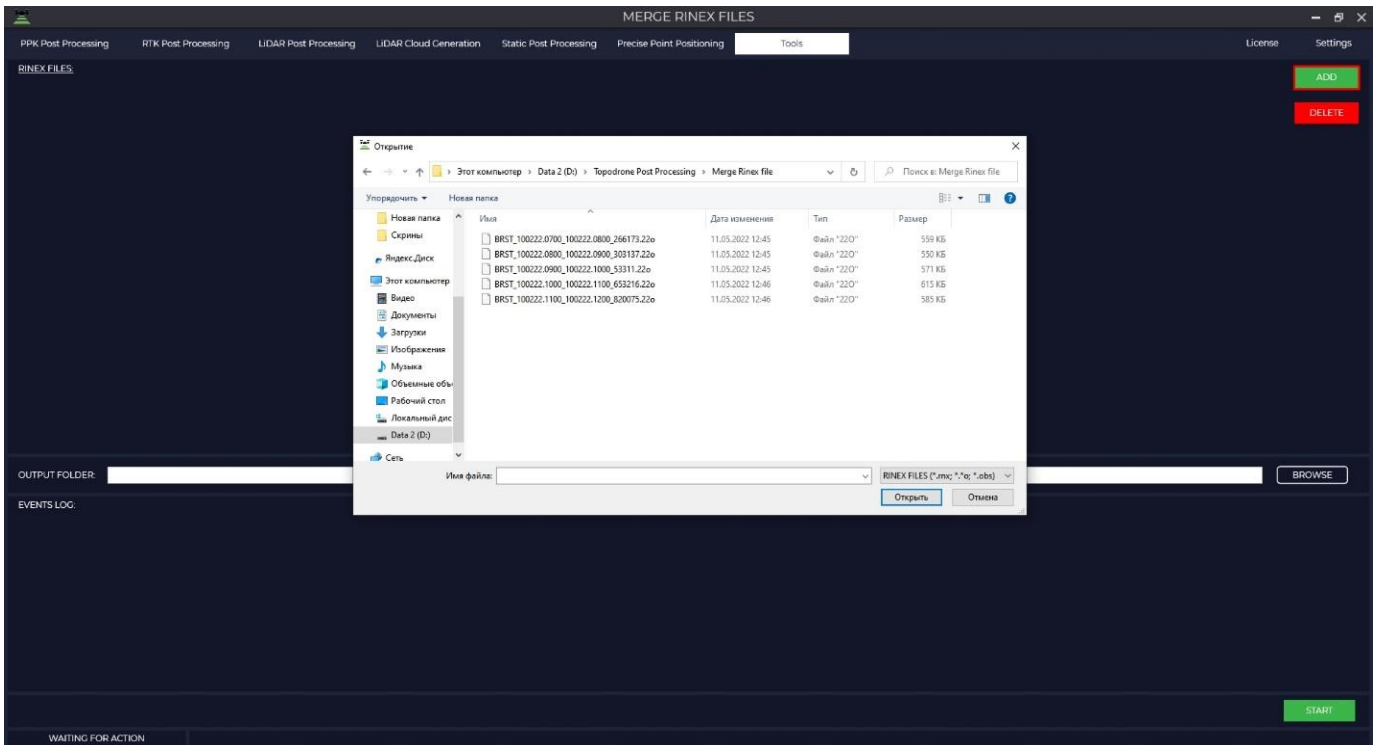
Данная функция предназначена для объединения файлов измерения с различных ГНСС приемников и подходит для тех случаев, когда провайдер референтной базовой станции при скачивании данных делит файл по временным интервалам.

- 1) Выберите вкладку Tools в основном меню программы далее выберите в всплывающем окне Merge Rinex file.

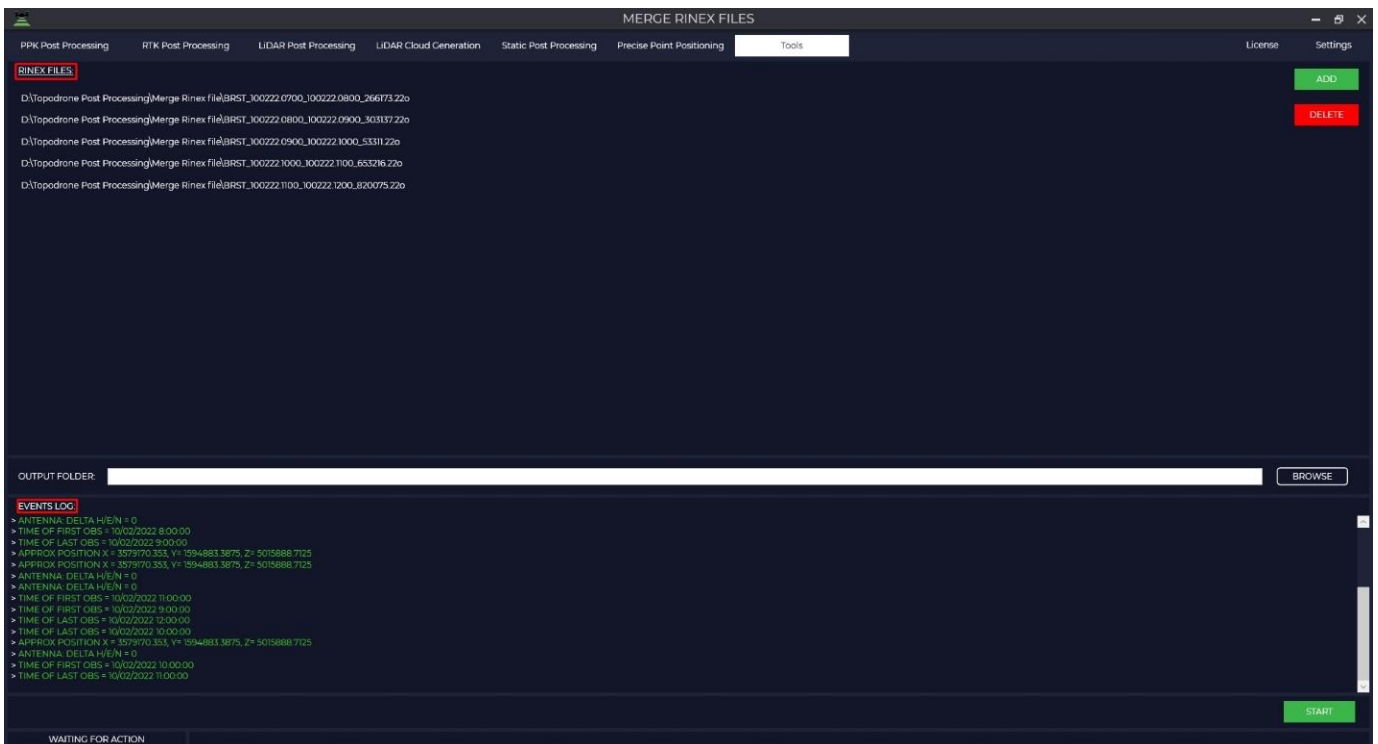




- 2) Нажмите кнопку «ADD» для добавления файлов измерений и выберите необходимые файлы. Поддерживаются следующие форматы: \*.rnx, \*.\*o и \*.obs.

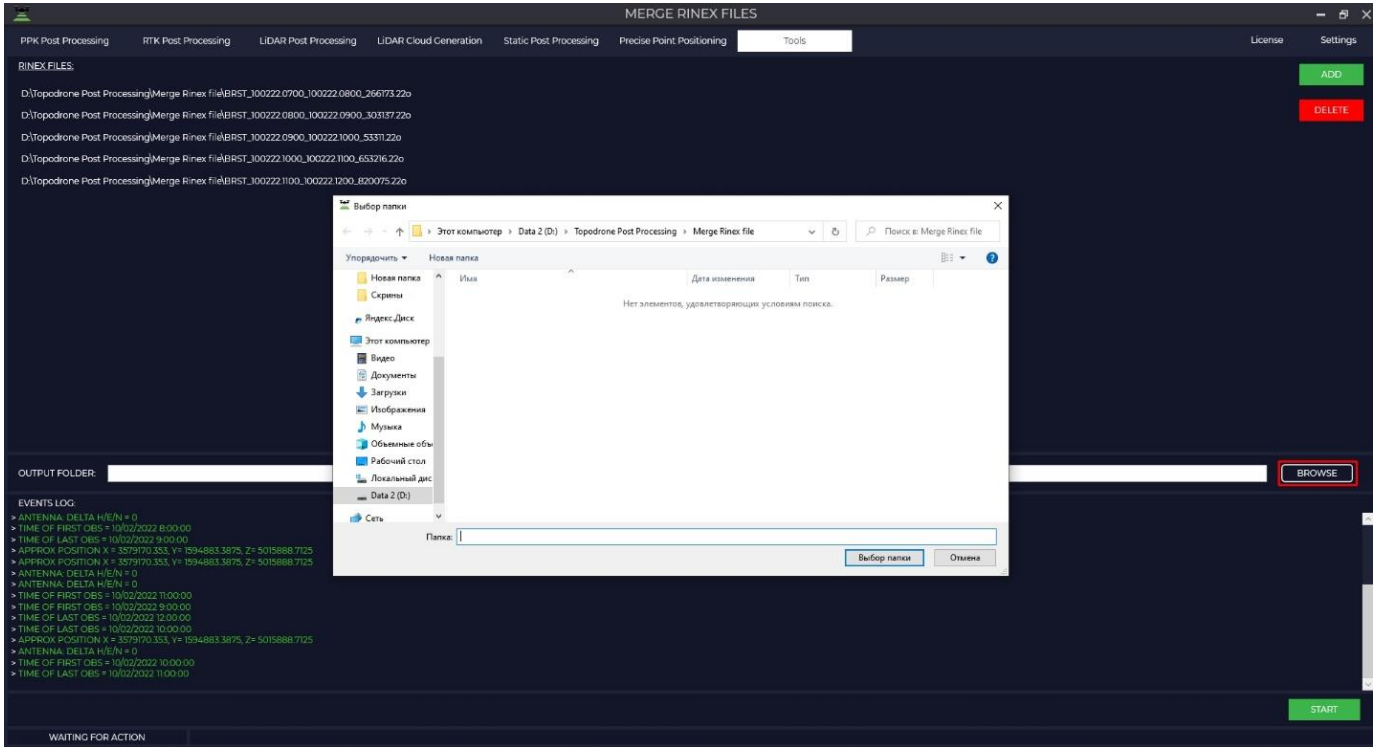


- 3) В окне «RINEX FILES» отобразятся загруженные файлы, а в окне «EVENTS LOG» информация о времени записи, типе антенны и координатах приемника, которые программа считает из ваших файлов.

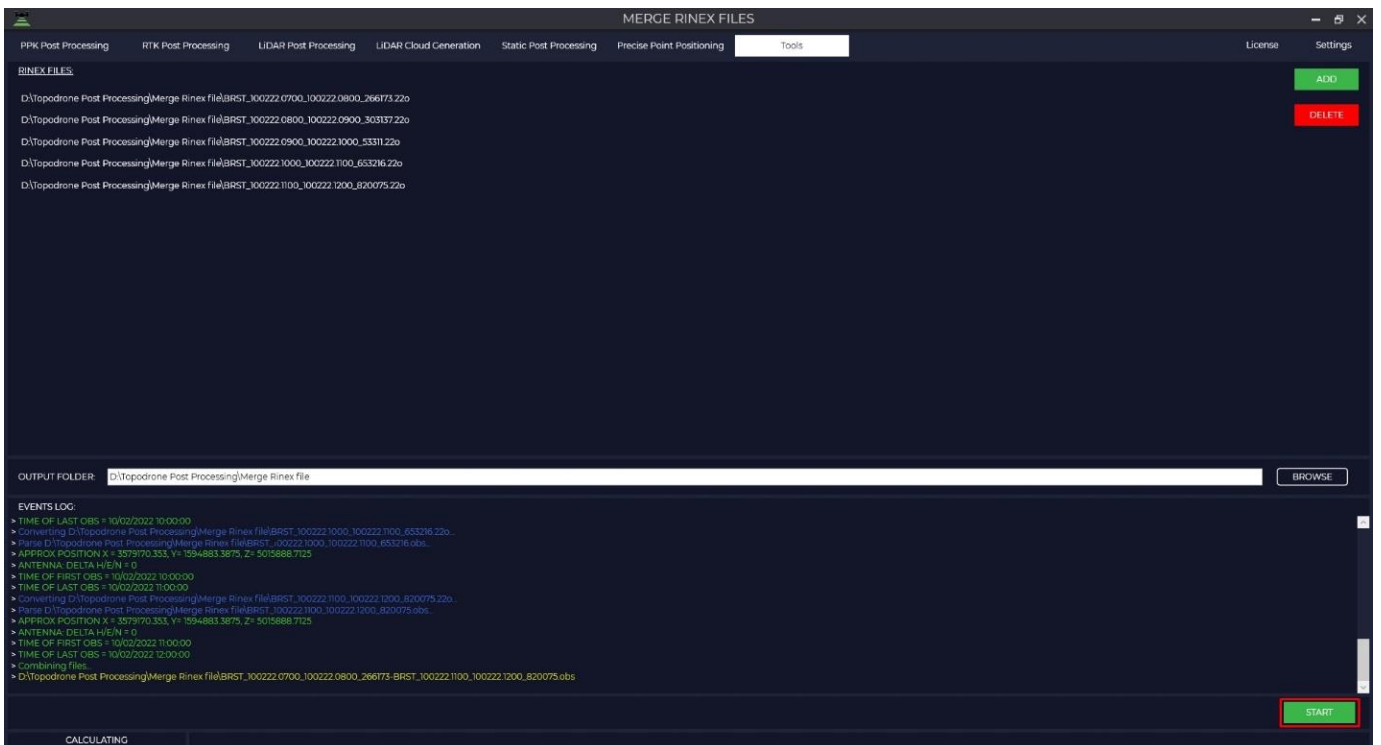




4) Далее необходимо указать путь к папке, куда сохранить объединений файл.



5) При нажатии на кнопку «START» программа объединит все файлы и сохранит в ранее указанную папку.

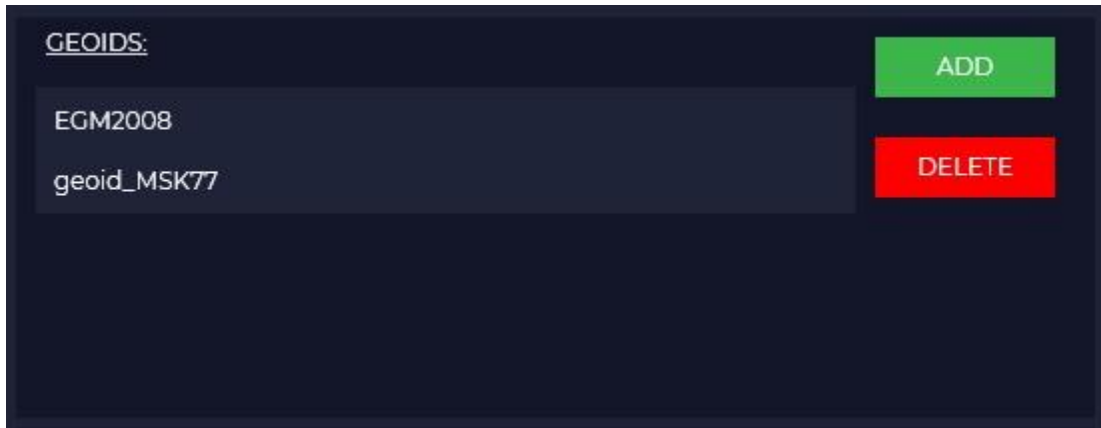




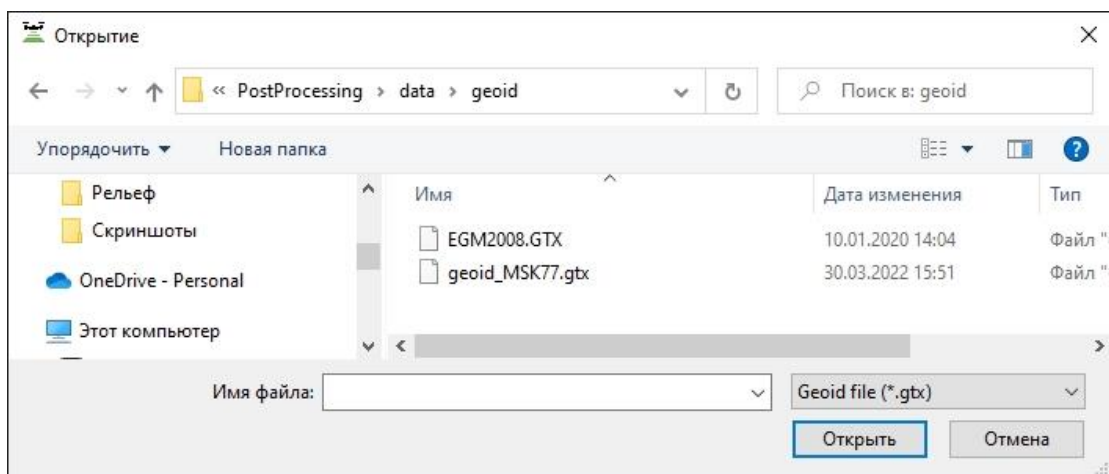
## 9. Settings

### 9.1. General

Выберите вкладку Settings далее General. В данном меню выполняются общие установки.



В окне «GEOIDS» можно добавить или удалить тип используемого геоида при постобработке. Предварительно уже загружены некоторые модели геоидов. В случае необходимости можно импортировать другой геоид в формате \*.gtx. Для этого нажмите кнопку «ADD» и выберите нужный файл.



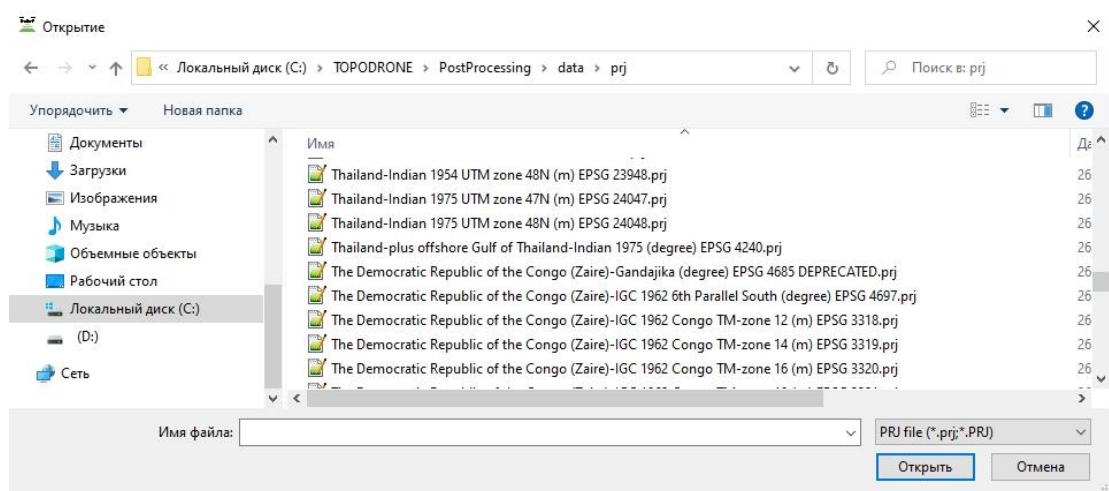
При необходимости можно удалить модель геоида из списка нажав на кнопку «DELETE». Удалить геоид EGM2008 невозможно.

В меню «PRJ» отображается список доступных систем координат, которые будут доступны для выбора при постобработке.

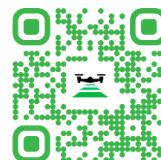




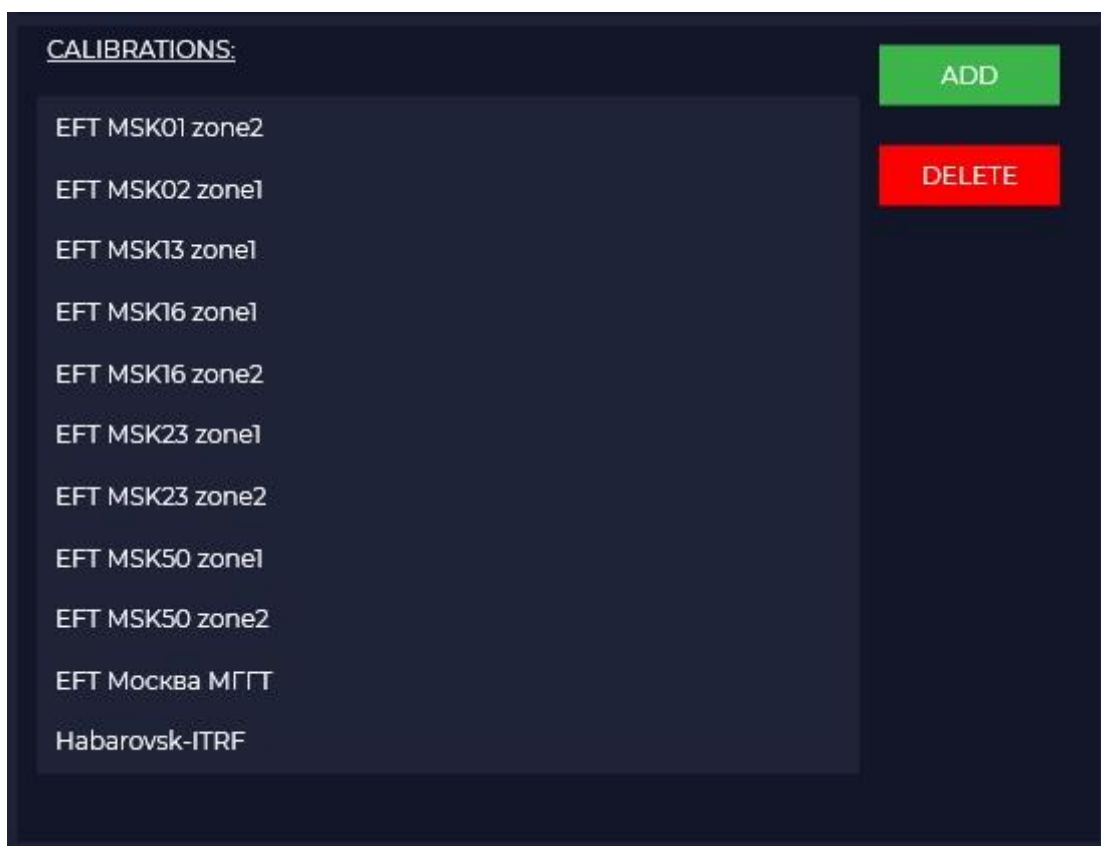
Можно добавить или удалить необходимую систему координат из списка. Для того что бы добавить систему координат, нажмите кнопку «ADD» и выберете нужный файл. Поддерживаются файлы в форматах \*.prj, другие форматы систем координат не поддерживаются.



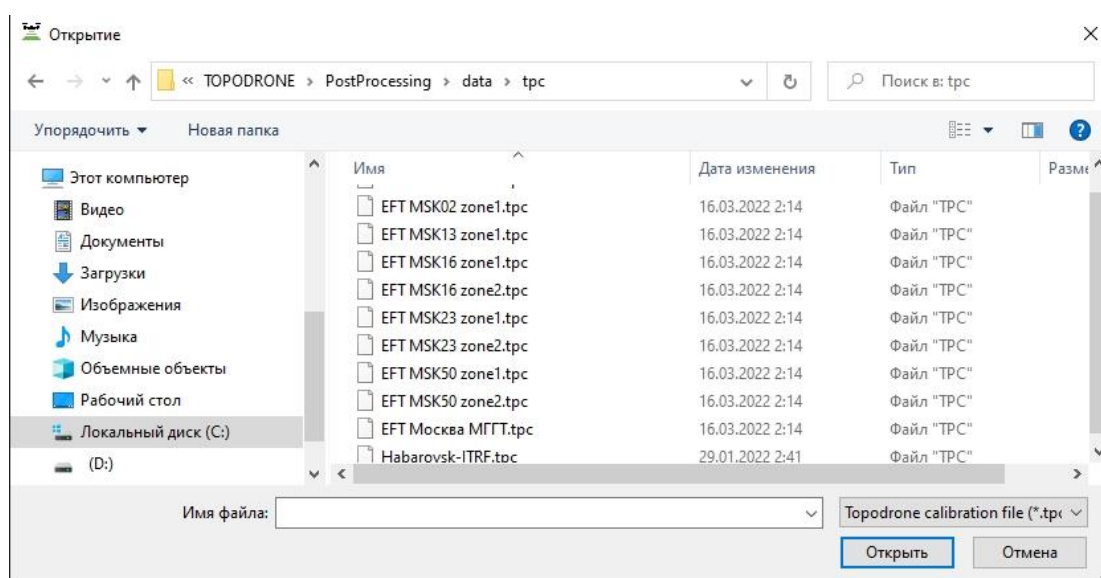
При необходимости удалить систему координат из списка нажмите кнопку «DELETE». Полное удаление импортированных СК возможно только после перезапуска программы.



В меню «Calibrations» отображаются доступные параметры калибровки, которые используются для перехода из одной системы координат в другую.



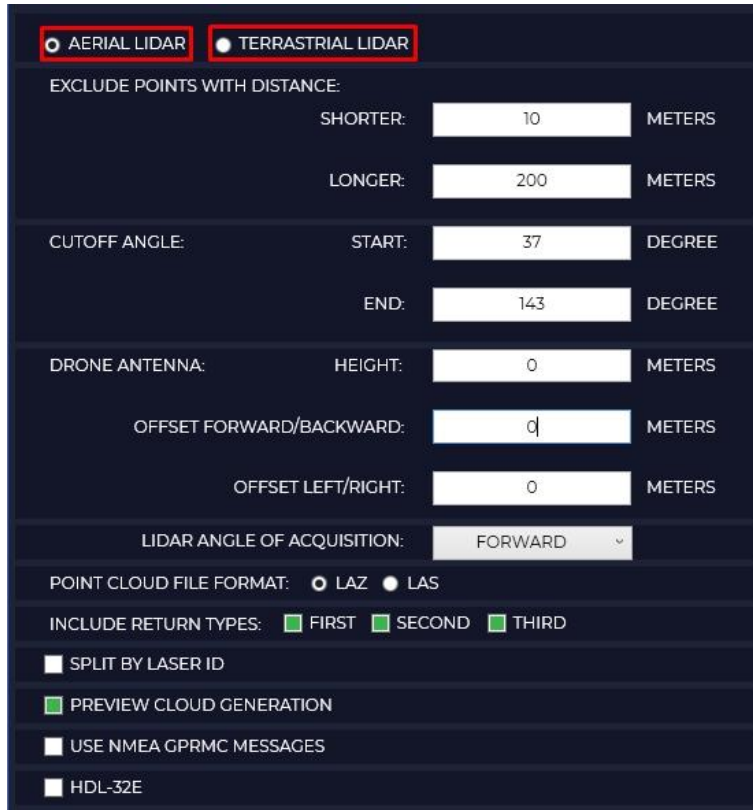
По умолчанию добавлены несколько калибровочных файлов для некоторых зон. Для того чтобы добавить параметр калибровки, нажмите кнопку «ADD» и выберите нужный файл. Поддерживаются файлы в формате \*.tpc, другие форматы систем координат не поддерживаются. Для создания файла калибровки смотри пункт 8.6.





## 9.2. Point cloud generation

- 1) Выберите вкладку Settings далее POINT CLOUD GENERATION. В открывшемся окне выберите тип съемки.



AERIAL LIDAR    TERRASTRIAL LIDAR

EXCLUDE POINTS WITH DISTANCE:

SHORTER: 10 METERS

LONGER: 200 METERS

CUTOFF ANGLE: START: 37 DEGREE

END: 143 DEGREE

DRONE ANTENNA: HEIGHT: 0 METERS

OFFSET FORWARD/BACKWARD: 0 METERS

OFFSET LEFT/RIGHT: 0 METERS

LIDAR ANGLE OF ACQUISITION: FORWARD

POINT CLOUD FILE FORMAT:  LAZ    LAS

INCLUDE RETURN TYPES:  FIRST    SECOND    THIRD

SPLIT BY LASER ID

PREVIEW CLOUD GENERATION

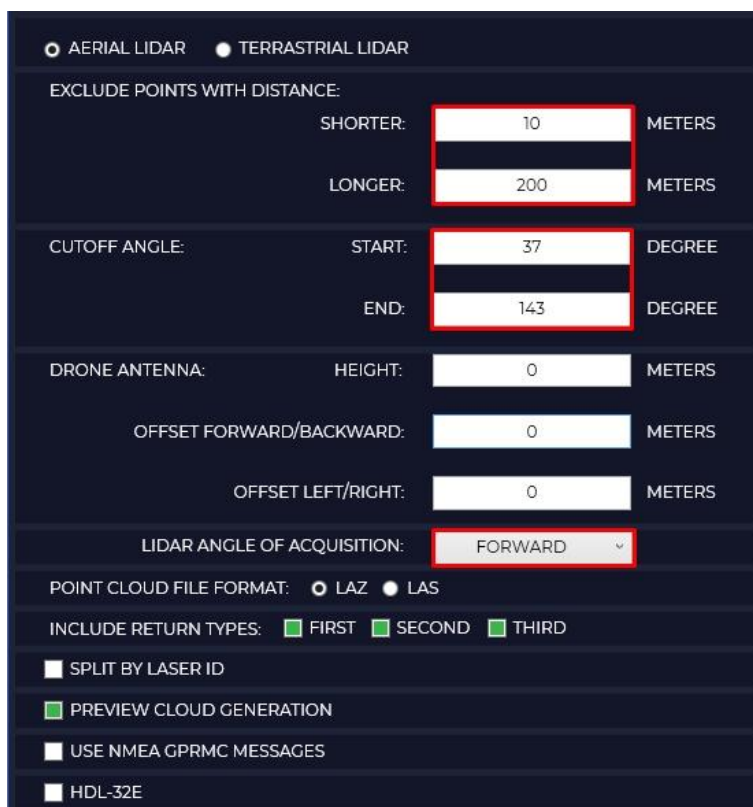
USE NMEA GPRMC MESSAGES

HDL-32E

**AERIAL**      **LIDAR-**  
воздушная съемка (LIDAR  
установлен на БПЛА)

**TERRASTRIAL**-наземная  
съемка (LIDARустановлен на  
наземный носитель)

- 2) Укажите лимиты для съемки.



AERIAL LIDAR    TERRASTRIAL LIDAR

EXCLUDE POINTS WITH DISTANCE:

SHORTER: 10 METERS

LONGER: 200 METERS

CUTOFF ANGLE: START: 37 DEGREE

END: 143 DEGREE

DRONE ANTENNA: HEIGHT: 0 METERS

OFFSET FORWARD/BACKWARD: 0 METERS

OFFSET LEFT/RIGHT: 0 METERS

LIDAR ANGLE OF ACQUISITION: FORWARD

POINT CLOUD FILE FORMAT:  LAZ    LAS

INCLUDE RETURN TYPES:  FIRST    SECOND    THIRD

SPLIT BY LASER ID

PREVIEW CLOUD GENERATION

USE NMEA GPRMC MESSAGES

HDL-32E

**EXECLUDE POINTS**  
**DISTANCE** – укажите  
расстояния записи данных по  
длине лазера.

**SHORTER** – расстояние  
от Lidar

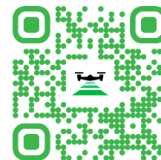
**LONGER** – предельное  
расстояние

**CUTOFF ANGLE** –  
укажите угол сканирования для  
Lidar

**START** – начальный угол

**END** – конечный угол

**LIDAR ANGLE OF**  
**ACQUISITION** – укажите как  
установлен LIDAR



**FORWARD** – Стандартная установка, когда сенсор смотрит вперед

**BACKWARD** – Сенсор смотрит назад

**POINT CLOUD FILE FORMAT** – выберите в каком формате будет генерироваться облако точек **LAS/LAZ**

**INCLUDE RETURN TYPES** – выберите типы отражений

- **FIRST** – первое отражение
- **SECOND** – второе отражение
- **THIRD** – третье отражение

**SPLIT BY LASER ID** – генерация отдельных облаков точек по номеру луча

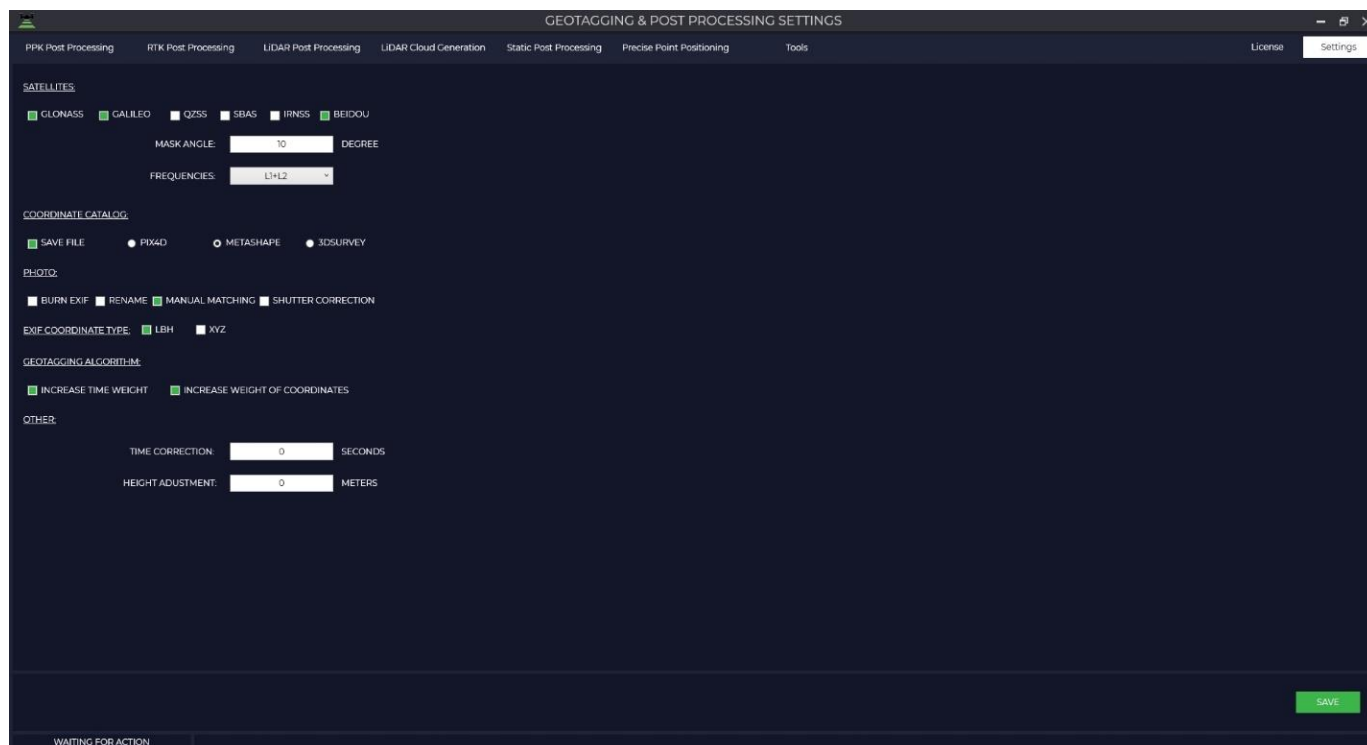
**PREVIEW CLOUD GENERATION** – просмотр генерации облака точек в режиме реального времени

**USE NMEA GPRMC MESSAGES** –

**HDL-32E** – данную галочку необходимо использовать при использовании сенсора HDL-32

### 9.3. Geotagging and post processing

- 1) Выберите вкладку Settings далее Geotagging and post processing. Данное окно служит для настройки обработки модулей PPK Post Processing и RTK Post Processing.



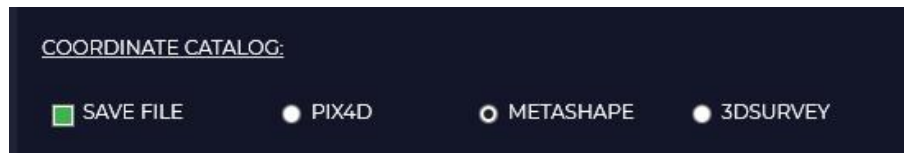




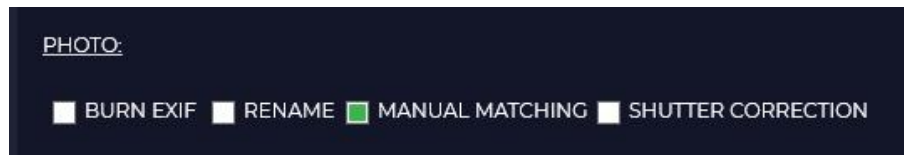
- 2) В окне SATELLITES (Спутниковые группировки) можно включить или отключить из обработки определенные спутниковые группировки, указать необходимую маску возвышения и выбрать частоты, по которым необходимо выполнить обработку.



- 3) В окне COORDINATE CATALOG необходимо поставить галочку SAVE FILE для сохранения каталога центров фотографирования и выбрать формат файла для используемой Вами программы.



- 4) В окне PHOTO можно сохранить координаты центров фотографирования в EXIF файл фотографии, присвоить фотографиям уникальное имя в зависимости от времени создания, рекомендуется поставить галочку ручного сопоставления фотографий и меток, галочка «Shutter correction» отвечает за смещение метки на половину времени выдержки.



- 5) В случае, если в предыдущем окне поставили галочку «BURN EXIF», то необходимо выбрать формат сохранения координат (LBH – географические координаты, XYZ – прямоугольные координаты)



- 6) На вкладке GEOTAGGING ALGORITHM находятся настройки позволяющие помочь программе совместить фотографии и метки в случае несоответствия количества.

INCREASE TIME WEIGHT – совмещение по времени;

INCREASE WEIGHT OF COORDINATES – совмещение по координатам.





**Внимание!!!** При маршрутах, в которых одни фотографии накладываются на другие алгоритм совмещения по координатам может работать не корректно. Пример: маршрут на одном аккумуляторе при съемке небольшого объекта для 3Д реконструкции. В случае съемки, когда камера направлена в надир, а затем сразу происходит съемка, когда летательный аппарат производит съемку перспективы.

В случае, если ваш ГНСС приемник не корректно записывает время или высоту, то в окне OTHER можно это скорректировать.



#### 9.4. Track file structure

- 1) Выберите вкладку Settings далее Track file structure. В открывшемся окне выберите файл траектории, который Вы получили в результате постобработки. Если Вы выполняли обработку в ПО TOPODRONE Post Processing укажите порядок столбцов как на картинке ниже.

	Latitude / X	Longitude / Y	H-Ell / H	Roll	Pitch	Heading	Time	
13:50:22.010000	55.713305187566846	37.653742918151913	140.265	1.754441161922826	0.609907908637038	-156.9183356047957047	1648216222.0100	1
13:50:22.020000	55.713305187496708	37.653742918075203	140.265	1.754527433449306	0.609561051282546	-156.918139876672001	1648216222.0200	1
13:50:22.030000	55.713305187364519	37.653742917937471	140.265	1.753875093227311	0.610733034526325	-156.918200255128937	1648216222.0300	1
13:50:22.040000	55.713305187173852	37.653742917730426	140.265	1.753594148013014	0.612892057854831	-156.917718795997075	1648216222.0400	1
13:50:22.050000	55.713305186922177	37.653742917474027	140.265	1.753431270190594	0.615294740836477	-156.918230871528010	1648216222.0500	1
13:50:22.060000	55.713305186664150	37.653742917161530	140.265	1.753250350659146	0.617223684084248	-156.918945648057360	1648216222.0600	1
13:50:22.070000	55.713305186251773	37.653742916799864	140.265	1.753613699414706	0.618255287913219	-156.920189918960943	1648216222.0700	1

- 2) После того как Вы заполните все поля нажмите сохранить (Save).

**ПРИМЕЧАНИЕ:** Данную процедуру необходимо проделать однократно, если Вы и дальше будете выполнять обработку в ПО TOPODRONE Post Processing, то больше Вам не нужно будет указывать структуру файла. Если Вы выполняли обработку в любом другом ПО то структура будет отличаться и вам нужно будет указать соответствующий порядок полей для вашего файла траектории.



## 9.5. Lidar calibration

- 1) Выберите вкладку Settings далее Lidar calibration. В открывшемся окне Вы можете выбрать Ваш Lidar и отключить не нужные лучи.

**ВАЖНО:** Сенсоры, которыми оснащается Lidar компании TOPODRONE проходят калибровку на заводе производителя и в дальнейшем на протяжении всего периода эксплуатации калибровки не требуют.

Use	Tilt (deg)	Offset (mm)
<input type="checkbox"/> 0	-15	11.2
<input type="checkbox"/> 1	1	-0.7
<input type="checkbox"/> 2	-13	9.7
<input type="checkbox"/> 3	3	-2.2
<input type="checkbox"/> 4	-11	8.1
<input type="checkbox"/> 5	5	-3.7
<input type="checkbox"/> 6	-9	6.6
<input type="checkbox"/> 7	7	-5.1
<input type="checkbox"/> 8	-7	5.1
<input type="checkbox"/> 9	9	-6.6
<input type="checkbox"/> 10	-5	3.7
<input type="checkbox"/> 11	11	-8.1
<input type="checkbox"/> 12	-3	2.2
<input type="checkbox"/> 13	13	-9.7
<input type="checkbox"/> 14	-1	0.7
<input type="checkbox"/> 15	15	-11.2

*Use* – номер луча

*Tilt (deg)* – угол наклона луча в градусах

*Offset (mm)* – смещение луча относительно сенсора в мм.

Примечание: В зависимости от вашего Lidar у Вас будет свое количество лучей.