

Для получения точных координат базовой станции от сети референчных станций потребуется следующее программное обеспечение:

- 1) RxTools (можно скачать по ссылке: <http://www.septentrio.com/support/software/rxtools>), если Ваш файл с базы имеет расширение \*.sbf Septentrio Binary Format.
- 2) JPS2RIN (можно скачать по ссылке: <https://www.javad.com/jgnss/products/software/jps2rin.html>), если Ваш файл с базы имеет расширение \*.jps Javad JPS format
- 3) Иные программы конвертации из форматов файлов gnss-приемников в формат RINEX.
- 4) Magnet Office Tools

## Этапы обработки:

### 1.1) Конвертация из формата SBF

Для того, чтобы импортировать файл измерений с базовой станции в Magnet Office Tools для дальнейшей обработки необходимо перевести его из формата SBF в формат RINEX. Для этого необходимо запустить программу SBF Converter, входящую в состав RxTools.

Указываем путь к файлу с измерениями (файл расположен в папке AFS\_Data\папка с полетом\BaseSt) и формат, в который конвертируем – RINEX и нажимаем кнопку **Convert**.

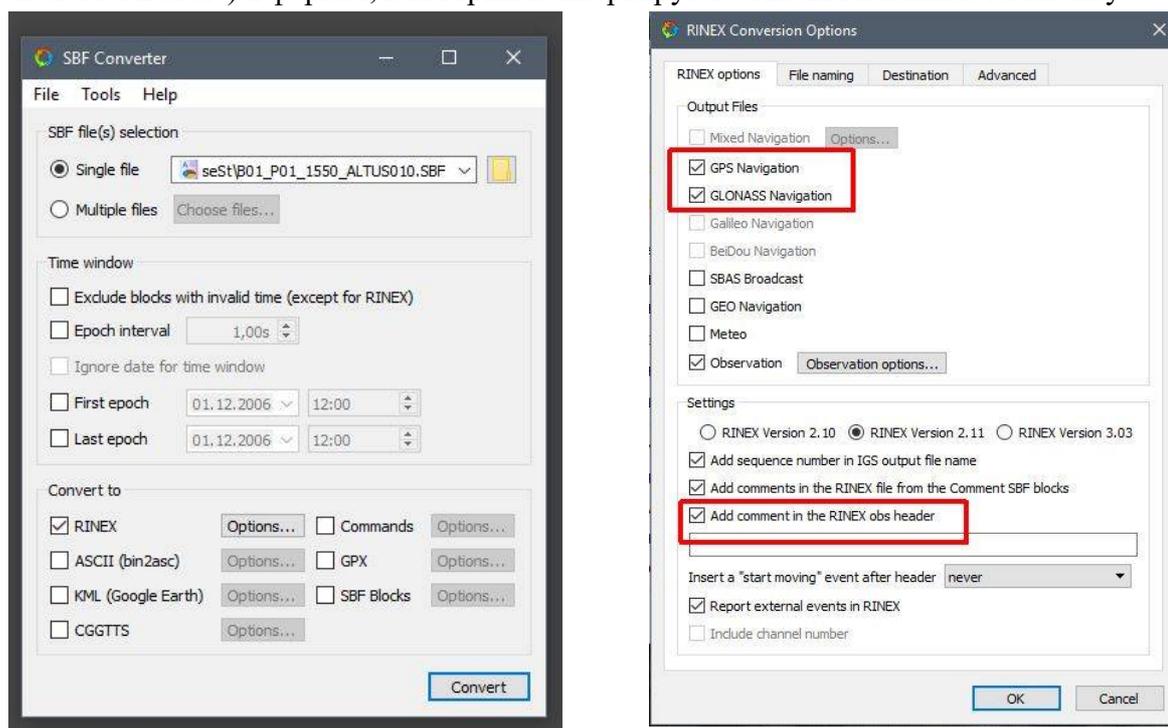


Рис.1. SBF Converter

## 1.2) Конвертация из формата JPS

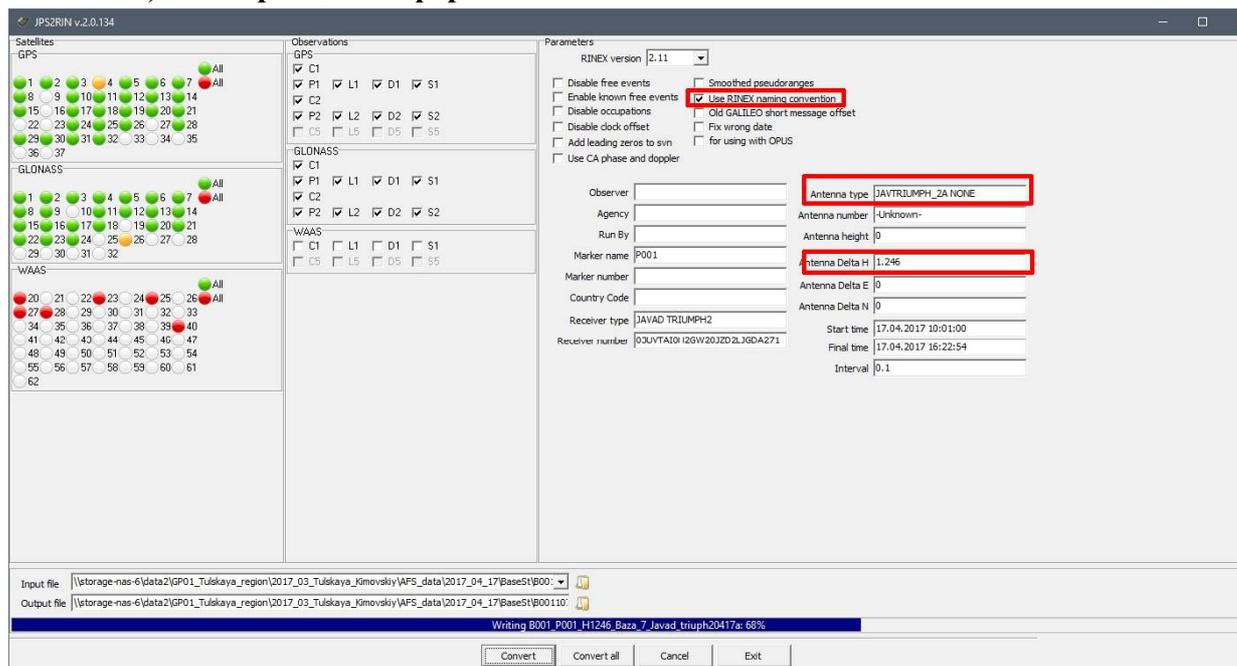


Рис.2. JPS2RIN

Указываем путь к файлу с измерениями **Input file**: (файл расположен в папке AFS\_Data\папка с полетом\BaseSt). В разделах Satellites и Observation отключаем не интересующие нас измерения. Ставим галочку для формирования стандартного имени файла RINEX, указываем тип антенны и вертикальную высоту.

Нажимаем **Convert**.

### 2) Обработка в Magnet Office Tools

Создание проекта.

Для создания проекта нажимаем на вкладке **Проект-Создать** новый проект. В появившемся окне указываем

- имя проекта Magnet Project\_baza (или любое другое)
- путь до папки с проектом
- Configurations – GPS+

Нажимаем -Далее. (Рис.3-5)

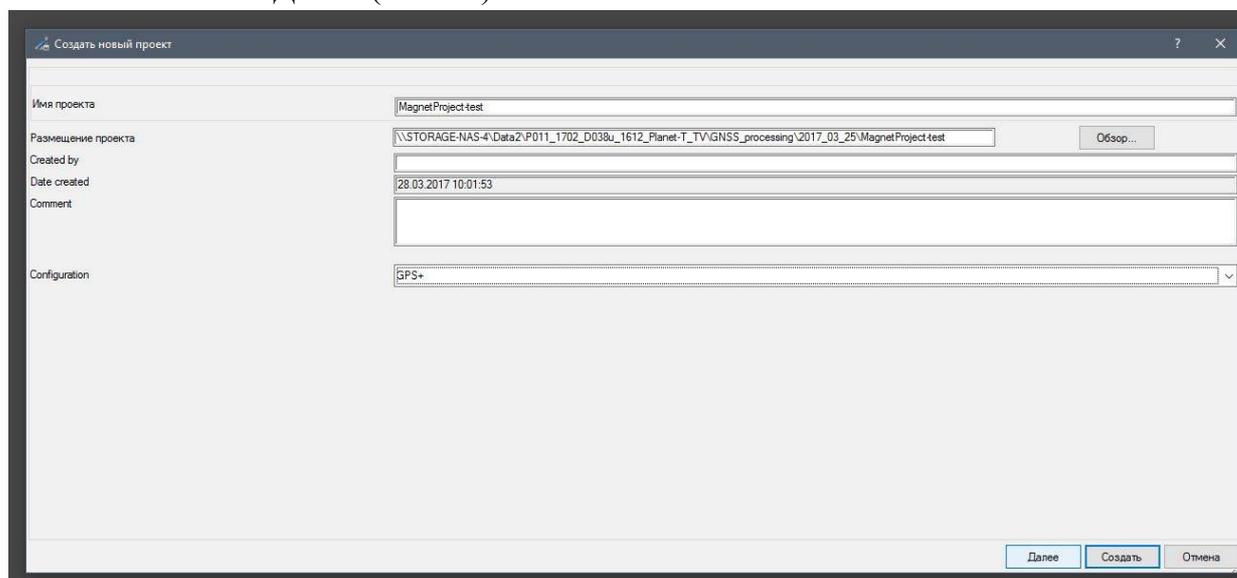


Рис.3. Создание проекта

Далее необходимо проверить:

- формат показа широты и долготы должен быть десятичным

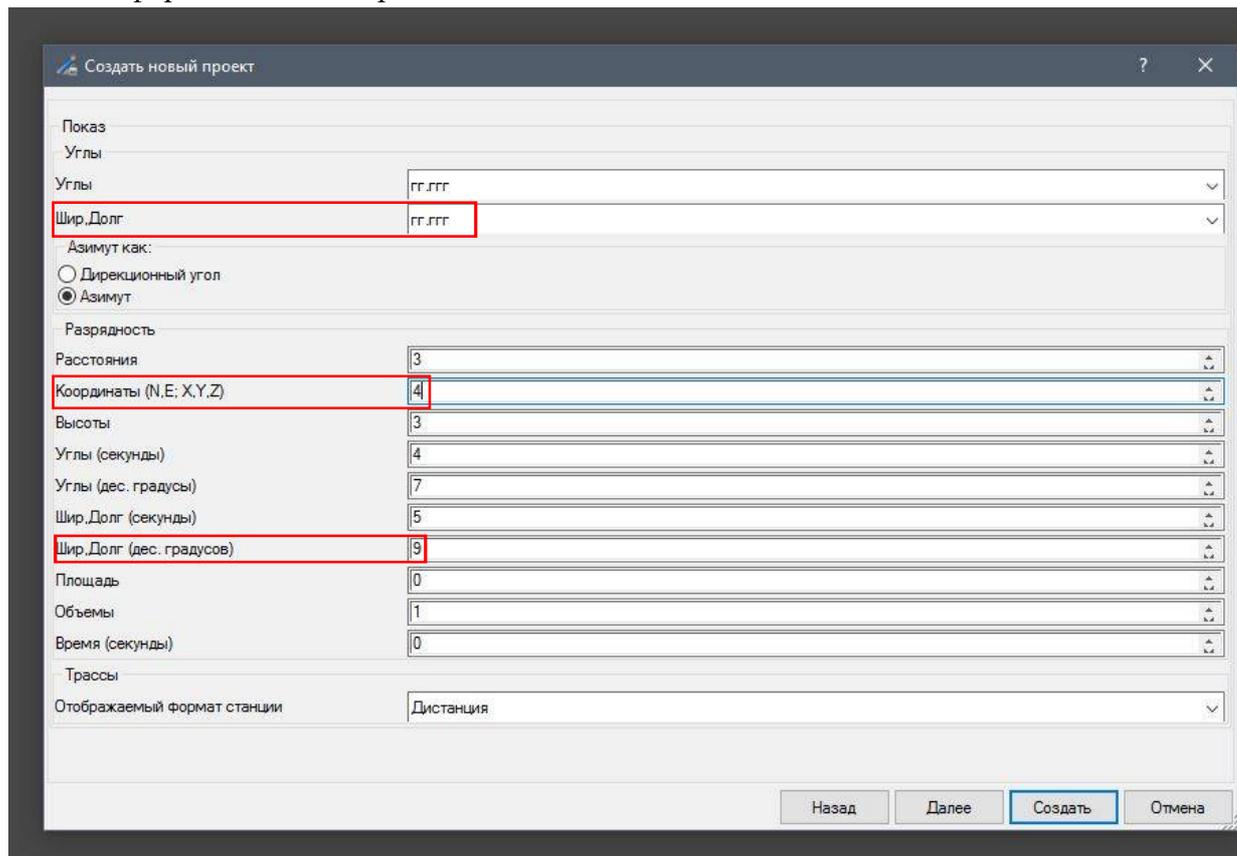


Рис.4. Создание проекта.

- точность отображения координат 4 знака после запятой
- точность отображения широты и долготы - 9 знаков после запятой

Нажимаем **Создать**, если планируем вести обработку в системе WGS84. Если работаем в иной, например, местной системе координат, нажимаем **Далее** (Рис. 5), выбираем интересующую нас проекцию (или создаем пользовательскую – справа по кнопке **Пользователя...**), после выбора проекции и типа координат нажимаем **Создать**.

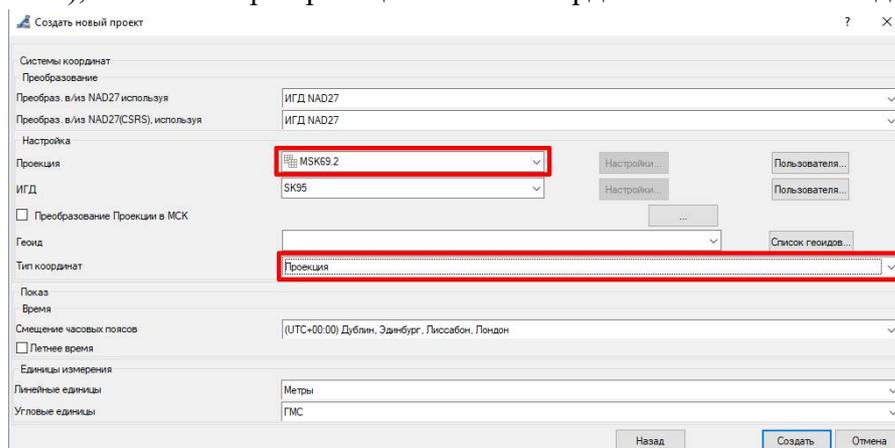


Рис.5. Создание проекта.

Загружаем данные с базовой станции и с референчных станций, близких к району проведения аэрофотосъемки (данные с референчных станций - см. инструкцию по скачиванию данных с референчных станций на примере сети SmartNet).

На вкладке Проект выбираем – **Импорт**. Указываем путь до файла, полученного после конвертации данных с базы, нажимаем **Открыть**. То же самое с данными с референчных станций. По окончании во вкладке наблюдений должна появиться схема расположения базы и подгруженных референчных станций.

На вкладке **Сеансы наблюдений GPS** – правый клик по имени базы – Свойства – во вкладке «Антенна» выбираем тип антенны (если это не произошло автоматически), метод измерения высоты антенны по отчету геодезистов<sup>1</sup> и указываем высоту антенны из имени файла с базы (например, B01\_P01\_1550\_HiperV – высота антенны 1.55 м).

На вкладке Точки указываем, что референчные станции имеют известные координаты в плане и по высоте. Значение «Контрольная» для референчных станций в таблице меняем на «В плане и по высоте».

В **Конфигурации проекта** указываем во вкладке Система координат - **Тип координат** -WGS84X,Y,Z (для обработки в WGS84).

---

<sup>1</sup> Для антенн Topcon и Sokkia возможно использование наклонной высоты, для всех прочих - **оставлять наклонную высоту нельзя** - посчитана она будет неправильно Для проведения корректных расчётов программе в случае указания наклонной высоты необходим радиус антенны, но он не определяется при калибровке антенны NGS, которая является официальной и общепринятой. Данные, полученные при этой калибровке и введены в Magnet Tools. Поэтому данный параметр для всех антенн, кроме Topcon и Sokkia отсутствует в программе, поскольку сторонние производители не сообщают диаметров своих антенн специалистам компании Topcon. В таком случае необходимо измерить вертикальную высоту, либо пересчитать наклонную и получить вертикальную – ее и вводить.

#### **Как перевести наклонную высоту антенны в прямую:**

*APC - antenna phase center (точка, на которую рассчитываются координаты при отсутствии информации об антенне в ПО)*

*ARP - antenna reference point (точка, на которую приводятся калибровки фазового центра и его смещение в антенне и до которой измеряется её прямая высота на маркой).*

*SHMM - slant height measurement mark (метка на корпусе антенны, до которой измеряется наклонная высота).*

*SHMP - slant height measurement point (метка на корпусе антенны, до которой измеряется наклонная высота).*

*На сайте <https://www.ngs.noaa.gov/ANTCAL/#>*

*найти свою антенну в списке "Browse Antenna Information by Manufacturer and Model"*

*Наведя на эту строку мышью - выпадет список производителей, кликнув на нужном появится список его антенн.*

*Найти её чертёж (выпадает при наведении на строку Drawing - если она есть)*

*если рисунок не помещается на экран - открыть его в новом окне*

*и определить какая плоскость выше - SHMM или ARP.*

*Вычислить расстояние между ними, если оно не указано явно.*

*В большинстве случаев SHMM будет выше.*

*Рассчитать терему Пифагора с учётом взаимного положения SHMM или ARP.*

*высотапрямая = корень( высотанклонная<sup>2</sup> - радиусSHMM<sup>2</sup>) - (расстояние от плоскости SHMM до плоскости ARP)*

*если SHMM будет ниже ARP*

*высотапрямая = корень( высотанклонная<sup>2</sup> - радиусSHMM<sup>2</sup>) + (расстояние от плоскости SHMM до плоскости ARP)*

*Следить где метры, а где миллиметры!*

**Пример:** *Slant antenna height = 1.383m. Antenna radius = 0.08875m.*

*Antenna vertical height to SHMP (Slant Height Measurement Point) = sqrt(sqrt(1.383) - sqrt(0.08875)) = 1.3801m.*

*Distance from SHMP to ARP (Antenna Reference Point) = 0.0544m.*

*Antenna vertical height to ARP = 1.3801 - 0.0544 = 1.3257m. (когда SHMM выше ARP)*

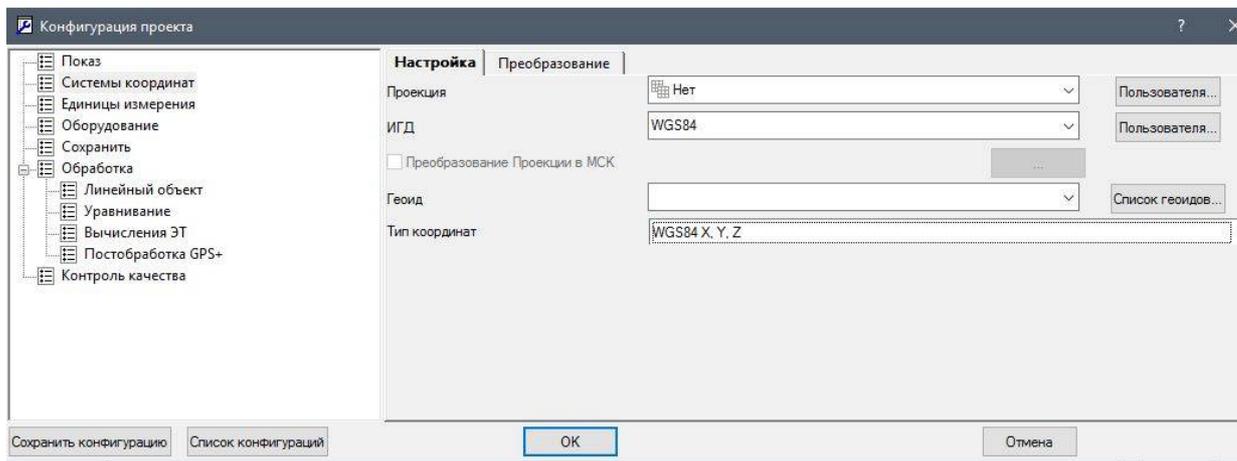


Рис. 6. Настройка типа координат



- Вертикальная высота – измерение от наземной точки до точки крепления антенны (ARP);
- Наклонная высота – измерение от наземной точки до метки антенны для наклонной высоты (SHMM)

Рис.7. Определение высоты антенны

Заменяем предварительные координаты на известные геоцентрические координаты референчных станций из текстового файла (для координат с сайта <http://smartnet-ru.com>).

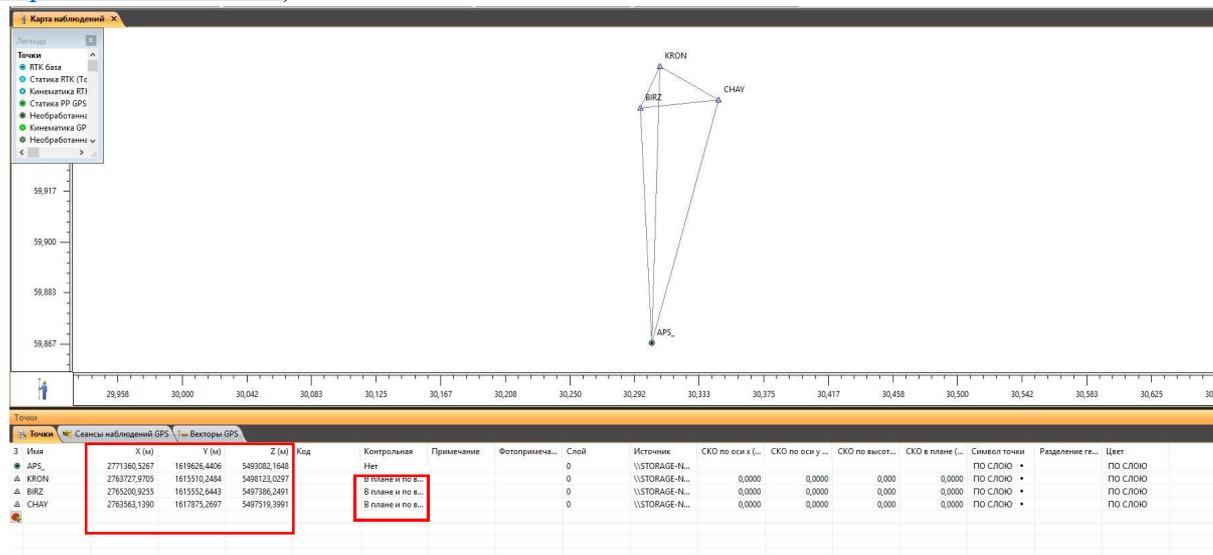


Рис.8.

В **Конфигурации-Контроль качества-Точность векторов GPS** можно также задать порог, который не должна превышать ошибка при уравнивании. Рекомендовано оставить значения по умолчанию. На вкладке **Сохранить** можно убрать галочку с Автосохранения, чтобы ускорить работу программы.

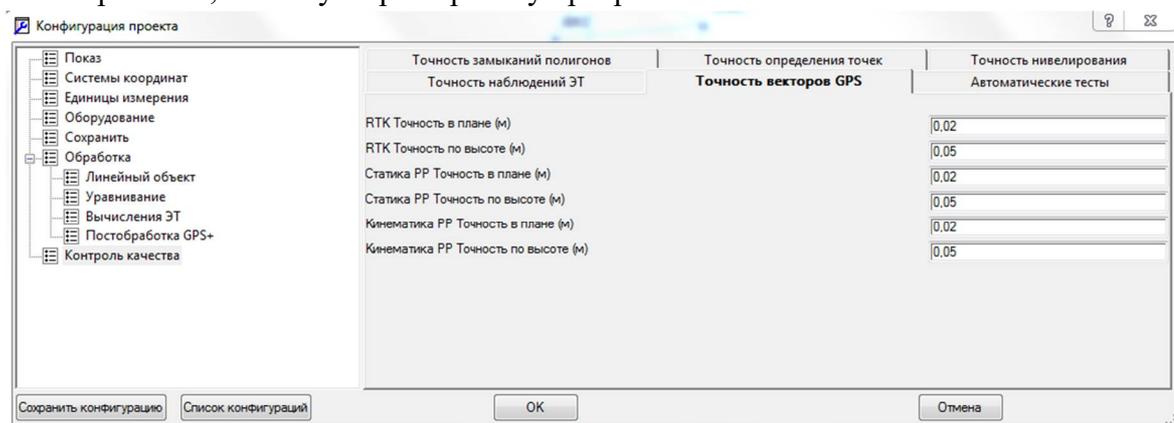


Рис.9.

В качестве входящего контроля также необходимо зайти на вкладку **Просмотр – Сеансы наблюдений**, где можно оценить визуально количество наблюдаемых спутников, непрерывность измерений.

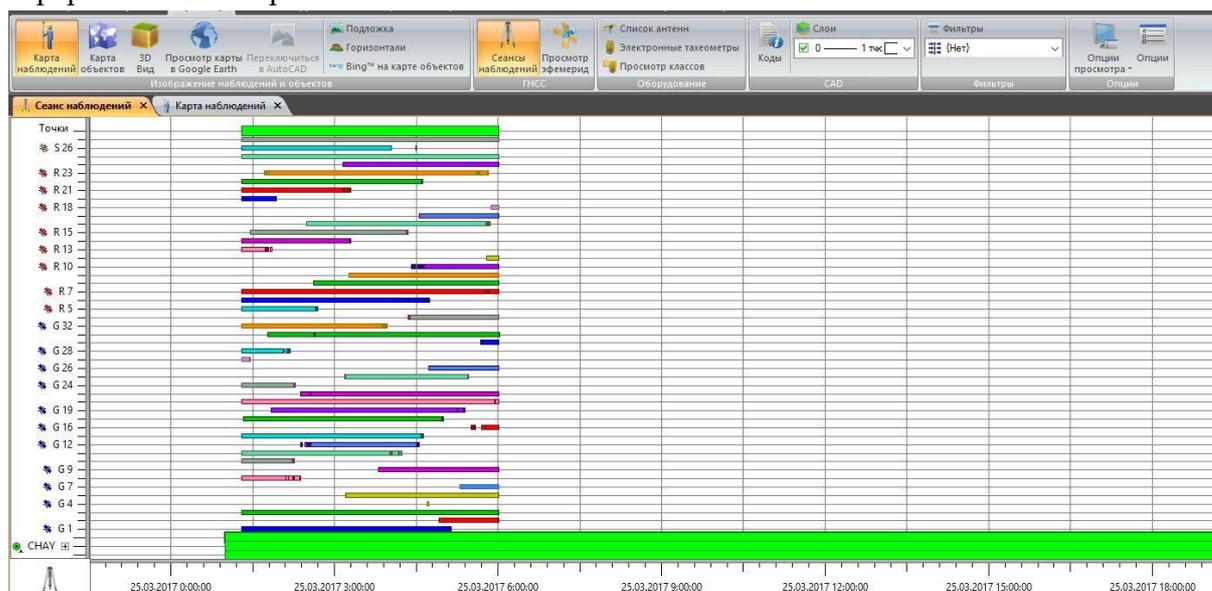


Рис.10.

Для непосредственной обработки измерений:

- нажимаем на вкладке **Обработка – Постобработка GPS+**

В правом нижнем углу находится индикатор прогресса.

Далее нажимаем на вкладке **Обработка – Уравнивание**. По окончании должно появиться окно с сообщением об успешном выполнении уравнивания.

В программе предусмотрена настройка параметров (рис.11-12) уравнивания по кнопке **Свойства** уравнивания на вкладке Обработка. На вкладке Общие нас интересует по большей части только Elevation Mask (Маска Возвышения) – значения угла (в градусах) между горизонтом и спутником, при котором измерения исключаются из обработки. Вкладка Алгоритм является важной, т.к. в ней можно выбирать режим постобработки векторов. Они различаются по степени фиксации решений, и по времени разрешения

неоднозначностей. В последней вкладке – Troposphere выбирается тропосферная модель, метео-модель и задается величина тропосферной задержки. Рекомендуется до возникновения проблем использовать параметры, выставленные по умолчанию. Можно убрать галочку вычислить DOPы, чтобы ускорить процесс обработки.

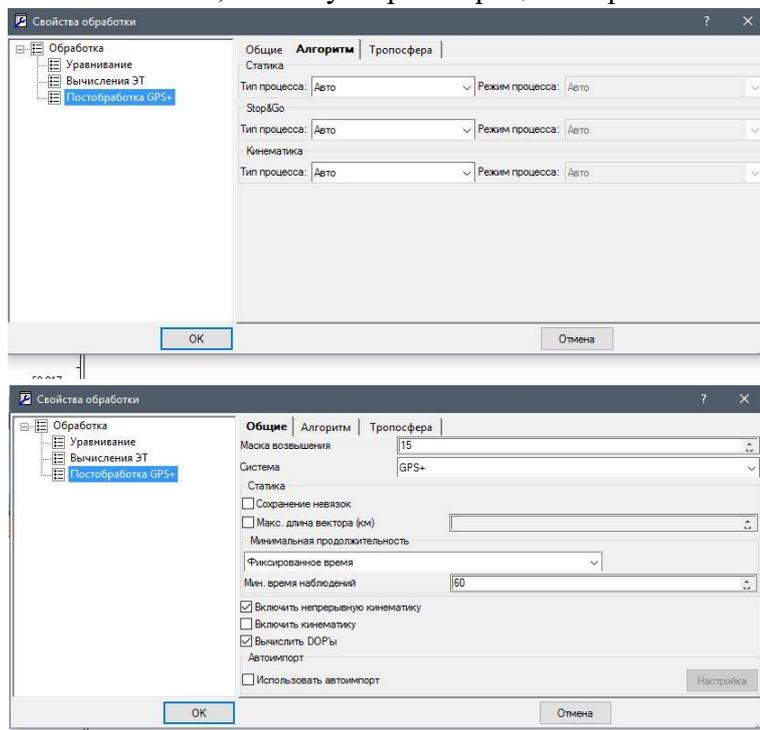


Рис. 11-12.

Результаты уравнивания (Рис.13) оцениваем по величине СКО в плане и по высоте для базовой станции. Экспериментально установлено допустимое значение СКО определения координат 3-5 см.<sup>2</sup>, это значение также не превышает допустимых величин СКО, описанных в нормативной документации.

<sup>2</sup> Требование руководящих документов на определение планового и высотного положения пунктов съёмочного обоснования: ГКИНП (ОНТА)-02-262-02:

*Предельные погрешности положения пунктов планового съёмочного обоснования, в том числе плановых опознаков, относительно пунктов государственной геодезической сети не должны превышать на открытой местности и на застроенной территории 0,2 мм в масштабе карты или плана и 0,3 мм – при крупномасштабной съёмке на местности, закрытой древесной и кустарниковой растительностью.*

*Средние погрешности съёмки рельефа относительно ближайших точек съёмочного обоснования не должны превышать по высоте:*

- 1/4 принятой высоты сечения рельефа при углах наклона до 2°;
- 1/3 принятой высоты сечения рельефа при углах наклона от 2° до 6° для планов масштабов 1:5 000, 1:2 000 и от 2° до 10° для планов масштабов 1:1 000 и 1:500;
- 1/3 принятой высоты сечения рельефа при сечении рельефа через 0,5 м на планах масштабов 1:5 000 и 1:2 000.

*Для лесных участков местности эти допуски можно увеличить в 1,5 раза.*

*В районах с углами наклона свыше 6° для планов масштабов 1:5 000 и 1:2 000 и свыше 10° для планов масштабов 1:1 000 и 1:500 число горизонталей должно соответствовать разности высот, определённых на перегибах скатов, а средние погрешности высот, определённых на характерных точках рельефа, не должны превышать 1/3 принятой высоты сечения рельефа.*

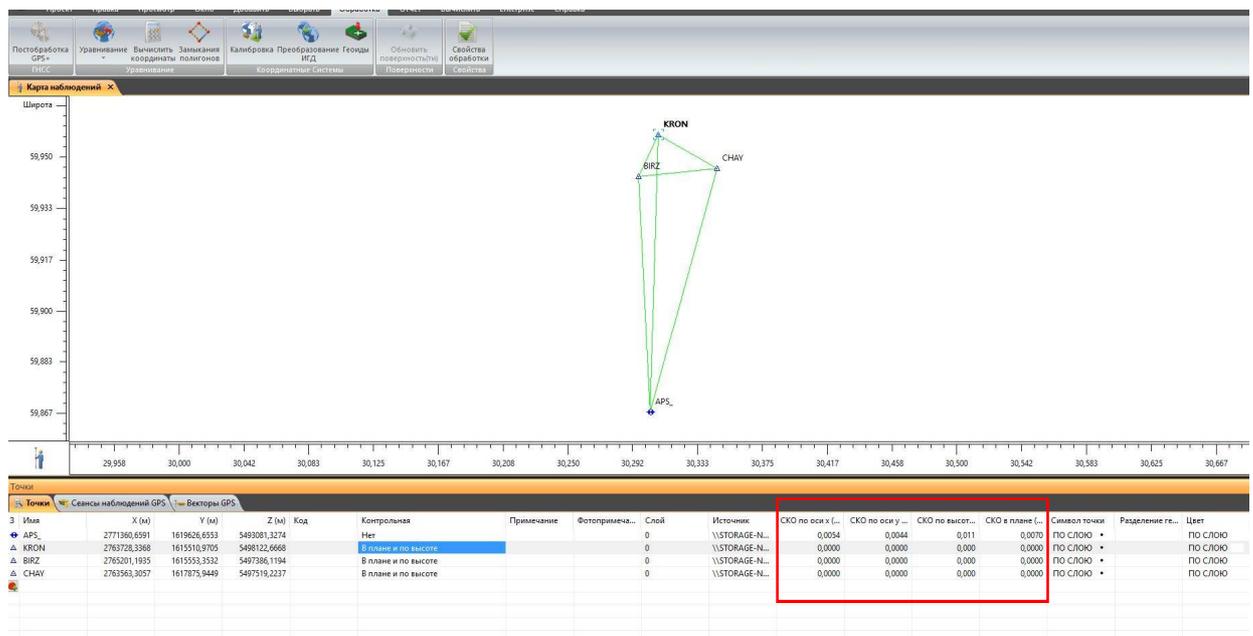


Рис. 13. Результат уравнивания.

В результате уравнивания получены точные координаты базовой станции.

Выделяем во вкладке **Точки** все столбцы и копируем их в текстовый документ с именем «Координаты базы».

Если нужны координаты в виде LLA, перед копированием в правом нижнем углу программы меняем способ отображения координат на Широта, Долгота, Высота WGS84.